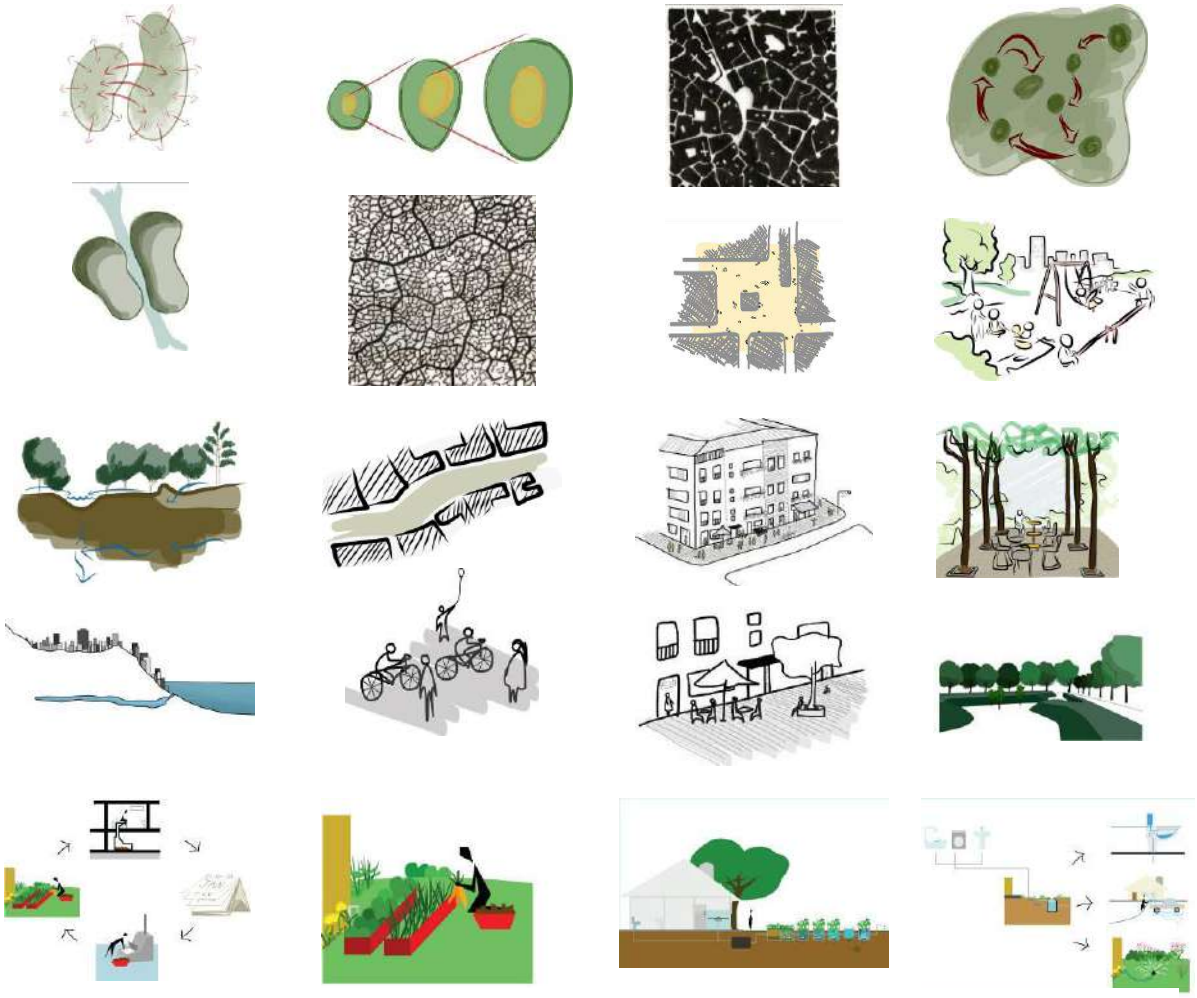
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

LIZA MARIA SOUZA DE ANDRADE
Orientadora: Dr[a]. Raquel Naves Blumenschein

Linha de pesquisa: Projeto e Planejamento Urbano e Regional
Vínculo de pesquisa: LACIS/FAU/CDS-UnB

CONEXÃO DOS PADRÕES ESPACIAIS DOS ECOSSISTEMAS URBANOS

A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.



Desenhos: Fernanda Galvão, Erika Otto, Ana Carolina Farias, Natalia Rios, Julia Kano, Shinelle Hills

LIZA MARIA SOUZA DE ANDRADE

Brasília, junho de 2014

CONEXÕES DOS PADRÕES ESPACIAIS DOS ECOSSISTEMAS URBANOS

A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.

Tese de doutoramento apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

Orientadora: Professora Raquel Naves Blumesnchein

Brasília, 6 de junho de 2014

LIZA MARIA SOUZA DE ANDRADE

CONEXÕES DOS PADRÕES ESPACIAIS DOS ECOSSISTEMAS URBANOS

A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.

Tese de doutoramento aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Brasília, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora: Prof. Raquel Naves Blumenschein
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB

Prof. Daniel Richard Sant'Ana
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB

Prof. Miguel Aloysio Sattler
Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – UFRGS

Prof. Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles
Instituto de Ciências Biológicas – UnB

Prof. Valério Augusto Soares de Medeiros
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB

Brasília, 6 de junho de 2014

“Quando as pessoas são penalizadas pelo fracasso, ou são ensinadas que fracassar não é um resultado aceitável, elas deixam de arriscar [...] E quem não arrisca, não produz grandes descobertas – produz apenas ciência incremental, de baixo impacto, que é o perfil geral da ciência brasileira atualmente”. Editora-chefe da revista *Science*, Marcia Mcnutt.

DEDICATÓRIA

Esta tese é dedicada:

Aos meus pais, ao Marcos, à Nina e à Ana.

Ao meu sogro Wilson Reis de Carvalho (in memoriam).

Ao professor Miguel Aloysio Sattler, pelos ensinamentos sobre padrões (patterns) e a aplicação da sustentabilidade e à professora Maria Elaine Kolhsdorf, pelo entendimento do processo de desenho urbano.

Às mulheres que não tiveram oportunidade de estudar, mas que seguem a vida com sabedoria: escravas, prostitutas, camponesas, índias, operárias, donas de casas, mães solteiras.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao Taoísmo, às Leis do Universo, à Consciência Cósmica, ao Johrei e, principalmente, a Deus, que iluminaram o meu percurso e fizeram com que a caminhada fosse mais importante que o momento final.

À professora Raquel Blumenschein, agradeço a solidariedade em ter aceitado orientar esta tese com o processo em andamento, um tema complexo e transdisciplinar, acreditando sempre na potencialidade da pesquisa e na minha experiência acadêmica. Agradeço, também, a minha inserção na linha de pesquisa Processos Regenerativos Urbanos e Sociais, no Laboratório do Ambiente Construído Inclusão e Sustentabilidade – LACIS.

Ao professor Miguel Sattler agradeço a participação na banca, o apoio acadêmico constante e o convite para participar da equipe de comissões científicas do ELECS (2009 e 2011) e da Bienal José Lutzemberger, o que contribuiu para o fortalecimento da visão sobre padrões (patterns) e sustentabilidade do ambiente construído.

Ao professor Valério Medeiros agradeço a participação na banca, as trocas de ideias, os ensinamentos sobre sintaxe espacial e as sugestões durante o processo de desenvolvimento da tese, principalmente, nos momentos de angústia. À Paulinha, agradeço o companheirismo e solidariedade ao longo de todos esses anos.

Ao professor Daniel Sant'ana agradeço a participação na banca e o convite para apresentar palestra no Seminário Internacional Água e Sociedade que possibilitou ter a noção da transversalidade do tema ciclo da água no meio urbano e padrões espaciais diante de outras presquisas.

Ao professor Paulo Salles, biólogo e ecólogo, presidente do Comitê de Bacia do Rio Paranoá na época, agradeço a participação na banca e as contribuições advindas das reuniões do comitê.

À professora Marta Romero agradeço o reconhecimento e apoio quando iniciei os trabalhos como pesquisadora no Laboratório de Sustentabilidae aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo – LASUS e no curso de especialização de ensino a distância Reabilita. Agradeço ao Valmor Pazzos a solidariedade durante esses anos.

À professora Flaviana Lira agradeço a gentileza em participar da banca como suplemente e o companheirismo acadêmico em todo o processo.

A professora Laura Bueno agradeço o companheirismo, a confiança e o convite para participar de Sessões Livres da Anpur o que me permitiu ter uma visão mais ampliada dos conflitos de visões sociambientais entre pesquisadores e entre a Anpur e a Antac.

Aos professores Maria Elaine Kolsdorf e Gunter Kolsdorf, agradeço a oportunidade de ter feito parte do grupo de professores da Unieuro no colegiado de graduação no qual foi possível aprender e discutir sobre o projeto pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo baseado no método das Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização do grupo de pesquisa DIMPU da FAU/UnB.

À Raquel de Paula Barros agradeço pela colaboração e pelo aprendizado sobre os padrões de Alexander e pesquisadores associados e à Juliana Moehlecke agradeço por ter sistematizado em sua pesquisa os princípios de sustentabilidade, entre os quais, os que eu havia proposto, relacionando-os aos padrões, o que facilitou muito o avanço da pesquisa no entendimento da sistematização de novos padrões.

Ao professor Frederico de Holanda agradeço a oportunidade de ter aprendido sobre a Teoria da Lógica Social, em especial o conceito de urbanidade. Aos professores Otto e Maria do Carmo, agradeço a oportunidade de participar do Seminário Internacional 5th Urbenviron, que ocorreu em Brasília em 2012, como avaliadora dos pôsters apresentados, o que possibilitou um maior aprofundamento sobre a gestão ambiental urbana.

Ao companheiro de jornada Maurício Andrés, um dos precursores do planejamento urbano-ambiental no Brasil, agradeço a oportunidade de aprender sobre ecologias e espiritualidade.

Aos movimentos sociais e ONGs ambientalistas Movimento "Salve o Urubu", Instituto Sálvia, Oca do Sol e aos companheiros Solange, André, Renata. À Sol um agradecimento especial pela força, amizade e empoderamento nos momentos mais difíceis.

Aos membros do Comitê de Bacia do Rio Paranoá, em especial, aos membros da Câmara Técnica do Assoreamento do Lago Paranoá, Jorge (EMBRAPA), Mônica (Adasa), Patrícia (IBRAM), Fábio (CAESB), Bárbara (UCB) e Renata (Instituto Sálvia) que sempre valorizaram a minha pesquisa e abriram espaço para que eu sempre apresentasse resultados parciais nos Workshops promovidos pela câmara técnica.

Aos amigos do MMA, à equipe da Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente Urbano que coordenaram o trabalho de consultoria BRA/OEA/08/001 sobre o Levantamento do estado da arte da temática das cidades sustentáveis e indicaram meu nome para participar dos Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável que antecederam a reunião de Cúpula da Rio + 20 no Riocentro. São eles: Rosângela de Assis Nicolau, Yriz Soares da Silva, Joisa Maria Barroso Loureiro, Nerivalda Ribeiro, Ana Lúcia Ancona e Nabil Bonduki. Em especial aos pesquisadores Ingrid Bohadana e Ronaldo Costa que se esforçaram para que o trabalho fosse publicado.

Agradeço aos orientandos do Reabilita, Natália Lemos, Jamil Tancredi e Ana Carolina Farias (Sobreurbana) que contribuíram com suas pesquisas de pós-graduação na análise sintática e ambiental da região do Setor Habitacional Taquari e simulações de cenários futuros bem como na sistematização dos padrões dos ecossistemas urbanos no nível da comunidade e da paisagem.

Às PIBICs premiadas no Edital do PROIC de 2013, Erika Passos Otto e Fernanda Galvão, agradeço os preciosos estudos sobre os padrões espaciais, sistematizações e ilustrações que compõem esta tese. Agradeço, também, à contribuição de Dandara Crossara.

Agradeço às Jovens Talentos para a Ciência, Angela Viana, Bruna Lima e Giulia Gheno que contribuiram com estudos sobre o ciclo da água no meio urbano com levantamentos de manuais internacionais e sitematização de padrões espaciais para os fluxos de água.

Agradeço imensamente aos orientandos de ensaio teórico Beatriz Loylola Lima, Melissa Aragón Scobedo, Juliana Novaes, Lara Araújo, Taísa Conelli, que contribuíram diretamente e indiretamente para a pesquisa bem como aos orientandos de diplomação Shinelle Hills e Luisa Venâncio na aplicação dos padrões. Um especial agradecimento a Shinelle Hills, uma pessoa especial, por ter desenvolvido seu trabalho de diplomação na região do Setor Habitacional Taquari.

Às estudantes Natália Rios, Julia Kano, Juliana Itacarambi e Carolina Mignon agradeço a elaboração dos desenhos e a sistematização de informações sobre o ciclo da água no meio urbano. Aos estudantes da FAU/UNB da disciplina de PU 1 noturno e diurno, agradeço o desenvolvimento dos projetos em sala de aula que contribuíram para uma visão de cenários

futuros com a aplicação dos princípios de sustentabilidade, dos padrões espaciais e manutenção do ciclo da água no meio urbano.

Aos estudantes do CASAS, à comunidade do CEDEP e da Vila Telebrasília, agradeço a oportunidade de trabalhar com projetos comunitários utilizando o processo participativo para projetação com aplicação dos padrões do Alexander. Agradeço também ao Paulo César Araújo do Movimento Rio São Bartolomeu que nos apresentou a Comuindade Renascer, um pré-assentamento da reforma agrária, que contribuiu para se ter um entendimento da problemática que envolve a relação cidade-campo e a importância de ter estudos na direção do urbanismo agrário. Ao Caio Frederico, agradeço o companheirismo e solidariedade nas atividades de extensão e à Vânia Loureiro, o companheirismo e a solidariedade.

Aos queridos amigos da secretaria do PPG-FAU João, Júnior e Diego e da secretaria da FAU (SAD), Adriana, Josué, Eliane, Newton e Assenção agradeço a atenção e solidariedade.

Aos meus irmãos queridos amigos Daphe e Cassiano pela amizade, carinho e solidariedade de sempre. Às amigas Juliana Garrocho, minha querida irmã, Darja e Delayese. Às minhas amigas da FAU/UNB, Cecília, Claudinha, Cristiane, Vanda e Mônica agradeço o apoio constante. À Gabriela Tenório agradeço a proteção, a amizade e a colaboração na leitura cuidadosa desta tese e o apoio na formatação. Aos amigos Oscar, Márcio Buzar e Carlos Luna agradeço o companheirismo.

Aos amigos queridos de Belo Horizonte, Josa e Cláudia, agradeço o acolhimento durante todo o processo e as viagens realizadas em conjunto para a Patagônia. À Luciana França Coelho, minha querida amiga irmã que sempre me apoiou com suas palavras de incentivo e determinação. Aos amigos Dinho, Marcela e Musso, Zé, Ricardo, agradeço os bons momentos de convivência. Aos amigos Paulo Dimas e Sérgio, agradeço o reconhecimento do meu trabalho para debates sobre a questão dos recursos hídricos.

Aos amigos do Bancoob, Almada, Marcel, Ênio, Fernando, Gil, Flávio e Élio, agradeço pela solidariedade nos momentos mais difíceis quando Marcos estava na UTI. Às minha amigas queridas Vera e Norma, verdadeiras companheiras espirituais, agradeço a amizade e acolhida.

Aos mestres do Taichi, agradeço os ensinamentos, em especial à minha mestra Monica Han, que me fortaleceu nos momentos mais difícies. Aos colegas do curso de formação da IFTB agradeço a acolhida durante o processo. Aos “cuidadores” da saúde física e mental Tonhão Acupuntura e Paulo Tavares da Antroposofia, que contribuíram para fortalecer a estrutura física e mental para continuar a caminhada.

Às minhas cunhadas, Fátima, Paula e Nicole, ao meu irmão Xim, agradeço a força e solidariedade nos momentos difíceis e à minha sogra Miriam agradeço o carinho e amizade. Aos meus com cunhados Paulo e Valério agradeço a solidariedade a as trocas de saberes. Aos meus primos e tios agradeço a torcida, em especial à Gisele e Rodrigo que sempre estiveram por perto e estimularam a concretização desta tese.

Às companheiras Geralda, Maria do Carmo, Maria, Jaquilene, Antônia agradeço os cuidados com a casa e com a minha família ao longo desses anos.

E por fim, agradeço aos meus pais, meus guardiões, sempre presentes na minha vida, às minhas filhas Nina e Ana, seres humanos especiais que compreenderam o processo, e ao Marcos, meu amor, agradeço por estar sempre ao meu lado, por ter me escolhido como parceira de vida e pela tolerância nos momentos mais tensos de nossas vidas.

SUMÁRIO

RESUMO **14**

ABSTRACT **15**

RESUMEN **16**

RÉSUMÉ **17**

LISTA DE FIGURAS **18**

LISTA DE TABELAS **26**

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO **30**

1 INTRODUÇÃO *30*

1.1 Introdução 30

1.2 A necessidade do encontro entre desenho urbano, ecologia e processos biogeoquímicos como o ciclo da água no meio urbano. 34

1.3 Problemática 37

1.3.1 A ausência da visão sistêmica é fruto da falta de conexão entre as ciências ecológicas e as ciências sociais, refletida na dualidade no planejamento urbano ambiental. 40

1.3.2 O distanciamento entre o planejamento urbano e o desenho urbano, que se iniciou na segunda metade do século XX, ainda predomina no Brasil, dificultando a abordagem da ecologia da cidade. 41

1.3.3 O urbanismo sustentável que está sendo introduzido no Brasil para a aplicação da infraestrutura verde obedece à lógica dos modelos da cidade planejada dispersa, com baixas densidades ou de concentração de edifícios em altura isolados no lote, levando à morte do espaço público e à exclusão social. 43

1.3.4 No Brasil, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentram-se na área de conhecimento das engenharias, que muitas vezes não está conectada às áreas de Ecologia e Desenho Urbano; que, por sua vez, estão distantes da área de recursos hídricos. 44

1.4 Avanços na conexão entre Ecologia e Desenho Urbano. 45

1.5 Hipóteses 49

1.6 Objetivos da pesquisa 50

1.6.1 Objetivos específicos 50

1.7 Metodologia 51

1.7.1 Enquadramento da pesquisa 51

1.7.2 Pesquisa empírica 55

1.7.3 Pesquisa teórica e metodológica 57

CAPÍTULO 2 ..... **65**

2 O ENTENDIMENTO DO PENSAMENTO SISTÊMICO COMPLEXO E TRANSDISCIPLINAR PARA CONECTAR A CIÊNCIA ECOLÓGICA E O DESENHO URBANO. *65*

2.1 Introdução 65

2.1.1 O contexto das iniciativas mundiais dedicadas à sustentabilidade urbana 71

2.2 A evolução da ciência, da transdisciplinaridade antiga, passando pela lógica clássica e o pensamento cartesiano, até o pensamento sistêmico transdisciplinar da atualidade. 77

2.2.1 A ciência do século XX 85

2.3 O estruturalismo, a ecologia humana urbana e o pensamento sistêmico 89

2.3.1 O pensamento sistêmico transversal às disciplinas 93

2.4 O pensamento sistêmico, a física quântica e a transdisciplinaridade 97

2.5 A teoria geral da Ciência Ecológica 105

2.6 O entendimento do padrão de organização para conexão de saberes 107

2.7 Possibilidades de conexões transdisciplinares entre os campos da Arquitetura e Urbanismo, Ecologia e contexto social. 111

2.7.1 A importância do Desenho Urbano para o entendimento das expectativas sociais e para aplicação dos princípios de sustentabilidade. 117

2.7.2 As questões-chaves para conexão entre Ecologia, Desenho Urbano e o contexto social 122

2.8 Síntese analítica do capítulo 128

CAPÍTULO 3 ..... **133**

3 CONEXÃO ENTRE DESENHO URBANO E ECOLOGIA, URBANA E DA PAISAGEM, E SEUS PADRÕES DE ORGANIZAÇÃO *133*

3.1 Introdução 133

3.2 Do Urbanismo do século XX ao Planejamento Urbano e o surgimento do Desenho Urbano 134

3.3 As tendências nos estudo sobre ecologia da cidade 142

3.3.1. A primeira tendência: a ecologia humana da Escola de Chicago com a compreensão espacial da diferenciação 142

3.3.2. A segunda tendência: a cidade como sistema 145

3.3.3. A terceira tendência: da ecologia “na cidade” para a ecologia “da cidade” como uma abordagem socialmente inclusiva 148

3.4 Os estudos sobre a ecologia da paisagem e sua interface com o campo da arquitetura e urbanismo 153

3.5 A compreensão da cidade como ecossistema urbano: uma tentativa transdisciplinar para conexões 160

3.5.1 A heterogeneidade espacial das manhas 164

3.6 A configuração urbana e a dualidade dos padrões urbanos 169

3.7 A complexidade auto-organizada dos padrões: foco no nível abaixo do ecossistema urbano: o subsistema "comunidade" 173

3.7.1 A ordem espacial da Teoria da Lógica Social do Espaço: a Sintaxe Espacial 181

3.7.2 A ordem natural, orgânica e as propriedades emergentes 186

3.8 O "anti-padrão" da cidade planejada ou o padrão espacial dos ecossistemas no nível da paisagem para favorecer os fluxos de água e a natureza na cidade? 194

3.8.1 As Cidades-jardins de Howard 196

3.8.2 A natureza na cidade dos "subúrbios pitorescos" nos padrões espaciais propostos por Olmsted e, posteriormente em Ian McHarg..... 200

3.8.3 A cidade modernista e os "anti-padrões" de Salingaros..... 205

3.9 A questão da densidade e a dicotomia existente na sustentabilidade urbana 208

3.10 Integrando os padrões espaciais da comunidade e da paisagem: o urbanismo sustentável. 212

3.11 Sintese analítica do capítulo..... 221

CAPÍTULO 4.....226

4 MÉTODOS: PADRÕES ESPACIAIS DOS ECOSSISTEMAS URBANOS NO SUBSISTEMA DA COMUNIDADE E NO SUPRASISTEMA DA PAISAGEM 226

4.1 Introdução 226

4.1.1 Princípios do Urbanismo Ecológico e a estruturação do capítulo 231

4.2 O conceito de resiliência e os princípios de sustentabilidade 234

4.3 Aprendendo com os padrões de Alexander para alcançar os padrões urbanos sustentáveis. 243

4.3.1 Princípios de sustentabilidade e padrões espaciais 252

4.4 Os padrões espaciais do subsistema da comunidade 270

4.4.1 As expectativas sociais advindas do campo disciplinar da arquitetura e urbanismo e as subdisciplinas das dimensões morfológicas dos lugares272

4.4.2 A vitalidade urbana em Jane Jacobs..... 275

4.4.3 A cidade para pessoas de Jan Gehl 280

4.4.4 Os padrões espaciais globais e locais da teoria da Sintaxe Espacial e a sustentabilidade espacial 284

4.5 Os padrões espaciais do suprassistema da paisagem..... 291

4.5.1 A contribuição do método de Ian MchHarg (1969), do inventário ecológico na bacia hidrográfica às estratégias de avaliação da paisagem 294

4.5.2 O *design* integrado da permacultura, os princípios de drenagem e colheita de águas pluviais. 302

4.5.3 As Vilas Urbanas de Christopher Mare 312

4.6 Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável: uma tentativa de integrar os padrões espaciais dos ecossistemas urbanos 314

4.7 Síntese analítica do capítulo 326

CAPÍTULO 5 333

5 DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA: A UNIDADE NECESSÁRIA PARA INTEGRAR O ECOSSISTEMA URBANO NO NÍVEL DA COMUNIDADE URBANA E DA PAISAGEM. 333

5.1 Introdução 333

5.1.1 A nova visão do ciclo da água no meio urbano: o desenho urbano sensível à água, a infraestrutura verde, o ecossaneamento, a eco-hidrologia e a engenharia leve. 336

5.2. Entendendo os processos hidrológicos naturais: o ciclo da água 340

5.2.1 A bacia hidrográfica 343

5.2.2 Vazão ecológica e hidrograma ecológico 346

5.3 Os impactos da urbanização no ciclo da água 349

5.4 O ciclo da água urbano e sua relação com o desenho urbano 353

5.5. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto - LID 362

5.6 Os novos estudos da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) sobre "Proteção dos Recursos Hídricos para empreendimento de densidade mais alta". 371

5.7. O Desenho urbano sensível à água do Programa Australiano WSUD 387

5.8. A água, a produção de alimentos e o ecossaneamento 392

5.8.1 O tratamento das águas residuais 397

5.8.2 A agricultura urbana ou urbanismo agrário e a permacultura 402

5.8.3 O conhecimento holístico dos incas 407

5.9 Padrões espaciais dos ecossistemas urbanos para o bom desempenho do ciclo da água no meio urbano, no nível da comunidade e da paisagem. 411

5.10 Síntese analítica do capítulo 424

CAPÍTULO 6 429

6 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ESPACIAL E AMBIENTAL E PROPOSTAS DE PADRÕES DE DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA NA BACIA DO LAGO PARANOÁ. 429

6.1 Introdução 429
6.2 Procedimentos metodológicos 432
6.3 Heterogeneidade espacial - os padrões de ocupação urbana em Brasília e a relação com o ciclo da água no meio urbano. 435
6.4 Análise do planejamento regional: sobreposição dos planos e mapas da região 447
6.4.1 Síntese dos Planos do Território 449
6.5 Análise do movimento natural das pessoas e das centralidades dos padrões espaciais 457
6.6 Aplicação dos padrões espaciais nos ecossistemas urbanos, no subsistema da comunidade e no subsistema da paisagem, para promover o desenho urbano sensível à água. 465
6.6.1 Simulações iniciais 465
6.6.2 Aplicação dos padrões espaciais para "cidades verdes", ressaltando o suprassistema da paisagem no Trabalho Final de Graduação da FAU Unieuro da estudante Natália da Silva Lemos 467
6.6.3 A consolidação do método de aplicação dos padrões do ecossistema urbano no processo de projeto para a Gleba A, do Etapa 2 do SHTQ, desenvolvido pela estudante Shinelle Hills, no Trabalho Final de Graduação da FAU/UnB. 476
6.7 Síntese analítica do capítulo 500

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO 506
7.1 Verificação dos resultados alcançados 507
7.1.1 Questão 1 - Hipótese 1 507
7.1.2 Questão 2 - Hipótese 2 508
7.1.3 Questão 3 - Hipótese 3 509
7.1.4 Questão 4 - Hipótese 4 510
7.2 Conexões ao longo da pesquisa 510
7.3 Contribuição final da pesquisa: roteiro metodológico 516

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 522

GLOSSÁRIO 538

RESUMO

No Brasil, as contribuições da ciência ecológica e o pensamento sistêmico transdisciplinar ainda não são incorporados nos estudos urbanos, dentro das ciências sociais aplicadas, havendo, portanto, um distanciamento entre o Planejamento urbano, Desenho urbano e Ecologia. Os planos diretores não se apropriam da riqueza encontrada nos padrões de organização da micro escala do desenho urbano no contexto da bacia hidrográfica. Paradoxalmente, a "heterogeneidade espacial" do mosaico urbano vem se tornando um aspecto importante para avaliar a funcionalidade ecológica, os fluxos de água e o contexto social. Pesquisadores do "Cary Institute of Ecosystems Study" dos EUA analisam a cidade como "ecossistema urbano", que abrange todos os processos que sustentam os recursos naturais e humanos, integrando os componentes biológicos, físicos, sociais e do ambiente construído. No entanto, os ecossistemas devem ser analisados dentro do espectro hierárquico, considerando sua hierarquia tríplice: o subsistema da comunidade e o suprassistema da paisagem (ODUM e BARRET, 2006). Esta pesquisa pretende demonstrar a potencialidade dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos para conexões dos estudos transdisciplinares, o que serviria de base para melhorar o desempenho dos fluxos de água na cidade. Como método de pesquisa, para alcançar as hipóteses levantadas, o percurso utilizado partiu das questões-problema passando pela investigação científica. Assim, foi feita uma análise sobre a evolução epistemológica da ciência, com foco na ciência ecológica (ecologia urbana e a ecologia da paisagem), e na ciência urbana (planejamento e desenho urbano). Posteriormente, sob a ótica do urbanismo ecológico, foi feita uma sistematização da evolução dos padrões espaciais dos modelos de cidades (no formato: padrão - problema/contexto – recomendação – ilustração), baseada em Alexander et al. (1977). Porém, identificou-se uma dualidade existente: ora os padrões são voltados para o modelo de "cidades verdes", focados na arquitetura da paisagem com interface da ecologia da paisagem e da ecologia "na" cidade que vão ao encontro da sustentabilidade ambiental; ora são fundamentados nas propriedades emergentes, na totalidade dos sistemas, da arquitetura mais humana e social (sociológica), afinados com a nova ecologia "da cidade", direcionando para o modelo de "cidades mais compactas", preceitos da sustentabilidade espacial. Considerando a dualidade existente, mas buscando uma unidade, aplicou-se o princípio dialógico da transdisciplinaridade, por meio do estudo aprofundado, em manuais técnicos, sobre o ciclo da água no meio urbano e sobre o desenho urbano sensível à água, resultando em 38 padrões espaciais para promover os fluxos de água na cidade. Por fim, chegou-se a procedimentos metodológicos, que englobam tanto os padrões globais do planejamento territorial, no âmbito do suprasistema da paisagem da bacia hidrográfica, com a análise da sustentabilidade ambiental e espacial, e da hetorogeneidade espacial; como os padrões locais, no âmbito do desenho urbano, do subsistema da comunidade, tendo como parâmetro, a resiliência, as expectativas sociais em relação à morfologia urbana e os fluxos de água. Este método foi aplicado na região do Setor Habitacional Taquari, situada na Bacia do Lago Paranoá. Espera-se que esses procedimentos sejam úteis ao processo de planejamento e de projetos e nas tomadas de decisão dos comitês de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: padrões espaciais, ecossistemas urbanos, sustentabilidade ambiental, sustentabilidade espacial, desenho urbano sensível à água.

ABSTRACT

In Brazil, urban studies, which falls into the category of applied social sciences, has not yet integrated the contributions of ecology and transdisciplinary systemic thought. Therefore, there is a gap between urban planning, urban design and ecology. Master plans do not appropriate the wealth found in the urban design micro-scale organization patterns in the context of the watershed. Paradoxically, the urban mosaic's "spatial heterogeneity" is becoming an important aspect to consider in assessing ecological functionality, water flows and the social context. Researchers from the "Cary Institute of Ecosystems Study", in the US, analyze the city as an "urban ecosystem" that encompass all the processes that sustain the natural and human resources, integrating biological, physical, social and built environment components. However, ecosystems should be analyzed within the hierarchical spectrum, considering its triple hierarchy: the subsystem of the community and the landscape suprasystem (Odum and Barret, 2006). This research aims to demonstrate the potential of the urban ecosystems spatial patterns to transdisciplinary studies connections, which should serve as support to improve the performance of water flows in the city. As a research method, in order to reach the hypotheses, the path chosen begins with problem-questions and builds towards scientific research. Thus, an analysis was conducted on the epistemological evolution of science, focusing on ecological science (urban ecology and landscape ecology), and urban science (planning and urban design). Subsequently, within the perspective of ecological urbanism, a systematic evolution of the spatial patterns of cities models was developed (in the format: pattern - problem / context - recommendation - illustration), based on Alexander et al (1977). However, an existing duality was identified: sometimes the patterns work towards the model of the "green city", focusing on landscape architecture within a landscape ecology interface "in" the city that is in harmony with environmental sustainability. Other times they are based on emergent properties, on the totality of systems, the more human and social (or sociological) architecture attuned to the new "city" ecology, working towards a model of a "more compact city" a principle of spatial sustainability. Seeking unit from this duality, we applied the dialogic principle of transdisciplinarity, through intense study of technical manuals on water cycle in urban areas and on water sensitive urban design. This process resulted in 38 spatial patterns that promote city water flows. Finally, we reached the methodological procedures that encompass both the global patterns of spatial planning, within the suprasystem landscape of the watershed with the analysis of spatial and environmental sustainability and spatial heterogeneity, as well as local patterns, within the urban design of the community subsystem, with parameters of resilience, social expectations in urban morphology and water flows. This method was applied in the region of the Taquari Housing Sector, located in the Paranoá Watershed. It is expected that such procedures will be useful in the planning process, in new projects as well as contribute to decision-making in Watershed Committees.

Keywords: spatial patterns, urban ecosystems, environmental sustainability, spatial sustainability, water sensitive urban design.

RESUMEN

En Brasil, las contribuiciones de la ciencia ecológica y lo pensamiento sistémico transdisciplinario no son todavía incorporados en los estudios urbanos, dentro de las ciencias sociales aplicadas, habendo, por lo tanto, un distanciamiento entre el Planeamiento urbano, Diseño urbano y Ecología. Los planos directores no se apropian de la riqueza encontrada en los patrones de organización de la micro escala del diseño urbano en el contexto de la bacía hidrográfica. Paradójicamente, la "heterogeneidad espacial" del mosaico urbano viene tornándose un aspecto importante para evaluar la funcionalidad ecológica, los flujos de agua y el contexto social. Investigadores del "Cary Institute of Ecosystems Study" de Estados Unidos analizan la ciudad como "ecosistema urbano", que incluye todos los procesos que sostentan los recursos naturales y humanos, integrando los componientes biológicos, físicos, sociales y del ambiente construido. Mientras, los ecosistemas debem ser analizados dentro del espectro jerárquico, considerando su jerarquía tríplice: el subsistema de la comunidad y el suprasistema del paisaje (ODUM y BARRET, 2006). Esta investigación intenta revelar la potencialidad de los patrones espaciales de los ecosistemas urbanos para conexiones de los estudios transdisciplinarios, lo que serveria de base para mejorar el desempeño de los flujos de agua en la ciudad. Como método de investigación, para alcanzar las hipótesis levantadas, el medio utilizado tubo como base las cuestiones-problema passando por la investigación científica. Así, fue hecha una análisis sobre la evaluación epistemológica de la ciencia, con foco en la ciencia ecológica (ecología urbana y la ecología del paisaje), y en la ciencia urbana (planeamiento y diseño urbano). Posteriormente, sob la óptica del urbanismo ecológico, fue hecha una sistematización de la evolución de los patrones espaciales de los modelos de ciudades (en el formato: patrón – problema/contexto – recomendación – ilustración), baseada en Alexander et al (1977). Sin embargo, se identificó una dualidad existente: ora los patrones son voltados para el modelo de "ciudades verdes", focados en la arquitectura del paisaje con interface de la ecología del paisaje y de la ecología "en la" ciudad que van al encuentro de la sostenibilidad ambiental; ora son fundamentados en las propiedades emergentes, en la totalidad de los sistemas, de la arquitectura más humana y social (sociológica), alineados con la nueva ecología "de la ciudad", indicando para el modelo de las "ciudades más compactas", principios de la sostenibilidad espacial. Considerando la dualidad existente, pero buscando una unidad, se aplicó el principio dialógico de la transdisciplinariedad, por medio del estudio aprofundado, en manuales técnicos, sobre el ciclo del agua en el medio urbano y sobre el diseño urbano sensible al agua, resultando en 38 patrones espaciales para promover los flujos del agua en la ciudad. Al final, se llegó a procedimientos metodológicos, que englobam tanto los patrones globales del planeamiento territorial, en el ámbito del suprasistema del paisaje de la bacía hidrográfica, con el análisis de la sostenibilidad ambiental y espacial, y de la hetorogeneidad espacial; como los patrones locales, en el ámbito del diseño urbano, del subsistema de la comunidad, teniendo como parámetro, la resiliencia, las expectativas sociales en relación a la morfología urbana y los flujos de agua. Este método fue aplicado en la región del Sector Habitacional Taquari, situada en la Bacía del Lago Paranoá. Se almeja que estos procedimientos tengan utilidad al proceso de planeamiento y de proyectos y en las tomas de decisiones de los comités de bacías hidrográficas.

Palabras-claves: patrones espaciales, ecosistemas urbanos, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad espacial, diseño urbano sensible al agua.

RÉSUMÉ

Au Brésil, les études urbaines, qui sont dans la catégorie des sciences sociales appliquées, n'ont pas encore intégré les contributions de l'écologie et de la pensée systémique transdisciplinaire. Il existe donc une distance entre la planification urbaine, l'aménagement urbain et l'écologie. Les plans directeurs n'approprient pas la richesse existante dans les motifs d'organisation de la micro-échelle urbaine dans le contexte du bassin versant. Paradoxalement, « l'hétérogénéité spatiale» de la mosaïque urbaine est devenue un aspect important à considérer dans l'évaluation de la fonctionnalité écologique, des flux d'eau et du contexte social. Les chercheurs au « Cary Institut d'études des écosystèmes », aux Etats Unis, analysent la ville comme un « écosystème urbain » qui englobe tous les processus qui soutiennent les ressources naturelles et humaines, en intégrant leurs composantes biologiques, physiques, sociaux et de l'environnement construit. Néanmoins, les écosystèmes doivent être analysés dans le spectre hiérarchique, compte tenu de son triple hiérarchie: le sous-système de la communauté et le supra-système du paysage (Odum et Barret, 2006). Cette recherche vise montrer le potentiel des écosystèmes urbains de motifs spatiaux aux connexions entre les études transdisciplinaires et peuvent servir de support pour améliorer la performance des flux d'eau dans la ville. En tant que méthode de recherche, pour atteindre les hypothèses retenues, nous partons des questions-problème vers la recherche scientifique. Ensuite, une analyse de l'évolution épistémologique de la science a été faite, axée sur la science écologique (l'écologie urbaine et l'écologie du paysage), et la science urbaine (planification et aménagement urbain). Par la suite, du point de vue de l'urbanisme écologique, une systématisation de l'évolution des motifs spatiaux des modèles des villes a été développé (dans le format : motif - problème / contexte - recommandation - illustration), basé sur Alexander et al (1977). Cependant, une dualité existant a été identifié : parfois les motifs fonctionnent vers le modèle de la « ville verte », en mettant l'accent sur l'architecture du paysage au sein d'une interface d'écologie du paysage « dans » la ville qui est en harmonie avec la durabilité environnementale. D'autres fois, ils sont basés sur des propriétés émergentes, sur la totalité des systèmes, l'architecture plus humaine et sociale (ou sociologique) en harmonie avec la nouvelle « ville » écologique, vers un modèle de « ville plus compacte » dans les principes de durabilité spatiale. Compte tenu de la dualité, mais à la recherche d'une unité, nous avons appliqué le principe dialogique de la transdisciplinarité, par une étude plus approfondie des manuels techniques sur le cycle de l'eau dans les zones urbaines et sur l'aménagement urbain sensible à l'eau, résultant en 38 motifs spatiaux pour favoriser les flux d'eau dans la ville. Finalement, nous arrivons aux procédures méthodologiques, couvrant à la fois les tendances mondiales de l'aménagement du territoire dans le supra-système du paysage du bassin versant, avec l'analyse de la durabilité environnementale et spatiale, et de l'hétérogénéité spatiale, ainsi que les motifs locaux dans la conception urbaine du sous-système de la communauté, ayant comme paramètre, la résilience, les attentes sociales concernant la morphologie urbaine et les flux d'eaux. Cette méthode a été appliquée dans la région du Secteur de Logement Taquari, situé dans le Bassin Versant du Lac Paranoá. Il est attendu que ces procédures seront utiles pour la planification et les projets futurs, ainsi comme pour les prises de décision dans les Comités des Bassins Versants.

Mots-clés : motifs spatiaux, écosystèmes urbains, durabilité environnementale, durabilité spatiale, aménagement urbain sensible à l'eau.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Piódão - Portugal 31

Figura 1.2 - Ocupação Ecologicamente Sustentável no espaço urbano 36

Figura 1.3 - Gestão da água na cidade do futuro. 37

Figura 1.4 - Pulverização das subáreas da multidimensão dos saberes necessários à gestão das cidades brasileiras. 39

Figura 1.5 - Três formas de legislação (normas e gabaritos) da ocupação urbana: zoneamento convencional, diretrizes de projeto e códigos baseados na forma urbana. 42

Figura 1.6 - Localização do Setor Habitacional Taquari e vista da região da torre digital 56

Figura 2.1 - Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável "Cidades Sustentáveis e Inovação", dois dias antes da reunião de Cúpula da Rio+20 e o contraste pelos direitos à terra e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado da Cúpula dos Povos. 72

Figura 2.2 - Esquemas de Vitrúvio ilustrados por Fra Giovanni Giocondo. 80

Figura 2.3 - Leonardo Da Vinci. "Alegoria com lobo e águia", "Estudo sobre flores" e "Cavalo 3". 81

Figura 2.4 - Leonardo Da Vinci. A cidade com dois níveis de circulação e Sistema de abastecimento de água de uma cidade em dois níveis. Fonte: Viçosa Cidade Aberta http://vicosacidadeaberta.blogspot.com.br/2011/01/o-arquiteto-leonardo-da-vinci.html e MuseoScienza (http://www.museoscienza.org/idealcity/english/indiceng.htm) 82

Figura 2.5 - Tetraedro da estrutura conceitual de Capra 109

Figura 2.6 - Simulação de técnicas de infraestrutura verde aplicadas ao projeto de urbanismo 112

Figura 2.7 - Como poderia ser a conexão entre o desenho e a ciência ecológica, entre o ato de projetar e o ato de fazer ciência. 115

Figura 2.8 - Exemplo de transecto urbano-rural 117

Figura 2.9 - Tipos Mórficos de Brasília, classificados por Holanda, Kohlsdorf e Kohlsdorf (1996): Vernáculo, Acampamento de obra, Modernismo genuíno, Favela, Modernismo Periférico 118

Figura 2.10 - Desenho urbano sensível à água (jardins de chuva) 126

Figura 3.1 - Desenho do modelo de Cerdá para Barcelona e Vista aérea 136

Figura 3.2 - Desenho do modelo da cidade Radiante de Le Corbusier "Nós, homens, estamos sob as folhagens". Fachada principal do edifício do Palácio das Nações, Genebra e une ville contemporaine 138

Figura 3.3 - As cinco Zonas Concêntricas de Ernest Burguess. 144

Figura 3.4 - Modelo de ecossistema 146

Figura 3.5 - Vista aérea de Brasília com exemplos de espaços heterogêneos no padrões de uso do solo: Universidade de Brasília, Lago Sul e Candangolândia. 147

Figura 3.6 - Transectos de Zonas Urbanas do Habitat Humano e Zonas Ecológicas Típicas para quantificação de amostras. Fonte: http://www.transect.org/analysis_img.html 150

Figura 3.7 - A “seção vale” de Patrick Geddes 150
Figura 3.8 – Transecto de Ian Mcharg 150
Figura 3.9 - Gradiente vertical e horizontal de Sukopp 151
Figura 3.10 - Transecto da densidade construída 152
Figura 3.11 - Espectro dos níveis de organização ecológica enfatizando a interação entre os componentes vivos (bióticos) e não vivos (abióticos) e o processo de hierarquia integrativa 153
Figura 3.12 - Análise da Paisagem. Fonte: Instituto de Biociências da USP – Departamento de Ecologia 159
Figura 3.13 - Hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima). ODUM e BARRET, 2007. 161
Figura 3.14 - Conceito de ecossistema biológico. 163
Figura 3.15 - Ecossistemas urbanos e seus componentes 164
Figura 3.16 - Manchester, Reino Unido. Região central com maior riqueza de manchas (esquerda) e região periférica com menor riqueza de manchas (direita). 166
Figura 3.17 - Vista aérea do Plano Piloto de Brasília, SQN 108 (esquerda) e Vila Planalto (direita). 168
Figura 3.18 - Vista aérea do Lago Sul (esquerda) e do Paranoá (direita) 168
Figura 3.19 - Exemplos de padrões urbanos: radial, grid e irregular. 169
Figura 3.20 - Cidade colonial de origem portuguesa (Ouro Preto - MG), esquerda, e de origem espanhola (Buenos Aires - Argentina), direita. 170
Figura 3.21 - Neuf-Brisach – exemplo de “Ville Créée” de 1697 e Antibes na França 171
Figura 3.22 - Fotos de Nova York ressaltando a diferenciação da volumetria no planejamento ortogonal 171
Figura 3.23 - Naarden – Holanda e Villeréal – França 172
Figura 3.24 - Cidade gótica de Barcelona e o plano de Cerdá. 172
Figura 3.25 - Transformação gradual da cidade Romana para uma cidade Islâmica. 173
Figura 3.26 - Estrutura em semi-retícula versus estrutura em árvore 179
Figura 3.27 - Vista aérea de Siena e de Chandigarh 179
Figura 3.28 - Vista Aérea de Atlanta - EUA e Moçambique - África 182
Figura 3.29 - Mapas axiais de Florianópolis e Porto Velho 184
Figura 3.30 - Vista aérea de Cambridge 187
Figura 3.31 - Assentamento ribeirinho acompanhando o fluxo do rio Berna – Suíça e Porto Natural – anfiteatro natural em Valparaíso- Chile 193
Figura 3.32 - Local de defesa, área fortificada de Edimburgo – Inglaterra e Crista linear na cordilheira, Assis – Itália 193
Figura 3.33 - Topo de morro – esculpida na montanha como um cobertor lançado em cima de uma grande pedra Machu Picchu e Terreno inclinado - Village-of-Gordes-Vaucluse-Provence 194

Figura 3.34 - Vista aérea do Central Park inserido na malha urbana..... 195

Figura 3.35 - Projeto de Port Sunlight, na Inglaterra, e vista aérea do projeto implantado . 196

Figura 3.36 - Vista aérea da cidade de Letchwort, primeira cidade-jardim, mostrando o cinturão agrícola e a praça principal. 197

Figura 3.37 - Praça principal da cidade de Letchworth, primeira Cidade-Jardim 198

Figura 3.38. Projeto de *Boston's Emerald Necklace*, com todo o desenho do corredor do Rio Muddy. 201

Figura 3.39 - Pontes para rios, lagos corredores de vida silvestre em Boston's Emerald Necklace. 201

Figura 3.40 - Vista aérea de Riverside e o plano de Olmsted 202

Figura 3.41 - Plano para Nova Comunidade de Woodlands e padrões de desenho para a drenagem das águas pluviasi 203

Figura 3.42 - Vista aérea de Brasília, Asa Sul e Asa Norte 207

Figura 3.43 - Ilustração sobre áreas residenciais povoadas em um século "Espaços tão vastos, tão pouca gente" 209

Figura 3.44 – Vista aérea de Vauban, Freiburg, Alemanha 220

Figura 3.45 - Rua compartilhada e drenagem natural em Vauban, Freiburg, Alemanha 220

Figura 4.1 - – Imagens baseadas no livro Cidades para pessoas "Cidade Densa, Cidade Viva" e "Qualidade precede quantidade". 227

Figura 4.2 - Imagens baseadas no livro "Woodlands New Community: guidelines for site planning" 229

Figura 4.3 - Imagens baseadas no livro "Introdução à permacultura" 230

Figura 4.4 - Imagens baseadas no livro "Urbanismo Sustentável" 230

Figura 4.5 - Imagens do projeto desenvolvido por Liza Andrade e Rejane Jung no ateliê de Desenho Urbano no âmbito da disciplina do PPG-FAU 238

Figura 4.6 - Arranjo de diagramas construtivos (síntese da forma) e Conjunto de padrões articulados como linguagem. 244

Figura 4.7 - Formato do padrão 249

Figura 4.8 - Conjunto de padrões articulados como linguagem, utilizado com os estudantes do escritório modelo CASAS para o processo de projeto do Espaço Enegresendo do CEDEP – Paranoá - DF. 250

Figura 4.9 - Projetos com aplicação do método Uma linguagem de padrões desenvolvidos por estudantes da FAU/UnB. Projeto para o Espaço Enegresendo no CEDEP/Paranoá - DF, desenvolvido no âmbito do escritório modelo CASAS/FAU/UnB; Projeto Final de Graduação com processo participativo na Vila Telebrasília – DF pela estudante Luisa Venâncio; e Projeto Final de Graduação, Urbanismo Ecológico Inclusivo para o Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari, desenvolvido pela estudante Shinelle Hills, a ser demonstrado no capítulo do estudo de caso. Todos os projetos foram orientados pela professora Liza Andrade, da FAU/UnB. 251

Figura 4.10 - Imagens baseadas no livro "Cidades para pessoas": "A vida na cidade como processo". 280

Figura 4.11 - Imagens baseadas no livro "Cidades para pessoas": "Cidade Densa Cidade Viva?" 281

Figura 4.12 - (esquerda) Mapa de rede primária *(foreground)* ; (centro) mapa de Mike Baty, com 168 maiores centros em Londres; e (direita) mapa da rede secundaria (*background*), identificando as "vilas urbanas" 285

Figura 4.13 - – Construção do mapa axial de um trecho urbano: os caminhos são transformados em eixos, que serão calculados depois pelo software *Depthmap*. 286

Figura 4.14 - Exemplos de mapas axiais de medida de escolha com raios de 400, 800, 1200 e 1400 metros. 289

Figura 4.15 - Rede *background* 291

Figura 4.16 - Imagem do planejamento ambiental e estrutura em camadas de Ian Mcharg 295

Figura 4.17 - Padrão 12 "comunidade de 7.000 pessoas e padrão celular da Vila urbana. .. 313

Figura 5.1 - Maquete do percurso da água nas estações de tratamento de água e esgoto no Pavilhão da França, Expo Zaragoza, 2008 "Água e Desenvolvimento Sustentável" 334

Figura 5.2 - Componentes da ocupação ecologicamente sustentável. 335

Figura 5.3 - Cidade Sensível à Água do WSUD da Austrália: Jardins de Chuva no centro de Melbourne e espaço de lazer Darling Harbour em Sydney 340

Figura 5.4 - Ciclo Hidrológico Global 341

Figura 5.5 - Ciclo Hidrológico Terrestre 342

Figura 5.6 - Processos na bacia e processo de interceptação vegetal na bacia 342

Figura 5.7 - Escoamento nas bacias: (a) escoamento hortoniano; (b) áreas de saturação (Brujnzeel, 1990) 343

Figura 5.8 - Bacia Hidrográfica e Delimitação de uma Bacia Hidrográfica 344

Figura 5.9 - Bacia Hidrográfica e Declividade 344

Figura 5.10 - Montante e jusante e Seção de um rio 345

Figura 5.11 - Fotos da Vazão de cheia do Rio Caraíva – BA - Convivência pacífica entre ecossistemas e seres humanos. 348

Figura 5.12 - Urbanização e seus efeitos no lençol freático 350

Figura 5.13 - Nível mínimo, leito menor e leito maior de um rio. 351

Figura 5.14 - Sistema de Suporte para os caminhos das águas 354

Figura 5.15 - Ciclo da água urbano 355

Figura 5.16 - Extensão aproximada de pavimentos (em metros lineares) conforme opções de desenho de vias. 356

Figura 5.17 - Comparação de uma rua sinuosa, na 2nd Avenue, em Seattle, em Roadside Gardens, no contexto do sistema grade de ruas perpendiculares 357

Figura 5.18 - Abordagem distribuída para o tratamento das águas pluviais 357

Figura 5.19 - Fotos de lagoas de retenção em Orlando – Flórida - EUA 359

Figura 5.20 - Destaque para as novas técnicas de eco-hidrologia, ou engenharia suave, para melhorar o ciclo da água no meio urbano. 360

Figura 5.21 - O bairro de Keystone em Boulogne-Billancourt e o Pàrc de Trapèze..... 360

Figura 5.22 - O bairro de Keystone em Boulogne-Billancourt e o Pàrc de Trapèze..... 361

Figura 5.23 - Drenagem natural de Tanner Spring Park - Portland..... 361

Figura 5.24 - Drenagem natural de Tanner Spring Park - Portland..... 362

Figura 5.25 - Planejamento ambiental..... 363

Figura 5.26 - Planejamento do sítio para minimizar o impacto de águas pluviais e interrupção do meio fio e a criação de uma área de retenção para o escoamento das águas pluviais. 365

Figura 5.27 - Típicas configurações de vias: malha xadrez com ruas locais, cul-de-sacs, híbridas ou espaços abertos..... 365

Figura 5.28 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo 366

Figura 5.29 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo, em Portland – Projeto ciclovia com áreas verdes Rua Spokane. 367

Figura 5.30 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo, em Portland – Projeto ciclovia com áreas verdes Rua Ankeny..... 367

Figura 5.31 - Foto com desenho da Capitol Avenue, antes e depois da infraestrutura verde. 381

Figura 5.32 - Novo modelo de via com integração de estratégias de tráfego calmo e infraestrutura verde. 381

Figura 5.33 - Transecto da ocupação urbana..... 382

Figura 5.34 - Transecto para representar a paisagem urbana em relação aos fluxos e funcionamento de água 383

Figura 5.35 - A proposta de de Kristina Hill para o transecto da nova abordagem integrativa para o desenho de sistemas aquáticos. 384

Figura 5.36 - Corte de biovaleta canalizada pela grama: reduz a velocidade de evacuação da água da chuva..... 384

Figura 5.37 - Corte de uma biovaleta seca em forma de parábola, mostrando suas diferentes camadas e sua configuração. 385

Figura 5.38 - Corte de uma biovaleta trapezoidal alagada. Geralmente a largura do fundo é entre 0,6 e 2,4m. 385

Figura 5.39 - Gestão integrada do ciclo da água urbano: água potável, água da chuva e águas servidas (Águas sensíveis) e exemplo de aplicação de técnicas de drenagem com trafego calmo do Programa WSUD. 388

Figura 5.40 - Cidade Sensível à Água do WSUD da Austrália: espaço de lazer em Sydney. .. 389

Figura 5.41 - Ciclo urbano convencional e com utilização de águas pluviais como um recurso no ambiente urbano..... 391

Figura 5.42 - Ciclo urbano das água pluviais e águas cinzas e abordagem do sistema integrado 391

Figura 5.43 - Ecociclo e Aproveitamento das águas residuais na agricultura urbana. 397

Figura 5.44 - *Wetlands* construídos de fluxo superficial e de fluxo subterrâneo 398

Figura 5.45 - Desenho do sistema de tratamento de águas residuais por "máquinas vivas": coleta e distribuição, reservatórios subterrâneos, bacias de detenção e células aquáticas. 399

Figura 5.46 - Ciclo aberto e ciclo fechado das águas residuais 400

Figura 5.47 - Desenho de banheiro de compostagem: seco, econômico, de baixa manutenção, que não requer água e não produz resíduos. 402

Figura 5.48 - Projeto de Ravine City em Toronto no Canadá - Chris Hardwick, Hai Ho e Sweeny Sterling Finlayson 403

Figura 5.49 - A evolução da cidade de Toronto, desde a pré-ocupação, a cidade vitoriana, a cidade modernista e a proposta da Ravine City. 403

Figura 5.50 – Proposta de urbanismo agrário do DPZ 404

Figura 5.51 - Matriz dos tipos edilícios propostos para o urbanismo agrário do DPZ 404

Figura 5.52 - Desenhos de Richard Register para Ecocidade com a aplicação da permacultura 406

Figura 5.53 - Foto do grande pátio central verde zona urbana e zona rural de Machu Picchu 408

Figura 5.54 - Sistema hidráulico holístico dos incas, para aproveitamento das águas pluviais na produção agrícola 409

Figura 6.1 - Vista aérea do Setor Habitacional Taquari no contexto da bacia do Paranoá e do Lago Paranoá. 431

Figura 6.2 – Vista aérea e mapa dos córregos das sub-bacias Norte e a Ecobacia do Córrego Urubu 431

Figura 6.3 – Festa da Primavera do Movimento Salve o Urubu, na cachoeira do córrego, e as denúncias de lançamento de esgotos 431

Figura 6.4 – Vista aérea da Torre Digital do Setor Habitacional Taquari (Etapa 2) e do entulho, do lado leste da área. 432

Figura 6.5 – Manchas das ocupações urbanas propostas pela TERRACAP 434

Figura 6.6 – Síntese dos Projetos desenvolvidos por estudantes de arquitetura da FAU UnB e da FAU UNIEURO para a região do Setor Habitacional Taquari e Paranoá. 434

Figura 6.7 - Mapas das unidades hidrográficas da Bacia do Paranoá e modelagem da bacia 436

Figura 6.8 – Modelagem da bacia do Paranoá e crescimento das cidades satélites no contexto da bacia. 437

Figura 6.9 – Mapa de classificação de uso e ocupação do solo. 437

Figura 6.10 – Confrontação de Mapas: (a) Classificação de uso e ocupação do solo; (b) Grupos hidrológicos de solos da Bacia do Paranoá – vermelho latossolo vermelho; (c) Porcentagem da precipitação excedente para evento simulado de uma precipitação de 50 mm. 438

Figura 6.11 – Porcentagem de residentes por faixa de renda, e vista aérea do Lago Sul. 439

Figura 6.12 – Mapa da mancha urbanizada do DF de 2006 e mapa de densidades do DF (rosa escuro - alta densidade; rosa vibrante - média densidade; rosa claro - baixa densidade. O rosa muito claro indica densidade muito baixa. 443

Figura 6.13 – Mapa de integração global (Rn), com destaque para a região do SHTQ 443

Figura 6.14 – Mapa Térmico do Distrito Federal de 1985 e de 2010 444

Figura 6.15 – Mapa de zoneamento do DF, em amarelo a zona urbana de uso controlado I e em verde claro zona rural de uso controlado. 450

Figura 6.16 – Mancha do Conjunto Tombado, Região do Entorno do Conjunto Tombado e Área de Entorno 5 - AE – 05, onde se localiza o SHTQ do lado Norte da bacia do Lago Paranoá 451

Figura 6.17 – Mapa do zoneamento ambiental da APA do Paranoá e em detalhe no Setor Habitacional Taquari. A legenda com as cores corresponde ao mapa à esquerda. 452

Figura 6.18 – Mapa do Setor Habitacional Taquari com as duas etapas de expansão e o projeto dos trechos 1, 2 e 3 458

Figura 6.19 – Mapa axial do Distrito Federal e detalhe da região do Setor Habitacional Taquari 460

Figura 6.20 – Mapa Axial sobre Google Earth – Situação Atual com Integração Global apenas do trecho 1 ,e Mapa Axial sobre Google Earth – Situação Futura com Integração Global dos trechos 2 e 3. 460

Figura 6.21 – Mapa da proposta inicial da TERRACAP, desenvolvido pelo arquiteto Valdo Cesar de Carvalho 461

Figura 6.22 – Mapa de integração x densidade demográfica e mapa de integração local (Rn) 462

Figura 6.23 – Imagem aérea do Trecho 1 e os padrões espaciais existentes, com potencial para adensamento 465

Figura 6.24 – Imagem aérea do Trecho 3 com potencial para Ecovila e princípios permaculturais e o parcelamento tradicional desenvolvido pela TERRACAP 465

Figura 6.25 – Simulação de cenário futuro para o Trecho 1 com proposta de adensamento realizada pelos estudantes da disciplina de projeto de urbanismo 1, orientados pelas professoras Liza Andrade e Giuliana Brito 466

Figura 6.26 – Cenários comparativo de Saturação do solo entre 2009 e 2019 (precipitações de 42, 84, 126 e 169mm) 467

Figura 6.27 – O Projeto inserido nos mapas de pedologia, geomorfologia e suscetibilidade à erosão. 469

Figura 6.28 – Maquete do Projeto da Ecovila Urbana, na Ecobacia do Urubu, e o projeto, com o desenho urbano sensível à água. 469

Figura 6.29 – Detalhe do Projeto da Ecovila Urbana na Ecobacia do Urubu, detalhe da ocupação e foto do encontro com a comunidade do Movimento Salve o Urubu 475

Figura 6.30 – Mapa de integração global (Rn) e local (R3) do projeto para o Trecho 3 475

Figura 6.31 – Imagem aérea da Gleba A do Etapa 2 e as curvas de nível demonstrando o caminho das águas em direção aos córregos e ao Lago Paranoá. 477

Figura 6.32 – Fotos tiradas da Torre Digital 478

Figura 6.33 – Mapa da poligonal do Setor Habitacional Taquari e mapa com todas as glebas e indicando baixa (15 a 50 hab/ha) densidade no mapa do PDOT. 478

Figura 6.34 – Mapa do zoneamento do uso do solo do PDOT em amarelo está a zona urbana de uso controlado I e no mapa de densidades, produzido pela TERRACAP para o Etapa 2 com a gleba A em verde claro. 479

Figura 6.35 – Mapa do zoneamento do uso do solo do PDOT em amarelo está a zona urbana de uso controlado I Fonte: TERRACAP (2013) 479

Figura 6.36 – Seção transversal do projeto 480

Figura 6.37 – Mapa de densidades produzido pela TERRACAP para o Etapa 2 com a gleba A em verde claro. 480

Figura 6.38 – Transecto natural da região, com algumas ocupações, até a Torre Digital 481

Figura 6.39 – Cenas do percurso na via de contorno existente à esquerda da área de intervenção. 482

Figura 6.40 – Espectro hierárquico baseado em Odum e padrões selecionados da comunidade, da paisagem e dos fluxos de água do capítulo 3. 482

Figura 6.41 – Croqui do nível inicial visando obter a ordem orgânica com a aplicação dos padrões e das Propriedades emergentes: Totalidade, Crescimento Gradual. 493

Figura 6.42 - Croqui do nível intermediário visando obter a ordem orgânica com a aplicação dos padrões e das Propriedades emergentes: Totalidade, Crescimento Gradual..... 494

Figura 6.43 - Croqui tendendo à totalidade visando obter a ordem orgânica 494

Figura 6.44 - Projeto “Urbanismo Ecológico Inclusivo” para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari – Projeto de Diplomação: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade..... 496

Figura 6.45 - Projeto “Urbanismo Ecológico Inclusivo” para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari – Projeto de Diplomação: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade..... 496

Figura 6.46 – Mapa dos níveis de densidade e da população estimada. Setor Habitacional Taquari 497

Figura 6.47 – Transecto da densidade construída do novo parcelamento 497

Figura 6.48 – Mapa do sistema viário e de uso do solo do Projeto “Urbanismo Ecológico Inclusivo” para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari 497

Figura 6.49 – Detalhe de uma Vila Urbana 498

Figura 6.50 – Mapa ilustrando modais, transporte público, micro-ônibus e ciclovias e ciclofaixas e mapa do Plano de Mobilidade do DF 498

Figura 6.51 – Cortes da vias arteriais, coletoras e locais. 499

Figura 6.52 – Mapa de integração global (Rn) e local (R3) do Projeto “Urbanismo Ecológico Inclusivo” para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari 499

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Estado de alerta do planeta 68

Tabela 2.2 - Dimensões da sustentabilidade, segundo Sachs, 1993. 70

Tabela 2.3 - Principais propósitos da teoria geral dos sistemas (BERTALANFFY, 2010, p. 63) 95

Tabela 2.4 - Comparação entre lógica clássica e Lógica do Terceiro Termo Incluído 102

Tabela 2.5 - Análise comparativa entre o pensamento lógico clássico e o pensamento complexo sistêmico transdisciplinar. (MORIN, 2005 E 2010); (NICOLESCU, 1999); (BERTALANFFY, 2010); (CAMARGO, 2012) 103

Tabela 2.6 - Princípios da teoria geral da Ciência Ecológica (Pickett, Cadenasso, McGrath, 2013) 106

Tabela 2.7 - Princípios paradigma contemporâneo e do "não-equilibrio" da Ecologia 107

Tabela 2.8- Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU 120

Tabela 2.9 - Conexões entre Desenho Urbano, Ecologia e contexto social 124

Tabela 3.1 - Abordagem mais ampla da ecologia urbana - a Ecologia da Cidade 148

Tabela 3.2 - Definição no sentido ecológico Odum e Barret (2007, p. 5) 153

Tabela 3.3 - Padrões espaciais do suprassistema da paisagem - Ecologia da Paisagem 157

Tabela 3.4 - Tipos de paisagem 158

Tabela 3.5 - Serviços ecossistêmicos nas cidades (adaptado do programa australiano Desenho Urbano Sensível à Agua, *Water Sensitive Urban Design* - WSUD, 2013) 159

Tabela 3.6 - Impactos urbanos na paisagem, na atmosfera e na hidrologia e os benefícios da coleta de águas pluviais (WSUD, 2013, p. 42) 160

Tabela 3.7 - Medidas de avaliação de manchas, segundo Cadenasso et al. (2013) 165

Tabela 3.8 - Complexidade organizada do sistema urbano. Catalisadores dos processos urbanos de Jane Jacobs 175

Tabela 3.9 - Alguns padrões de Alexander et al. (1977), visando à sustentabilidade espacial 177

Tabela 3.10 - Convexidade e constitutividade de regiões do Distrito Federal (Holanda) 185

Tabela 3.11 - Características do crescimento total 188

Tabela 3.12 - Fatos que ocorrem na natureza da totalidade 189

Tabela 3.13 - Propriedades geométricas (ALEXANDER, 2002), sintetizadas a partir do estudo de Guerreiro, 2010 190

Tabela 3.14 - Aspectos da forma do traçado irregular das cidades pós-romanas (KOSTOF, 2001) 192

Tabela 3.15 - Os três imãs: relação cidade-campo (HOWARD apud OTONI, 2002) 196

Tabela 3.16 – Padrão orgânico planejado do sistema urbano no nível da paisagem. Cidade-Jardim, Ebenezer Howard 199

Tabela 3.17 – sistemas naturais de Ian McHarg 203

Tabela 3.18 - Os padrões modernistas ou "anti-padrões" (SALINGAROS, 2008) 207

Tabela 3.19 – Padrões de Alexander et al. (1977), relacionados à sustentabilidade ambiental (identificados por Moelehcke, 2010) 212
Tabela 3.20 - Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 95-209). 214
Tabela 3.21 - Atributos do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 27 a 35) 218
Tabela 4.1 - Proposições e princípios de Desenho Urbano para cidades resilientes (SPIRN, 2011)..... 231
Tabela 4.2 - Estratégias para resiliência (NEWMAN et al., 2009) 235
Tabela 4.3 - Escalas territoriais..... 238
Tabela 4.4 - Princípios de sustentabilidade (ANDRADE, 2005, p. 186 a 190) 239
Tabela 4.5 - Princípios de sustentabilidade - questões (contribuição de Moehlecke, 2010, p.90 a 91)..... 242
Tabela 4.6 - Mapa-base dos padrões globais que definem uma cidade e uma comunidade 245
Tabela 4.7 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão social e os padrões espaciais.. 253
Tabela 4.8 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão econômica e os padrões espaciais 259
Tabela 4.9 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão ambiental e os padrões espaciais 265
Tabela 4.10 - Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU 273
Tabela 4.11 - Condições básicas para gerar diversidade (JACOBS, 1961)..... 276
Tabela 4.12 - Alguns princípios e padrões para dar vida às cidades, segundo Jane Jacobs .. 277
Tabela 4.13 - Princípios e padrões urbanos para o nível da comunidade (GEHL, 2010) 281
Tabela 4.14 - Definições de distâncias e tipos de medida do *Dephmap* (HILLIER, 2009) 286
Tabela 4.15 - Aspectos básicos do planejamento regional – Ian McHarg 296
Tabela 4.16 - Princípios orientadores do planejamento regional – Ian McHarg 296
Tabela 4.17 - Estratégias de avaliação da paisagem - Ian McHarg 297
Tabela 4.18 - Estratégias de ocupação dos sítios físicos - Ian McHarg 300
Tabela 4.19 - Componentes do desenho permacultural..... 304
Tabela 4.20 - Zoneamento permacultural (MOLISSON 1998, ANDRADE, 2005; RODRIGUES, 2000)..... 305
Tabela 4.21 - Desenho baseado na água..... 306
Tabela 4.22 - Padrões do *design* integrado para a colheita de águas e drenagem (LANCASTER, 2009)..... 310
Tabela 4.23 - Características das Vilas Urbanas (MARE, 2008)..... 314
Tabela 4.24 - Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 95 a p. 209) 315
Tabela 5.1 - Principais características de um rio (BRASIL, 2006, p.21) 345
Tabela 5.2 - Relação das características ecológicas e diferentes componentes do regime hidrológico..... 347

Tabela 5.3 - Impactos da urbanização 353
Tabela 5.4 - Abordagem Distribuída (WSUD) 358
Tabela 5.5 - Categorias básicas de gestão da água (UNESCO, 2008, p.7) 358
Tabela 5.6 - Princípios do LID (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12) 362
Tabela 5.7 - Dispositivos para o manejo adaptativo (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12) ... 364
Tabela 5.8 - Ponto fortes e fracos das malhas 366
Tabela 5.9 - Procedimentos e padrões de desenho LID (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12; PSAT & WSU 2005) 367
Tabela 5.10 - Procedimentos para o controle das águas pluviais (baseado em PSAT & WSU 2005, apud SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 13-16). 368
Tabela 5.11 - Estudos da EPA sobre águas pluviais (US-EPA, 2006, p. 13 a 27) 372
Tabela 5.12 - Técnicas de crescimento inteligente específicas - "*Smart Growth*". Melhores práticas de gestão das águas pluviais (US-EPA, 2005). 378
Tabela 5.13 - Categorias para uma abordagem baseada na função dos sistemas de água urbano 384
Tabela 5.14 - Melhores práticas de gestão relacionadas ao contexto da ocupação (US-EPA, 2005) 386
Tabela 5.15 - Considerações necessárias para a qualidade da água (CITY OF MELBOURNE WSUD GUIDELINES, 2008, p.37). 391
Tabela 5.16 - Metas e opções de redução da pegada hídrica para agricultura 395
Tabela 5.17 - Dimensões aproximadas dos componentes de "máquinas vivas" - *Living Machines* 399
Tabela 5.18 - Dimensões típicas de banheiro de compostagem 401
Tabela 5.19 - Síntese do zoneamento urbano com a agricultura urbana. Adaptado de Lemos, Andrade, Medeiros (2012). 406
Tabela 5.20 - Princípios holísticos das técnicas hidráulicas incas 409
Tabela 5.21 - Técnicas hidráulicas pré-hispânicas inca no Peru (ARAGÓN E ANDRADE, 2013, p. 6) 410
Tabela 5.22 - Desenho Urbano Sensível à Água – (WSUD) – infraestrutura verde – ecossaneamento – agricultura urbana- permacultura - hidráulica inca 412
Tabela 6.1 - Padrões globais – Análise do suprassistema da paisagem para entendimento da bacia hidrográfica 434
Tabela 6.2 - Heterogeneidade espacial na Bacia do Lago Paranoá: cruzamento de informações sobre padrão de uso do solo, faixa de renda da população, consumo de água e percentual de área impermeável. (LOYOLA, ANDRADE E HOLLANDA) 440
Tabela 6.3 - Planos utilizados para extrair as informações socioambientais da região. 449
Tabela 6.4 - Zoneamento do SHTQ 449
Tabela 6.5 - Diretrizes dos planos do território 454
Tabela 6.6 - Resultado do cruzamento dos mapas dos planos do território 455

Tabela 6.7 – Sintese dos mapas axiais 463
Tabela 6.8 - Correlação da análise dimensional com os padrões de Alexander et al. 469
Tabela 6.9 - Principios de sustentabilidade e permacultura 470
Tabela 6.10 - Avaliação da sustentabilidade espacial do Trecho 3 475
Tabela 6.11 - Roteiro metodológico para a intervenção urbana: 478
Tabela 6.12 - Seleção de padrões pelas dimensões morfológicas 481
Tabela 6.13 - PADRÕES EMERGENTES DO SUBSISTEMA DA COMUNIDADE 483
Tabela 6.14 - Padrões espaciais do suprassistema da paisagem 484
Tabela 6.15 - Padrões de Alexander et al., segundo as três dimensões da sustentabilidade 484
Tabela 6.16 - Aplicação dos dispositivos de infraestrutura verde e desenho urbano sensível a água – Shinelle Hills 494
Tabela 6.17 - Avaliação da sustentabilidade espacial 500

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Esta pesquisa tem a intenção de demonstrar a potencialidade do desenho urbano sob a ótica da cidade vista como sistema complexo para estudos transdisciplinares da sustentabilidade urbana. A análise pressupõe a interdisciplinaridade do campo da Arquitetura e Urbanismo, associada ao campo das Ecologias (social, ambiental e da subjetividade), que inclui as necessidades humanas, a capacidade de suporte dos ecossistemas, bem como a estabilidade dos processos naturais, como os fluxos de água.

Pretende-se encontrar caminhos que possibilitem trabalhar o equilíbrio ecológico nas cidades, por meio de padrões[1] espaciais necessários para uma boa organização dos seres humanos no espaço urbano, refletidos no nível da comunidade urbana e nos efeitos ecológicos dos padrões espaciais dos ecossistemas na paisagem do território. A água aqui é interpretada como o elemento de equilíbrio "transdisciplinar", parâmetro necessário de regulação para a sobrevivência de todas as espécies.

Espera-se contribuir com o estabelecimento de "procedimentos metodológicos" para o desenho de "cidades sensíveis à água[2]", fundamentados em vários autores, além de abordagens e experiências didáticas que auxiliem no planejamento do território, desde a escala do microplanejamento ao macroplanejamento, considerando a heterogeneidade espacial e os fluxos de água para alcançar o desenho urbano sensível a esse elemento.

Foram estabelecidas conexões importantes entre a ciência urbana e a ciência ecológica, passando por suas evoluções epistemológicas, para compreender a cidade como sistemas complexos, o ecossistema urbano. Na perspectiva do pensamento sistêmico e complexo, é importante entender a configuração de relações entre os componentes dos sistemas urbanos, suas regras e processos, responsáveis pela sua totalidade.

Antes da Revolução Industrial, as cidades eram menores em extensão e em densidades populacionais. Era possível perceber um registro harmônico entre o ambiente natural e sua forma urbana, e isto se refletia nos impactos aos ecossistemas e aos processos naturais. Elas constituíam uma identidade própria registrando a harmonia entre os processos naturais e culturais, e os acontecimentos humanos ao longo do tempo.

Esses padrões de acontecimentos formavam padrões de organização justapostos, entrelaçados e sobrepostos (ALEXANDER, 1979), associados aos padrões geométricos de espaço, permitindo análise do que ele denomina padrões espaciais. As formas que se repetiam compunham padrões de organização, assim como as formas repetitivas que a natureza utiliza para resolver problemas de adequação aos espaços, aos fluxos de energia, as relações e outras necessidades dos sistemas, resultam em padrões (CAPRA, 2002). No espaço urbano, entre os edifícios ou dentro dos edifícios, existem elementos repetitivos e há relações entre esses elementos que também se repetem.

Esses elementos combinados formam resultados e variações com padrões de relação entre eles, sendo o elemento, de fato, o "padrão" de relação do elemento com os elementos

---

[1] O conceito de padrão aqui é tratado como forma de organização e será detalhado ao longo da pesquisa.

[2] Termo adotado pelo governo australiano no programa WSUD (Water Sensitive Urban Design).

do mundo circundante (ALEXANDER, 1979). As relações que se estabelecem é que fornecem qualidade ao espaço.

A forma urbana na superfície da paisagem está sempre em fluxo, mas a estrutura subjacente a esta superfície é mais resistente, com ritmos distintos para os quais todos os organismos dentro daquela paisagem respondem com os seus processos bióticos, geomorfológicos e climáticos em um determinado lugar. Spirn (2011) a denomina de "estrutura profunda", que opera e interage ao longo do tempo em todas as escalas, desde a paisagem regional nos padrões de montes, rios e mares e a microescala até a escala da comunidade nos padrões da vegetação nativa e plantas individuais (**Figura 1.1**).

Figura 1.1- Piódão - Portugal
Fonte: Google Earth e Liza Andrade

Alexander et al. (1978) a denominam de "ordem orgânica", que se manifesta e se realiza quando existe um equilíbrio perfeito entre as necessidades das partes individuais do meio ambiente e as necessidades do todo. Cada lugar é único e as diferentes partes cooperam para criar um todo global ou um todo que pode ser identificado por qualquer que seja uma parte dele. Essa ordem se manifesta por si mesma em lugares construídos há centenas de anos.

Atualmente, nas cidades densamente populosas ou nas cidades planejadas do século XX, esses padrões foram perdidos. Ignora-se essa relação entre os padrões de acontecimento e os padrões espaciais; e a natureza passa a ser um elemento na paisagem urbana. Consequentemente, essa separação causa impacto no equilíbrio dos ecossistemas, da paisagem, da bacia hidrográfica e no ciclo hidrológico.

Um dos grandes desafios para os planejadores do espaço urbano está em conciliar, de forma sistêmica, as demandas para a sobrevivência do ser humano - água, energia, produção de alimentos, abrigos e tratamento de resíduos. Demandas essas relacionadas às densidades de ocupação e seus benefícios sociais em equilíbrio com os ecossistemas[3], a paisagem e os processos naturais como o ciclo da água urbano.

Além disso, são desafios que se tornam cada vez mais prementes frente ao futuro incerto de escassez de recursos naturais, como a água potável no planeta, o declínio do petróleo, as mudanças climáticas, a crise econômica global, o aumento das desigualdades sociais, a alta do preço dos alimentos e a fome.

[3] O termo "ecossistema" apareceu pela primeira vez em 1935 com Sir Arthur G. Tansley e, em 1953, Odum publica a primeira edição de Fundamentos da Ecologia como uma abordagem holística dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Segundo Metzger (2011), o termo "ecologia da paisagem" foi introduzido pela primeira vez por um biógrafo chamado Carl Troll, quatro anos após Tansley introduzir o conceito de "ecossistema".

É fato que mesmo se o ser humano não existisse na superfície terrestre, o planeta evoluiria e um dia a Terra sofreria uma ruptura do padrão ecológico, considerando que ela é um grande sistema constituído de diferentes subsistemas que trocam energia e matéria entre si, um superorganismo. Entretanto, o ser humano pode contribuir significativamente para promover a ruptura dos padrões de organização existentes na natureza - atmosféricos, geológicos, hidrológicos etc. Padrão, aqui é entendido como um conjunto de variáveis representado pela totalidade, superior a soma das partes (CAMARGO, 2012).

Segundo o documento Panorama das Cidades e da Biodiversidade[4], a população mundial em 2050 chegará a 9 bilhões, das quais 6,3 bilhões viverão em cidades. Até lá, o planeta terá sofrido a maior e mais rápida expansão urbana da humanidade, uma tendência irreversível de transformação para um mundo predominantemente urbano, com profundas alterações nos processos de uso do solo, de água, de energia e dos recursos naturais.

A interface entre solo-vegetação-atmosfera tem uma forte influência no ciclo hidrológico, associada à complexidade dos processos naturais e à interferência humana que age sobre esse sistema natural. Neste sentido, é evidente que mudanças no uso do solo e, consequentemente, as mudanças climáticas afetam o regime hídrico das bacias hidrográficas, alteram limites de várzea, a forma e o tamanho do leito e margens dos córregos em outros lugares, prejudicando também os ecossistemas aquáticos (TUCCI E MENDES, 2006).

De acordo com esse mesmo documento, as áreas urbanas estão expandindo mais rapidamente que as populações urbanas, o território urbano aumentará entre 800 mil e 3,3 milhões de quilômetros quadrados, até 2030. A maior parte da expansão urbana ocorrerá em áreas de baixa capacidade econômica e humana, onde existem arranjos de governança urbana com deficiência de recursos e pouco capacitados, o que limitará a proteção da biodiversidade e o manejo dos serviços ecossistêmicos.

O crescimento urbano terá impactos significativos na biodiversidade, nos habitats naturais e nos muitos serviços dos ecossistemas dos quais a sociedade depende. Recomenda-se que as áreas urbanas lidem com esses ecossistemas, considerando seus serviços ambientais, por meio de iniciativas de "desenho e restauração" para redução de seus impactos ambientais, com maior eficiência no uso de materiais e energia e o uso produtivo dos resíduos.

É importante chamar a atenção para extraordinária riqueza da biodiversidade urbana e seu papel em gerar serviços ambientais de que as populações urbanas dependem para obter alimento, água e saúde. Isso significa que é necessário integrar o campo das ciências da natureza ao campo das ciências sociais e humanas no âmbito do urbanismo, nos quais se encaixa a conexão entre ecologia e desenho urbano.

Além disso, o Documento do Fórum Econômico Mundial[5] para 2014 salienta que as zonas urbanas com mais de 10 milhões de habitantes, as megacidades, devem afetar a economia e a sociedade. Atualmente, já existem 22 cidades nessa situação e a expectativa é de que sejam 35 e 60, em 2025 e 2050, respectivamente. Tais cidades apresentam um grande desafio a ser enfrentado nos próximos anos, uma vez que elas são o foco de problemas sérios que o planeta terá de encarar, como a falta de moradia e água, crises econômicas e epidemias.

Por outro lado, na visão dos economistas, por serem palco de inovação, ideias e criação de riquezas, as megacidades representam uma esperança para o surgimento das solu-

4 Relatório Panorama de Cidades e Biodiversidade (Cities and Biodiversity Outlook) da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), 11ª Conferência das Partes sobre Biodiversidade (COP 11), Outubro de 2012.
5 O texto é escrito pelo físico Geoffrey West, professor do Instituto Santa Fé, nos Estados Unidos.

ções para esses problemas. Esse documento apresenta a correlação entre a sociedade, economia e as redes de infraestrutura que colaboram (ou não) para manter essas metrópoles funcionando. Aqui reside também uma questão conflituosa a respeito do que é melhor para a sustentabilidade do planeta: poucas cidades muito densas ou grande quantidade de pequenas cidades?

Acredita-se que pelos postulados da ciência oficial, em breve, as concentrações de CO2 serão duas vezes maiores do que os níveis pré-industriais (CAMARGO, 2012). O relatório do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas, o IPCC[6], adverte que, no pior cenário, mantidas as atuais taxas de emissão de gases de efeito estufa, é provável que a temperatura global média aumente 4,8 graus, até 2100. As áreas verdes urbanas serão fundamentais para mitigação dos efeitos advindos do aquecimento global.

Segundo o relatório da ONU "Cidades e mudanças climáticas: relatório global sobre as ocupações humanas", de 2011, produzido pelo UN-Habitat, nas próximas décadas, os impactos decorrentes das mudanças climáticas contribuirão para que centenas de milhões de pessoas, em sua maioria as mais pobres e marginalizadas, fiquem cada vez mais vulneráveis a enchentes, deslizamentos de terra e outros desastres naturais.

Mare (2008) acredita que no futuro, com o declínio do petróleo, como fonte de energia, as megacidades sofrerão um processo de migração reversa, com a volta das pessoas para o campo ou cidades menores, devido à escassez dos recursos naturais. Como ocorreu em algumas civilizações antigas.

O estudo do UN-Habitat traça um panorama sombrio para o futuro das áreas urbanas, baseado em estatísticas e fenômenos climáticos extremos observados nos últimos anos. Estima-se que mais de 200 milhões de pessoas devem perder suas casas por causa das mudanças climáticas, até 2050. Atualmente, 40 milhões de pessoas já vivem em áreas onde podem ocorrer grandes enchentes. Em 2070, essa população será de 150 milhões, elevando os prejuízos para até US$ 38 trilhões.

Para os países em desenvolvimento, que contribuíram muito pouco para o problema, a mudança do clima poderá ter um preço muito alto, como perdas de produção de alimentos com as secas prolongadas, derretimento de geleiras, chuvas intensas com agravamento das enchentes, deslizamentos e escassez de água. A previsão do relatório do UN-Habitat é de que, na América Latina, entre 12 a 81 milhões de pessoas poderão sofrer com a escassez de água, até 2020. Em 2050, esse número deve chegar a 178 milhões.

Segundo o relatório da *Worldwatch Institute* o Estado do Mundo 2013 (WWI, 2013), os cursos dos rios, o padrão espacial e a sazonalidade de outras reservas de água foram alterados pelos seres humanos. Assim, é necessário estabelecer um limite planetário para que os recursos de água doce garantam que os fluxos dessa água regenerem na forma de precipitação e, sustentem o funcionamento e os serviços dos ecossistemas terrestres (como o sequestro de carbono, o crescimento da biomassa, a produção de alimentos e a biodiversidade) bem como garantam a disponibilidade de água para os ecossistemas aquáticos.

O consumo atual de água corrente é de aproximadamente 2,6 mil quilômetros cúbicos por ano; se chegar a 4 mil quilômetros cúbicos por ano, pode fazer com que a humanidade esbarre em limites ambientais, em níveis regionais ou continentais.

O relatório Panorama das Cidades e da Biodiversidade, de 2012, chama a atenção para a potencialidade das bacias hidrográficas "funcionais" na mitigação e adaptação às mu-

6 Lançado em 27 de setembro de 2013.

danças climáticas. A preservação das áreas úmidas, em vez da drenagem e pavimentação, pode permitir a absorção da água da chuva em excesso e proteger contra alagamentos futuros; pode também melhorar as condições de acesso à água para beber, para lazer e para irrigação, que é especialmente crítico, devido à maneira pela qual as mudanças climáticas estão perturbando os ciclos de precipitação e os fluxos históricos de rios e níveis do lençol freático.

Porém, ainda há uma tendência no planejamento das cidades em ignorar os processos naturais, uma incapacidade de estabelecer conexões entre temas e fenômenos aparentemente não relacionados e de perceber as oportunidades que as atividades humanas e forma urbana interagem com os processos naturais. Todos os elementos químicos essenciais à vida tendem a circular na atmosfera em caminhos característicos mais ou menos circulares, que vão do ambiente para o organismo e de volta para o ambiente, conhecidos como ciclos biogeoquímicos, como por exemplo, o ciclo da água (Odum e Barret, 2007).

É notável o avanço nos estudos especializados sobre os recursos naturais (recursos hídricos, florestais, ecossistemas, biodiversidade, solos). Entretanto, é menos comum estudos sobre os processos que os formam e os estruturam (fluxo de ar, água, materiais, reprodução e crescimento de plantas) (SPIRN, 2011), e sua interligação com as necessidades de sobrevivência nas cidades.

Ainda são escassas as pesquisas que tratam de padrões de uso e ocupação do solo dos assentamentos urbanos e das formas de construção adaptadas aos processos que estruturam os recursos naturais, como os caminhos das águas no ciclo hidrológico, por exemplo. Quando os desenhos de cidades tornam "visíveis" esses processos e seus ciclos temporais contribuem para a conexão entre o passado equilibrado e o futuro de incerteza e de certa forma, para o enraizamento das pessoas no lugar (SPIRN, 2011, p. 16).

1.2 A necessidade do encontro entre desenho urbano, ecologia e processos biogeoquímicos como o ciclo da água no meio urbano.

O campo disciplinar do desenho urbano tem chamado atenção de pesquisadores de outras áreas do conhecimento, por meio de documentos produzidos para organismo internacionais, quanto à possibilidade de mitigação de impactos ambientais, principalmente sob a ótica do ciclo da água urbano. Em vários lugares do mundo desenvolvido, desenhistas e projetistas começaram a experimentar essas possibilidades com novos padrões de desenho urbano e, por intermédio de alguns de seus experimentos, desenvolveram um corpo de conhecimento sobre as possibilidades de as cidades serem construídas e adaptadas para funcionar de modo diferente (HILL, 2009).

Na nova ecologia da cidade, estudada por Cadenasso, Pickett, McGrath e Marshall (2013), o desenho urbano tem um grande papel na determinação da heterogeneidade espacial de sistemas urbanos, nas micro e macro escalas, pequenas ou grandes extensões espaciais que podem, reciprocamente, interagir com processos ecológicos e como valor estético ou de design.

Os sistemas urbanos são, em geral, heterogêneos, e essa heterogeneidade deriva de uma combinação de elementos paisagísticos naturais e planejados, tais como a distribuição e densidade de edificações, pavimentação e vegetação. Características e comportamentos socioculturais de indivíduos e instituições geram muitas heterogeneidades urbanas e carregam suas mudanças com o passar do tempo.

Tais elementos e características, frequentemente, se alteram dentro de um bloco de uma cidade, originando uma heterogeneidade de escalas muito mais detalhada, tais como

atributos físicos, biológicos e sociais. O desenho urbano atua na decisão de quais elementos estarão presentes no sistema, nas quantidades, e na configuração destes elementos (Cadenasso, Pickett, McGrath e Marshall, 2013).

Hill (2009) ressalta a importância do papel do desenho urbano no desempenho dos ecossistemas aquáticos urbanos com ênfase no escoamento da água da chuva nas cidades e nos futuros sistemas de infraestrutura urbana. Ele salienta que os novos desenhos vão precisar de suporte de um quadro de integração que aproxime os designers, planejadores e cientistas para análise e aplicação, a fim de mudar significativamente o desempenho hidrológico geral urbano.

Várias regiões dos Estados Unidos tornaram-se referências internacionais na proposição e implementação de novos padrões de designs para sistemas de água urbanos, com ênfase na maneira de lidar com o escoamento de água da chuva nas cidades. Como exemplos, destacam-se Seattle, Washington, Portland, Oregon e pequenas comunidades no Condado de Prince George, Maryland, bem como o estado de Maryland. Esses novos padrões são integrados ao desenho urbano e tem algumas denominações: nos Estados Unidos, são conhecidos como LID (Baixo Impacto sobre o Desenvolvimento) ou NDS (Sistemas de drenagem natural); no Reino Unido, como SUDS (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável).

No âmbito internacional, os estudos da UNESCO (2008) nas publicações do Urban Water Serie, sobre o "Ciclo da Água Urbano" consideram arquitetura urbana e estilo de vida das pessoas como aspectos fundamentais e causadores de impactos diretos na gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas. É fundamental associar estudos sobre o ciclo da água no meio urbano ao desenho espacial urbano (sistemas de ares livres públicas e parcelamento) e ao estudo do tipo edilício (determinante como tipo de moradia apropriada pelas classes sociais), bem como ao desenho da paisagem.

O desenho espacial, aqui entendido como "padrões espaciais", tem consequência nos padrões de "vida espacial", entendidos como padrões de encontros sociais no espaço, que por sua vez influencia o bem estar social (HOLANDA, 2002).

O programa do governo australiano "Desenho Urbano Sensível à Água" (WSUD, 2012 e 2013) enfatiza a questão da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano.

É uma tentativa de aplicar as técnicas de infraestrutura verde e princípios de design responsivo ao clima, à segurança da água, à proteção contra cheias e à saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, desde o nível de toda a bacia ao nível da rua. O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, os cursos d'água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e as águas subterrâneas (mineralização de água).

Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos podem contribuir para a gestão sustentável da água. Significa dizer que a água municipal pode depender cada vez menos de captação externa e se tornar objeto de gestão de captação local. Por exemplo, as estradas podem ser fontes de água através de águas pluviais coletadas; os edifícios podem ser locais para reduzir a poluição de águas pluviais por meio de jardins tropicais.

Todos esses fatores estão associados ao desenho urbano, mas um desenho que incorpora a estrutura urbana em sua totalidade, inclusive as expectativas sociais: respostas aos fatores socioeconômicos, ambientais e culturais, infraestruturas adequadas ao desenho de vias e dos espaços livres públicos, espaços vivos, tipos edilícios, conforto ambiental, identidade, orientabilidade, agradabilidade visual, efeitos estéticos e simbólicos, entre outros. E ainda, que atenda aos princípios de sustentabilidade para os assentamentos urbanos.

Portanto, para promover o desenho urbano sensível à água, evidentemente, além do entendimento sobre os processos hidrológicos, é necessário compreender o que seja uma ocupação ecologicamente sustentável, abrangendo o contexto socioeconômico do planejamento do uso do solo (incluindo a questão cultural das comunidades), as soluções de desenho do campo disciplinar da Arquitetura e Urbanismo, bem as pesquisas desenvolvidas nas áreas de Ecologia, em outras palavras, dentro do Urbanismo Ecológico (**Figura 1.2).**

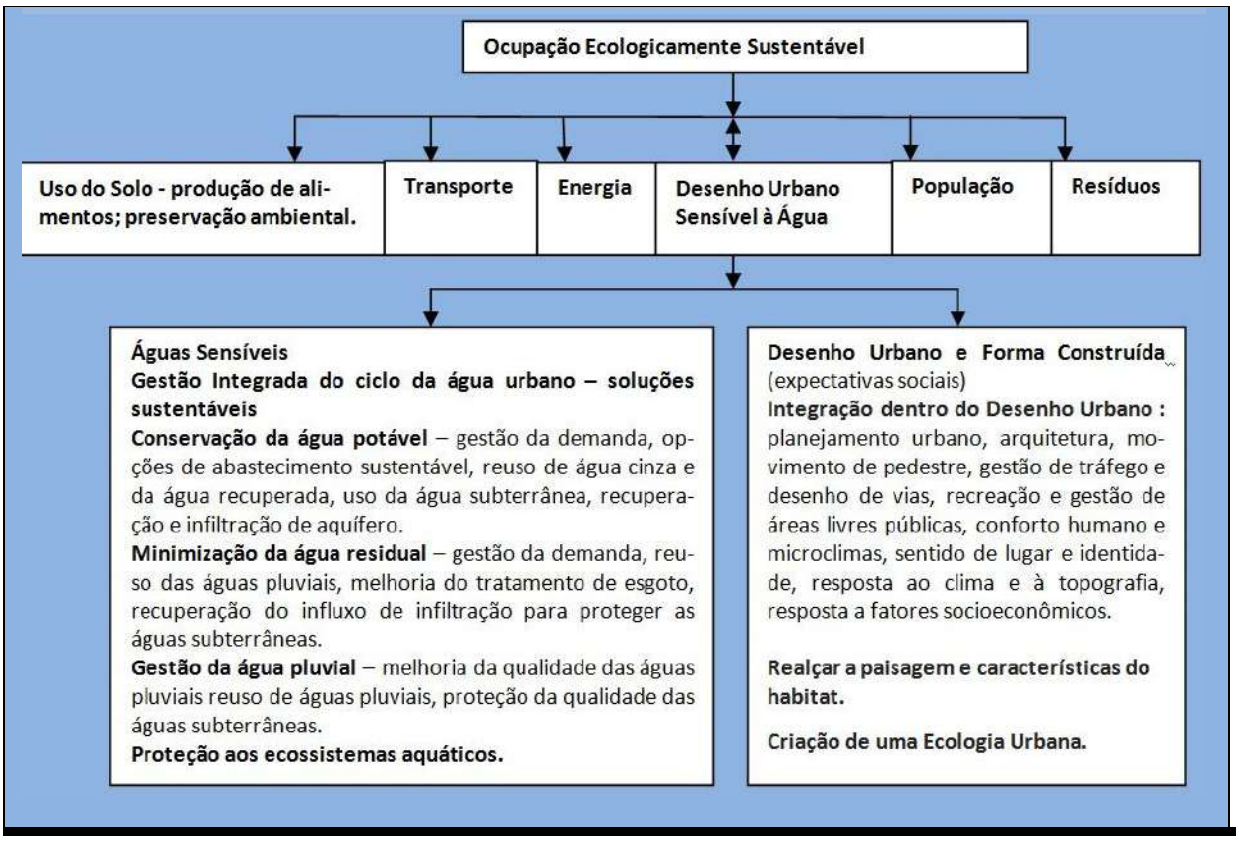


Figura 1.2 - Ocupação Ecologicamente Sustentável no espaço urbano
Fonte: Baseado no esquema do Programa WSUD

As formas de urbanização, com seus padrões de organização e sua infraestrutura, tem relação direta nos impactos da bacia hidrográfica. A expansão urbana voltada para o uso de automóveis leva à construção de vias, estacionamentos e outras superfícies impermeáveis, que ocasionam problemas de enchentes, congestionamentos de trânsito, alto consumo de energia, emissão de gases de efeito estufa e poluição generalizada.

No desenho urbano convencional, os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são desarticulados ou desconsiderados, durante o processo de planejamento. O desenho das vias, além de atender à mobilidade de pedestres e o tráfego de veículos, desempenham um papel fundamental na drenagem urbana. Ele pode influenciar o total de áreas impermeáveis e o planejamento hidrológico do local.

Sob a ótica dos processos hidrológicos, o sistema de drenagem urbana da cidade, bairro ou região abrange, não apenas as redes designadas para o fluxo de águas pluviais, mas todas as superfícies e reservatórios de água dentro da bacia: estradas, faixas de servidão, vias, calçadas, telhados parques, jardins, florestas, solo, fundos de vale, canais e lagoas. Estes elementos podem ser projetados para produzir uma mudança no escoamento e, ao mesmo tempo, funcionar como um filtro de poluentes, antes de entrar no sistema maior da cidade e do entorno.

Atualmente, pântanos reconstruídos, lagoas aeradas, paisagens adaptadas às inundações e canteiros pluviais são conceitos que funcionam com as forças naturais no desenvolvimento de um urbanismo resiliente, baseado em água. Em muitas estâncias eles são terrenos experimentais que, simultaneamente, acomodam pressões de desenvolvimento e preocupações ecológicas.

Porém, os sistemas verdes e naturais da cidade têm limites reais e capacidades de suporte relacionadas ao seu uso. Todas as cidades consomem terra (uso do solo) e recursos, que os utilizam para a sobrevivência das pessoas, construção e manutenção de edifícios e transportes como a energia, os alimentos, a água e materiais. E também geram resíduos que impactam os recursos e processos naturais que os estruturam.

É necessária uma mudança de paradigma em relação à maneira pela qual construímos nossas cidades, uma nova visão multidimensional sistêmica e transdisciplinar, que possibilite uma interface entre ciências naturais e das ciências sociais e humanas no espaço urbano. Muitas das soluções passarão por uma nova gestão e novos desenhos de cidade. A **Figura 1.3**Figura 1.3 é uma demonstração de novos cenários "divertidos" para adaptação do sistema de águas urbanas às mudanças climáticas.

Figura 1.3 - Gestão da água na cidade do futuro.

Fonte: ICLEI, UNESCO-IHE SWIFT - www.switchurbanwater.eu. Desenho adaptado por Carolina Mignon

A temática é envolvente e desafiadora, não só para os "designers de lugares", mas também, porque irá definir o destino da maior parte da população do planeta e dos ecossistemas. Nas palavras do secretário executivo da Convenção sobre Diversidade Biológica, "A forma como as cidades são projetadas, a forma como as pessoas vivem nelas e as decisões políticas das autoridades locais definirão a sustentabilidade global futura"[7].

1.3 Problemática

7 Braulio Dias, secretário da Convenção sobre Diversidade Biológica na 11ª Conferência das Partes sobre Biodiversidade (COP 11), Outubro de 2012. Publicado o novo relatório Panorama de Cidades e Biodiversidade (Cities and Biodiversity Outlook)

A abordagem do urbanismo ecológico é uma tentativa de aliar a teoria e a prática de desenho das cidades, ao planejamento urbano, à ecologia - que estuda a relação entre os organismos vivos e seu meio - a outras disciplinas. Tem como objetivo contribuir com estudos para o ser humano adaptar-se ao seu ambiente, por meio de projetos de lugares mais sustentáveis, reconhecendo as ligações com os elementos da natureza.

No entanto, dependendo da abordagem, o urbanismo ecológico é interpretado, muitas vezes, como "metáfora" ou um encontro interdisciplinar, favorecendo os aspectos ambientais em detrimento dos aspectos socioeconômicos e culturais. A noção de sustentabilidade urbana ainda é aplicada de maneira dicotômica quanto à questão espacial e gera conflito de visões nos planos do território.

A sustentabilidade espacial é defendida pelos arquitetos urbanistas que procuram promover a cidade compacta, favorecendo a aglomeração das populações urbanas e os sistemas de transportes mais sustentáveis; enquanto a sustentabilidade ambiental é defendida pelos cientistas ambientais, com ações preservacionistas que sustentam o modelo de cidades mais verdes e autossuficientes, com densidade populacional menor.

Sob a ótica utilizada no planejamento urbano no Brasil, o urbanismo sustentável ou ecológico ainda é visto pelos estudiosos do planejamento urbano como o urbanismo do início do século XX, iniciado com as cidades jardins e as cidades modernistas. Naquela época, o arquiteto era analisado como um ser alienado do contexto histórico e social da cidade, a favor da classe dominante. Nesse sentido, há muito preconceito em relação a essa abordagem.

Mesmo considerando sua dimensão estética, o urbanismo ecológico não deve ser considerado um estilo, um urbanismo de modelo planejado, como está sendo divulgado pelo meio acadêmico e pela mídia. Ainda não se considera a contribuição científica do desenho urbano e seu potencial interdisciplinar para atender às expectativas sociais e às necessidades dos ecossistemas, bem como o seu poder "transdisciplinar" de alcançar conexões importantes por meio do conceito de sistemas urbanos ou ecossistemas urbanos.

No entanto, o planejamento urbano no Brasil tem sido tratado sob a luz da multidisciplinaridade, ao receber colaboração de sociólogos, historiadores, economistas, juristas, geógrafos, psicólogos, biólogos, engenheiros ambientais (infraestrutura), ecólogos, na busca do enfoque da cidade como entidade global. Porém, essa proliferação acelerada das disciplinas tornou cada vez mais ilusória a unidade do conhecimento científico (NICOLESCU, 1999).

No Brasil, o Observatório das Metrópoles[8], do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, analisou as áreas de atuação do CNPq e da Capes e apontou a necessidade da multidimensão dos saberes para a gestão das cidades brasileiras, por meio de um diagrama das subáreas, consultado no CNPq/Capes. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.4** ilustra pulverização as áreas do conhecimento que deveriam estar mobilizadas de maneira articulada para a produção do adequado saber urbano. Assim, foi constatada a inexistência de uma formação do profissional da cidade, desde a graduação, que atendesse a essa realidade.

Entretanto, considerando o potencial da transversalidade da Ecologia, principalmente se incorporada às três ecologias de Guattari (1989) - ambiental, social e a do ser humano, constata-se que ela ainda não se encontra articulada no diagrama da pulverização da articu-

[8] Trata-se de um grupo que funciona como um "*instituto virtual*" e reúne hoje 159 pesquisadores (dos quais 97 principais) e 59 instituições dos campos universitário (programas de pós-graduação), governamental (fundações estaduais e prefeitura) e não-governamental, sob a coordenação geral do IPPUR - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
http://www.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=62&lang=pt#

lação das áreas do conhecimento, desenvolvido pelo Observatório das Metrópoles **(Figura 1.4).**

Como se trata do grupo que tem maior a representatividade junto a Capes e CNPq, no que tange à gestão das cidades brasileiras, é notória a grande lacuna existente entre os planejadores urbanos e o conhecimento das ciências ecológicas. Esta lacuna seria uma consequência da ausência de conexão entre as ciências sociais e as ciências ecológicas?

A maneira de se analisar as cidades depende do ponto de vista de cada área do conhecimento. Por exemplo, as disciplinas de história, geografia, sociologia ou economia classificam as cidades em termos de tamanho, localização, relação com espaço, exclusão social, função, demanda demográfica, entre outros. Por outro lado, as disciplinas de engenharia ambiental, analisam as cidades em termos de demanda e oferta de infraestrutura ambiental.

No final, o diagnóstico de uma cidade, ou uma região urbana, em termos de impactos socioambientais, é resultado de investigação multidisciplinar, a soma de partes do conhecimento, cada qual com suas prioridades, mas não se consegue uma visão da totalidade do sistema urbano, não alcançando a sustentabilidade urbana.

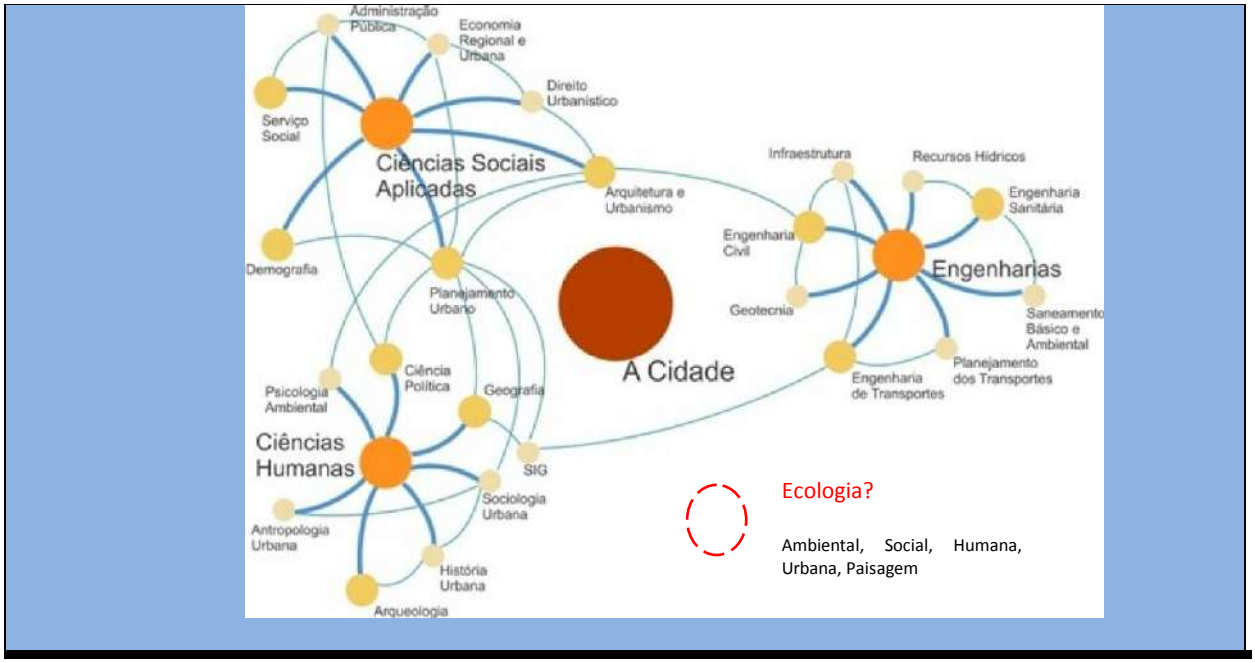


Figura 1.4 - Pulverização das subáreas da multidimensão dos saberes necessários à gestão das cidades brasileiras. Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. Disponível em http://web.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_k2&view=item&id=243:saberes-sobre-a-cidade&Itemid=166&lang=pt .

Em relação ao aspecto teórico-metodológico, a questão ambiental urbana não tem ainda um estatuto delimitado, devido ao tratamento dissociado entre ecologia e a problemática urbana. O planejamento urbano-ambiental requer uma formação em ética, ecologia e valores sociais essenciais, visto que, qualquer projeto não é neutro em termos de valor e determina a maneira pela qual as pessoas irão viver.

Mesmo se analisada do ponto de vista do processo de projeto físico urbano, envolve o equilíbrio entre vários fatores: políticos, econômicos, ambientais, culturais e físicos. Assim, a compreensão da multidimensionalidade dos processos e as dualidades existentes devem estar presentes, tanto no âmbito da pesquisa acadêmica, quanto no âmbito governamental e da sociedade, como um todo. A visão transdisciplinar que contempla a complexidade do uno e do múltiplo, com princípios unificadores e as conexões que abrangem os níveis de realidade (local e global), ainda não é considerada.

O planejamento urbano tem sido realizado com base em conceitos simplificadores da cidade, quanto ao espaço físico, desconsiderando que o meio físico é transformado com certas intenções, por processos sociais de produção. Ainda há falhas na descrição da complexidade do espaço urbano real, sem uma visão sistêmica, que trate das relações elaboradas entre as partes do todo. A causa disso, em parte, poderia ser explicada pela relativa dificuldade entre a aproximação de teorias que abordam o planejamento urbano e estudos sobre configuração urbana?

Na visão de Alexander et al. (1987), o crescimento e construção das cidades são feitos de muitos processos, que englobam múltiplos objetivos democráticos, com um número de coisas misturadas juntas com metas particulares, porém sem qualquer ordem ou razão particular. É muito difícil conciliar todos os fatores e englobar todos os aspectos para gerar uma totalidade. São estabelecidos pesos e prioridades diferentes.

Ainda não é comum fazer uma leitura das regras locais, dos "padrões" de comportamento do sistema urbano, são múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas no espaço, que resultam em algum tipo de macrocomportamento. Segundo Alexander et. al. (1978), os planos gerais tentam coordenar centenas de atos construtivos, separados, no entanto, ainda não conseguem absorver as "regras de combinação" dos elementos da estrutura que os compõe, que formam configurações representadas nos "padrões de organização" da ordem natural.

O desafio é alcançar um único processo, que trabalhe em vários níveis de realidade, de muitas maneiras diferentes, com uma única meta, essencialmente, um único processo para criar a totalidade única. Alexander et. al. (1987) acreditam que esse sentimento de totalidade está faltando no planejamento e desenho urbano, como ocorria no passado nas cidades antigas representado por uma unidade orgânica que se encontra em todos os detalhes.

Espera-se que, com a necessidade de buscar soluções para as questões, como a poluição e do esgotamento dos recursos naturais, o aumento das desigualdades sociais, a procura pelo bem estar na saúde humana, a necessidade de adaptação aos efeitos das mudanças climática e sua prevenção, as pesquisas sobre as cidades consigam recuperar a totalidade perdida.

Apesar de esta pesquisa tratar dos padrões espaciais, o grande pano de fundo concentra-se nos fluxos de água no ambiente urbano, considerando a potencialidade transdisciplinar da água como elemento necessário à sobrevivência de todas as espécies, e aquele que conecta todos os seres vivos. A visão sistêmica do desenho urbano sensível à água com a infraestrutura ecológica possibilita a integração de vários saberes, isto se houver um engajamento de todos no processo.

Portanto, acredita-se que o estudo do processo de desenho, dos padrões de organização, da heterogeneidade do sistema urbano, possa contribuir para amenizar as desconexões que hoje ocorrem no processo de planejamento das cidades brasileiras.

Ao longo dos estudos e de trabalhos práticos chegou-se a quatro grandes questões-problemas que estão interligadas com o objetivo de se alcançar a ocupação ecologicamente sustentável, as quais se pretende investigar, ao longo da pesquisa.

1.3.1 A ausência da visão sistêmica é fruto da falta de conexão entre as ciências ecológicas e as ciências sociais, refletida na dualidade no planejamento urbano ambiental.

Os instrumentos de gestão ambiental urbana brasileira não conseguem promover uma ação integrada entre a política urbana, a política ambiental e a política de recursos hídricos. Em geral, os planos diretores não fazem uma abordagem integrada com as políticas ambientais e demais políticas setoriais, que continuam sendo tratadas de forma segmentada. Ainda ocorre a falta de integração dos órgãos do governo, que produzem diretrizes pouco específicas e algumas vezes incoerentes com a realidade das cidades.

No Brasil, prevalece a lógica do planejamento do zoneamento, do sistema viário e do estabelecimento de densidades. Há uma excessiva ênfase no zoneamento como instrumento de controle sobre a forma urbana, uma vez que suas limitações têm se mostrado conflituosas em situações de audiências públicas, envolvendo as políticas urbanas e ambientais. São dados pesos diferentes em cada situação-problema e o campo da ecologia ainda não é incorporado às tomadas de decisões.

Os planos do território não conseguem fazer a integração entre a Agenda Verde e a Agenda Marrom.

A Agenda Verde se refere a assuntos de ordem ecocêntrica, como as mudanças climáticas e a preservação de florestas e biodiversidade (BRASIL, 2011), fazendo uso do pensamento sistêmico para embasar as suas ações e sendo mais comumente relacionada aos países desenvolvidos.

A Agenda Marrom se refere às questões relacionadas às necessidades básicas do ser humano, portanto de ordem antropocêntrica. Dizem respeito à industrialização, ao crescimento econômico, ao desenvolvimento social e aos problemas ambientais urbanos, como a poluição do ar, da água e do solo, coleta e reciclagem do lixo e ordenamento territorial (BRASIL, 2011). Esta agenda é mais adequada às necessidades de países em desenvolvimento.

Na pesquisa realizada pela Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos, coordenada pela Secretaria Nacional de Programas Urbanos do Ministério das Cidades[9] (2011), sobre "A Dimensão Ambiental nos Planos Diretores de Municípios Brasileiros", revelou-se que ainda há um "tratamento compartimentado das questões de desenvolvimento urbano e gestão ambiental", com pouca possibilidade de convergência dessas duas tradições de regulação e sem enfrentamento dos conflitos importantes (COSTA, CAMPANATE E ARAÚJO, p. 187).

1.3.2 O distanciamento entre o planejamento urbano e o desenho urbano, que se iniciou na segunda metade do século XX, ainda predomina no Brasil, dificultando a abordagem da ecologia da cidade.

Os planejadores urbanos trabalham a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade, que contribuem para a análise no plano global da estrutura urbana. Criam uma ordem explícita, mas sem conexões, sem uma ordem orgânica. São planos "padronizados"(*standart), desenvolvidos pelos mesmos agentes, que não consideram as características locais, as* conexões sociais, culturais e ambientais, que ao formar uma totalidade são refletidas na ordem global (Alexander, 1978).

O modelo de planejamento urbano vigente no Brasil, apesar da exigência do Estatuto da Cidade de 2001 de gestão participativa no processo, ainda é um modelo que define o ma-

[9] Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos coordenado pelo Ministério das Cidades/SNPU, pelo IPPUR/UFRJ – Observatório das Metrópoles, pelo Instituto Polis e pela Fase – Federação de Órgãos para a Assistência Social e Educacional.

crozoneamento de “cima para baixo”. As soluções de planejamento lançam diretrizes para grandes zonas urbanas, que não são emergentes de “baixo para cima”, dificultando o entendimento das comunidades locais, que, em muitos casos, favorece a lógica imobiliária.

O planejamento urbano de zoneamentos, no Brasil, se distanciou dos estudos da forma urbana; trabalha com diretrizes gerais, não “toca o chão”. Não valoriza a heterogeneidade espacial da escala mais refinada. Isso tem dificultado a interface com a abordagem ecológica científica do urbanismo, como estudos sobre ecologia urbana ou ecologia da cidade. Na **Figura 1.5**, o exemplo de três formas de legislação para o parcelamento de uma quadra: o zoneamento convencional, diretrizes de projeto e códigos baseados na forma urbana, a escala “refinada”.

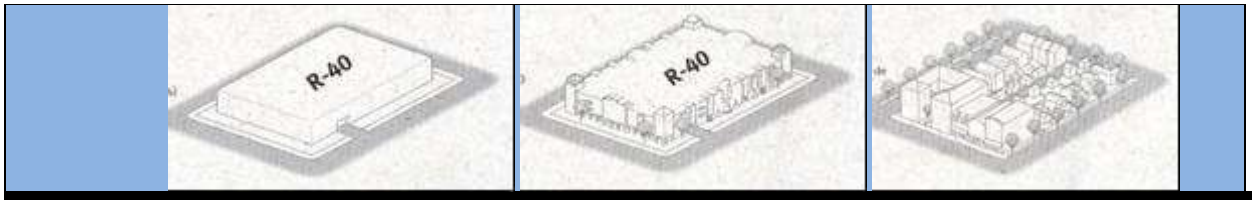


Figura 1.5 - Três formas de legislação (normas e gabaritos) da ocupação urbana: zoneamento convencional, diretrizes de projeto e códigos baseados na forma urbana.
Fonte: Peter Katz e Steve Price: In FARR (2013).

Os parâmetros urbanísticos, tradicionalmente definidos por regras de ocupação do uso do solo, são limitados em relação à composição dos elementos da forma urbana, às relações de interação entre a forma construída e espaços abertos (NETTO E SABOYA, 2010), entre as necessidades da comunidade urbana e a necessidade dos ecossistemas na paisagem; em síntese, são limitados em relação à noção de totalidade do conjunto.

Em muitas cidades, o detalhamento da escala local fica a critério das leis de uso e ocupação do solo – LUOS – que lançam apenas diretrizes de projeto com foco nas dimensões funcionais e econômicas, sem preocupações com outras expectativas sociais, tais como ecológicas, bioclimáticas, culturais (identidade e orientabilidade), afetivas, sociológicas, expressivas, estéticas e simbólicas. São ações distantes do desenho urbano sensível à água e, ao mesmo tempo, não geram uma totalidade do sistema urbano. As preocupações, os problemas e os impactos continuam porque não há unidade nas ações.

Nos congressos da Associação Nacional em Planejamento Urbano e Regional prevalece a vertente multidisciplinar, com predomínio da visão não espacializada, ignorando-se o potencial do desenho urbano como ciência capaz de fazer a leitura dos efeitos concretos da cidade e sua interface com a heterogeineidade espacial da nova ecologia da cidade.

A ANPUR direciona estudos sobre sustentabilidade urbana, que tratam da legitimidade das políticas urbanas e qualidade de vida, com apenas uma sessão temática sobre questão urbano-ambiental, com foco na mitigação dos problemas ambientais, desconectada da ecologia e com pouca ênfase na morfologia urbana, abordada, às vezes, em outra sessão. Segundo Holanda et al. (2000), o espaço da cidade é abordado de duas maneiras: em razão dos processos de sua produção e em razão do desempenho do espaço já realizado e concretamente utilizado pelas pessoas, seja por moradores ou por visitantes.

A primeira abordagem tem mais tradição e mais sessões temáticas, porque nasceu mais sob a proteção das ciências sociais, um campo que tem tradição analítica. Já o campo configuracional *strictu senso*, onde se situa a Arquitetura e Urbanismo, é visto como disciplina normativa e prospectiva.

Na visão de Holanda et. al. (2007), é necessário ultrapassar as fronteiras e limitações. Eles propõem duas maneiras para fortalecer os laços das duas visões. Nas ciências sociais,

os pesquisadores deveriam assumir uma postura propositiva, ao invés de só contemplativa, e no campo da arquitetura e urbanismo, os projetistas deveriam transcender a postura apenas normativa e irreflexiva para instituir-se, também, como disciplina analítica dos efeitos que o desenho do espaço urbano causa nas pessoas.

Na mesa redonda sobre as questões urbanas e ambientais do SEPEPUR[10] 2012, Seminário de Avaliação do Ensino e da Pesquisa em Estudos Urbanos e Regionais da ANPUR, constatou-se que é fundamental articular as escalas regional e local, considerando os processos intraurbanos como uma parte de um todo maior. Nesse seminário, concluiu-se que o planejamento urbano-ambiental requer posicionamentos teóricos e generalizações conceituais possíveis para promoverem a capacidade de articulação das escalas e a correta compreensão da inserção das cidades na natureza. Isto, quanto às estratégias de uso e ocupação do solo, incluindo a discussão sobre morfologia urbana, tipologias de parcelamento e edificações, ferramentas de análise e subsídios para formulação de políticas públicas.

Na visão de Holanda (2007), a arquitetura é uma variável dependente das forças políticas socioeconômicas, e, também, quanto à sua forma, é uma variável independente que tem efeitos na vida das pessoas e nos ecossistemas.

1.3.3 O urbanismo sustentável que está sendo introduzido no Brasil para a aplicação da infraestrutura verde obedece à lógica dos modelos da cidade planejada dispersa, com baixas densidades ou de concentração de edifícios em altura isolados no lote, levando à morte do espaço público e à exclusão social.

No que tange ao desenho urbano sensível à água: para a manutenção do ciclo da água no meio urbano, em áreas de sensibilidade ambiental, o que prevalece são diretrizes para projetos urbanísticos com baixas densidades, ou edifícios em altura isolados, sob a guarda do "urbanismo sustentável", tipicamente de classes de renda mais alta. Geralmente, são condomínios isolados do contexto urbano e não promovem a totalidade do espaço urbano e a heterogeneidade espacial.

Mesmo possuindo estreita ligação com o desenho urbano e as formas de uso e ocupação do solo, as ações de saneamento no Brasil seguem a lógica do atendimento às demandas emergentes, não contribuindo para a organização do espaço urbano. São realizadas de forma não integrada, atuando sempre sobre problemas pontuais e nunca desenvolvendo um planejamento preventivo ou sugestões de mudanças (BERNARDES ET AL., 2006).

Nos países desenvolvidos já estão sendo pesquisados os efeitos da densidade das ocupações urbanas no escoamento superficial das águas pluviais. Os resultados encontrados pela Agencia de Proteção Ambiental (US-EPA, 2006), nos últimos anos, sugerem que o desenvolvimento de baixa densidade nem sempre é a melhor estratégia para proteger os recursos hídricos no contexto regional de outras bacias hidrográficas, uma vez que mais estradas são construídas para o deslocamento. Ou, até mesmo, no nível da mesma bacia hidrográfica e do próprio lote.

Os estudos apontam que as ocupações de maior densidade podem proteger melhor a qualidade regional da água, por consumir menos espaço para assentar o mesmo número de casas. A grande questão é proteger as funções da bacia hidrográfica, em áreas generosas de espaço aberto, em áreas ecologicamente sensíveis no entorno das aglomerações. Portan-

10 Seminário de Avaliação do Ensino e da Pesquisa em Estudos Urbanos e Regionais. Encruzilhadas no Ensino, Pesquisa e Extensão em Planejamento Urbano e Regional MESA REDONDA 2 - Configurações atuais da pesquisa e do ensino de pós-graduação na interface urbano-ambiental: atualizando a agenda de pesquisa. Participaram desta mesa as pesquisadoras Lucia Conny, Ana Cláudia Cardoso, Heloisa Soares de Moura Costa, Eliane Bessa, Ana Cláudia Cardoso, Laura Bueno, Maria Lucia Refinetti Martins.

to, não é a densidade populacional que deve ser avaliada e sim a densidade construtiva relacionada à forma urbana.

1.3.4 No Brasil, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentram-se na área de conhecimento das engenharias, que muitas vezes não está conectada às áreas de Ecologia e Desenho Urbano; que, por sua vez, estão distantes da área de recursos hídricos.

No Brasil, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentra-se na área de conhecimento das engenharias; e muitas vezes não está conectada à outras pesquisas, como a forma urbana e seus padrões de ocupação, os tipos edilícios e sua relação com renda e o consumo de água e impactos nos ecossistemas.

De acordo com Gorski (2010) e Tucci e Mendes (2006), ainda adotamos medidas estruturais com visão pontual dos sistemas tradicionais de drenagem, como as canalizações de curso d'água, sem avaliar as consequências dessas obras, que acabam aumentando as vazões e a frequência de inundações. Tais sistemas são incapazes de abranger a complexidade do ciclo hidrológico, sistemas que já foram abandonados, há mais de 30 anos por países desenvolvidos.

Segundo Tucci (2008, p. 8), este processo foi comum em todas as cidades, até a década de 70, o que caracterizou o "período higienista" na gestão das águas urbanas. Os anos entre 1970 e 1990 caracterizaram um "período Corretivo", principalmente nos países desenvolvidos, onde o principal foco foi o controle do impacto causado pelos tradicionais sistemas de drenagem. Apenas a partir da década de 1990, medidas sustentáveis foram incorporadas à gestão de águas urbanas, nas quais a ocupação urbana respeita os mecanismos naturais de escoamento e o impacto a jusante é minimizado. Porém, isso ainda é uma exceção nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

O Programa Drenagem Urbana Sustentável do Ministério das Cidades (BRASIL, 2006) contempla intervenções necessárias à ampliação e a melhoria dos sistemas de drenagem urbana, que engloba a modernização das soluções técnicas adotadas, envolvendo atividades de: microdrenagem e macrodrenagem para a promoção do escoamento regular das águas pluviais e prevenção de inundações locais, a jusante e a montante, proporcionando segurança sanitária, patrimonial e ambiental. Porém, essas técnicas não estão associadas aos sistemas ecológicos e nem ao desenho urbano, e ainda contemplam sistemas de galerias de águas pluviais. Em alguns casos, ainda recomendam a retenção de água por meio de canalização de rios.

Outro aspecto importante são as ações e intervenções de engenharia desvinculadas da capacidade de suporte dos ecossistemas aquáticos ou dos ecossistemas terrestres na paisagem. As preocupações dos planos de bacias, de drenagem ou de saneamento estão voltadas para a capacidade de suporte dos sistemas hídricos e estão associadas ao enquadramento dos corpos hídricos e densidades habitacionais; ignoram a potencialidade da aplicação da heterogeneidade espacial na escala mais refinada de desenho e infraestrutura urbana, bem como soluções de saneamento ecológico nos parcelamentos urbanos.

É necessário promover um avanço teórico no campo epistemológico do planejamento urbano-ambiental, que possibilite pensar a cidade perante uma dimensão complexa multidimensional, sistêmica e holística, considerando o potencial do desenho urbano para integrar vários planos setoriais do território existentes em uma bacia hidrográfica e para se adequar às incertezas das mudanças advindas das mudanças climáticas, da economia global, e da tecnologia de informação.

1.4 Avanços na conexão entre Ecologia e Desenho Urbano.

O conceito de transdisciplinaridade deve ser pensado como a possibilidade de construir pontes entre as disciplinas e estar, ao mesmo tempo, "entre as disciplinas através de diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina" (NICOLESCU, 1999, p.19), como o caso da ciência ecológica.

A ecologia aparece como a primeira ciência sistêmica e transdisciplinar (MORIN 2007 e 2010). Na visão de Odum e Barret[11] (2011), a ecologia não é uma simples ramificação da biologia, é a nova disciplina holística, com raízes nas ciências biológicas, físicas e sociais. A meta da Ecologia é unir as ciências naturais e sociais; porém, ainda há muito que se avançar na direção da abordagem transdisciplinar.

A Ecologia tem um escopo amplo, mas sempre centrada em torno das interações envolvendo organismos, estruturas e processos que eles geram ou são envolvidos. A ciência ecológica emergiu no início do século XX como uma disciplina sintética entre botânicos e zoologistas, cientistas físicos, agriculturalistas e geógrafos e, posteriormente, evoluiu, sob a influência do pensamento sistêmico, com a introdução do conceito de ecossistema, por Odum, em 1953, em Fundamentos da Ecologia.

No âmbito do desenho urbano, ainda é comum o termo ecologia ser usado para expressar um modelo de ambiente em um lugar particular ou um conjunto de relações que existem lá. Isto tem gerado um grande mal entendido nas discussões que envolvem cientistas ecológicos e designers urbanos, porque ecólogos raramente usam ecologia para se referir a modelos específicos.

A despeito das preocupações comuns, as disciplinas de desenho urbano, ecologia e a dimensão social trazem sempre um aparente conflito entre ambientalismo e urbanismo; ambienta natural e ambiente construído. Porém, Pickett, Cadenasso, McGrath, (2013) acreditam que essa separação ocorre na cabeça das pessoas.

Eles aconselham que se deve dar voz às diferentes disciplinas, pressionar os pesquisadores a explorar os assuntos e normas que estão subjacentes, seus termos, bem como suas imagens. Isso é um dos objetivos da transdisciplinaridade, fazer emergir novos dados, a partir da confrontação das disciplinas, que as articulam entre si e que nos dão uma nova visão da natureza e da realidade. A transdisciplinaridade não é contra a disciplinaridade, ela é complementar e não procura a dominação de várias disciplinas, mas a abertura de todas as disciplinas para temas transversais.

Considerando o potencial transdisciplinar da Ecologia, alguns cientistas do Instituto Cary de Estudos do Ecossistema (*Cary Institute of Ecosystem Studies*)[12] dos EUA, fundado na década de 1980, acreditam que a compreensão dos ambientes urbanos como sistemas ecológicos[13],os "ecossistemas urbanos", além de ser fundamental para sobrevivência do planeta, é apontada como um meio importante para o conhecimento científico e para a aproximação da ciência ao público, entendendo que as áreas urbanas são um ambiente escolhido pela maioria das pessoas para se viver.

---

11 A Emergência da Ecologia como uma Nova Disciplina Integrativa. E.P. Odum (1977).

12 http://www.caryinstitute.org/

13 Cary Conferences at the Institute of Ecosystem Studies (IES), Why Is Developing a Broad Understanding of Urban Ecosystems Important to Science and Scientists? Steward T.A. Pickett.

O instituto promove um ambiente intelectual voltado para a moderna ecologia e, em algumas conferências[14] e grupos de trabalho, tratam o conceito de ecossistema[15] para assentamentos humanos e processos sociais. São abordagens ousadas para promover um diálogo entre áreas do conhecimento com foco na resiliência em Ecologia e Desenho Urbano, englobando as dimensões social e ambiental.

Na visão de Pickett, Cadenasso, McGrath (2013), há multicaminhos e multimaneiras para ligar Ecologia, Sociedade e Desenho Urbano. Dentro de cada um desses campos, entre teoria e prática, os estudos giram em torno da melhoria do conhecimento das cidades e, de fato, em direção à melhoria das cidades. Portanto, é recomendável investigar, avaliar e promover retornos ao campo conceitual das teorias existentes.

Porém, o espaço conceitual é complexo e requer o desenvolvimento de muitas novas ferramentas ou aprimoramento de ferramentas disponíveis. Pretende-se nessa pesquisa fazer um levantamento teórico, conceitual das principais tendências no campo da ecologia no âmbito da cidade e do desenho urbano.

Com avanços no campo da Ecologia, com foco no ambiente urbano nas últimas décadas, como estudos em ecologia urbana e ecologia da paisagem, abriu um campo de possibilidades de estudos que servem de inspiração para os planejadores e designers de cidades, bem como para a integração de campos de saberes.

O desenvolvimento da ecologia urbana ocorreu em paralelo ao desenvolvimento da ciência ecológica nos EUA, mas não continuamente. Foi pontuado por períodos de ações e avanços em três tendências marcantes. A primeira, a partir de 1920, surgiu com a ecologia humana e estrutura urbana da Escola de Chicago, com a compreensão social pela diferenciação espacial.

A segunda, a partir da década de 1950, a cidade foi tratada como sistema, caracterizou como um organismo, mas ainda com estudos separados sobre metabolismo urbano e análise de populações de plantas e animais nos espaços verdes, que culminaram na ecologia "na" cidade e, posteriormente na ecologia da paisagem. A ecologia da paisagem trouxe importante contribuição sobre estudos da relação recíproca entre heterogeneidade espacial e função dos ecossistemas (CADENASSO E PICKET, 2013).

Esse aspecto repercutiu na terceira e atual fase da ecologia urbana, a ecologia "da" cidade, com uma abordagem mais abrangente do ecossistema urbano que trata dos componentes físicos, biológicos, sociais e do ambiente construído (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

O ecossistema urbano abrange todos os processos que sustentam os recursos naturais e humanos, tais como: processos culturais, fluxos de capital, pessoas e bens, além dos fluxos de água, ar, nutrientes e poluentes. Portanto, é a interação dos componentes sociais, biológicos, físicos e do ambiente construído (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013). Todos os organismos são incluídos, desde a população (humana ou não) e a comunidade e suas

---

[14] A oitava conferência do Instituto Cary "Compreendendo Ecossistemas urbanos", que ocorreu em 1999, centrou-se no ecossistema urbano para a educação, como uma fronteira importante para pesquisadores e educadores interessados em compreender as áreas urbanas a partir de uma perspectiva ecológica. A premissa central da conferência foi a de que todos os tomadores de decisão, gestores e cidadãos, e não apenas cientistas e educadores, precisam de uma compreensão muito melhor de como as cidades funcionam como sistemas ecológicos. Foi um primeiro esforço para reunir líderes nas dimensões biológicas, físicas e sociais da pesquisa em ecossistema urbano, com os principais pesquisadores de educação, administradores e profissionais.

interações com o ambiente físico, que compreende artefatos construídos, como edifícios, estradas e redes de esgotos, bem como a água, o solo e as plantas (SPIRN, 2011).

Tomando as cidades como ecossistemas, dentro do espectro hierárquico, é importante considerar os níveis adjacentes, assim como o nível em questão, a hierarquia tríplice, apontada por Odum e Barret (2007): o subsistema (o próximo nível abaixo), o sistema e suprassistema (o próximo nível acima). Deve-se analisar o desempenho da "comunidade", como populações que ocupam certa área, o "ecossistema", que é a comunidade e o ambiente não vivo funcionando juntos, e a "paisagem", como uma área heterogênea composta de um agregado de ecossistemas em interação, que se repetem de maneira similar, por toda a sua extensão (Odum e Barret, 2007).

Nesse sentido, os estudos sobre o ciclo da água urbano no âmbito da paisagem da bacia hidrográfica devem estar atrelados aos estudos dos ecossistemas urbanos, considerando os padrões de organização espacial da comunidade e da paisagem. Deve-se pensar em como adaptar a forma urbana às necessidades das pessoas e dos ecossistemas, bem como aos processos naturais; uma sobreposição de "lentes" em qualquer escala, considerando, no nível do ecossistema urbano, os fluxos de matéria, energia, organismos e informação, e, no nível da paisagem, a heterogeneidade espacial em qualquer escala.

De acordo com estudos mais recentes da ecologia da cidade dos pesquisadores Pickett, Cadenasso, McGrath (2013), a heterogeneidade espacial dos sistemas ecológicos é considerada um aspecto importante para avaliar a funcionalidade ecológica desse sistema. Essa heterogeneidade deriva de uma combinação de elementos paisagísticos naturais e planejados, solo, água e plantas com artefatos construídos, tais como a distribuição e densidade de edificações, pavimentação e vegetação, podendo ocorrer em várias escalas, originando uma heterogeneidade espacial muito mais detalhada no nível do ambiente construído.

Assim, um grande passo foi dado no encontro entre o desenho urbano e a ecologia com a aceitação da heterogeneidade espacial para avaliar os sistemas ecológicos. O desenho urbano e seus padrões espaciais têm um papel importante na determinação da heterogeneidade espacial dos sistemas urbanos, atuando na decisão de quais elementos estarão presentes no sistema, nas quantidades, e na configuração destes elementos. Tanto na macro escala, quanto na micro escala, nas pequenas ou grandes extensões espaciais que podem, reciprocamente, interagir com processos ecológicos, incorporando o valor de design, cultural ou estético. Nesse sentido, a forma urbana é determinante para a biodiversidade e pegada ecológica das cidades.

Na visão de Pickett, Cadenasso, McGrath (2013), a abordagem do Desenho Urbano possui conceitos e atividades com vários atributos importantes, que deveriam ser compreendidos pelos ecólogos, principalmente na escala local dos assentamentos urbanos e seus espaços públicos. Ao mesmo tempo, os designers urbanos podem se beneficiar dos estudos científicos da nova Ecologia da Cidade e construir conexões importantes, como estudos sobre heterogeneidade espacial, mosaicos urbanos, manchas urbanas e silvestres, fluxo de água na área urbana sobre os processos biofísicos, resiliência, adaptação e mudança.

Os estudos interdisciplinares, nas décadas de 1960 e 1970, sobre sistemas complexos, auto-organização, propriedades emergentes e padrões de organização colocam o campo disciplinar do desenho urbano como uma "ciência urbana", sob a influência do estruturalismo e do pensamento sistêmico, conferindo-lhe um caráter transdisciplinar, importante para o estudo de "padrões espaciais" dos ecossistemas urbanos.

A cidade como sistema é caracterizada por propriedades que emergem das interações das partes, definindo padrões de organização. Na visão de Capra (1996) esses padrões são entendidos como a configuração de relações características entre os componentes do sistema, que determinam as características essenciais desse sistema. Segundo Alexander et. al. (1977) um padrão pode ser entendido como uma solução recorrente e cada um representa uma regra governando uma parte funcional de um sistema complexo.

No entanto, nos estudos sobre a ciência do desenho urbano é possível inferir uma dicotomia existente nos padrões espaciais resultantes em modelos propostos para a cidade.

Um modelo está baseado na arquitetura da paisagem, com interface da ecologia da paisagem e da ecologia "na" cidade para cidades "mais verdes", como nos padrões orgânicos planejados, ou "pitoresco planejado", identificados por Frederick Law Olmsted, Ebenezer Howard e Ian McHarg e Christopher Mare, além dos "anti-padrões" do urbanismo moderno, identificados em Salingaros. No entanto, as cidades eram planejadas para serem integradas à natureza e, alguns casos, como em Olmsted e McHarg, eram desenhadas para acompanhar os fluxos de água e de organismos, a fim de manter a saúde humana e as inúmeras conexões entre humanos e os ecossistemas que os mantém.

Na cidade verde, os padrões espaciais são estruturados visando o grau de permeabilidade da matriz e, na maioria das vezes, são representados por baixas densidades nos assentamentos, com foco na sustentabilidade ambiental e ecológica (pegada ecológica). Nos padrões espaciais, para a capacidade de suporte das cidades, no que tange à pegada ecológica, encontram-se as contribuições dos estudos permaculturais de Bill Mollison, David Holmgreen e Christopher Mare.

O outro modelo está fundamentado na complexidade organizada, nas propriedades emergentes e na totalidade dos sistemas, como nos padrões identificados por Jane Jacobs, Christopher Alexander, Bill Hillier e Julienne Hanson, Frederico Holanda , Jan Gelh afinados com a nova ecologia "da cidade", humana e social, para a"cidade mais compacta", que tem interface com a arquitetura sociológica.

A sustentabilidade espacial ou territorial refere-se a configurações urbanas balanceadas, com melhoria do ambiente urbano, para maximização das trocas de matéria, energia e informação. Reconhece-se que a forma urbana compacta e a leitura da malha viária como potenciais para identificar padrões orgânicos e propriedades emergentes, que criam o movimento no sentido de "baixo para cima" (*bottom-up*).

A complexidade organizada das cidades pode ser identificada pela Sintaxe Espacial, como a inteligibilidade da cidade, que é a facilidade com que se percebe a estrutura dos caminhos. Nesta pesquisa são adotados dois métodos importantes para analisar a configuração espacial, "Uma linguagem de padrões", de Christopher Alexander et al. (1977) e a "Sintaxe Espacial", de Bill Hillier e Julienne Hanson (1984).

Alexander et al. (1977) se encaixam no meio do caminho entre a sustentabilidade ambiental e espacial, uma vez que propõem o uso de padrões de projeto para resolver um problema particular em um dado contexto, que considere as "forças conflitantes" e sua harmonização em uma possível solução.

Hoje, o grande desafio da sustentabilidade urbana é conciliar as questões referentes à densidade populacional, com os padrões de ocupação e de uso do solo, em termos de justiça social, e à capacidade de suporte das cidades, no que tange à pegada ecológica e à manutenção do ciclo da água no meio urbano. No entanto, será necessário atender às várias

dimensões da sustentabilidade no contexto do desenvolvimento urbano, considerando a dicotomia existente entre as sustentabilidades, ambiental e espacial.

A infraestrutura ecológica e o desenho urbano sensível à água criam possibilidades para a aplicação do princípio dialógico da transdisciplinaridade e nos permite manter a dualidade no sentido da unidade. É importante analisar a sensibilidade ambiental de cada local para a aplicação dos padrões espaciais. O ecossistema urbano tende a melhorar o desempenho, ora de seu subsistema - a comunidade, ora de seu suprassistema - a paisagem, formando um verdadeiro mosaico ecológico urbano.

Para construir cidades resilientes será importante promover uma visão "transdisciplinar" com integração entre designers, cientistas sociais e cientistas ambientais, que incorporem, sistemicamente, nas tomadas de decisão, as questões sobre mudanças climáticas, declínio do petróleo, segurança alimentar, aumento das desigualdades sociais, escassez de água potável, redução da biodiversidade, aumento de ilhas de calor, poluição, emissão de gases, inundações, tempestades e efeitos do tráfego.

Portanto, ficam aqui as seguintes indagações:

- É possível estabelecer uma "linguagem entre áreas de conhecimento", como a Ecologia e o Desenho Urbano, sob a ótica do pensamento complexo transdisciplinar sobre padrões espaciais vinculados à sustentabilidade e o planejamento do território?
- É possível elaborar um método de desenho urbano que concilie a sustentabilidade ambiental e ecológica com a sustentabilidade espacial e territorial por meio dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos que englobe o subsistema da comunidade e o suprassistema da paisagem?
- O desenho urbano sensível à água é capaz de fazer a integração entre a sustentabilidae ambiental e a sustentabilidade espacial? Em que medida o grau de regularidade da malha viária e o uso do solo interferem no desempenho do ciclo da água no meio urbano?É possível estabelecer novos padrões espaciais para promover os fluxos de água nas cidades?

1.5 Hipóteses

No dualismo existente entre as sustentabilidades, ambiental e espacial, os estudos sobre padrões para promover o desenho urbano sensível à água podem contribuir para a flexibilidade de visões nas tomadas de decisão e servir como embasamento para a introdução do urbanismo nas disciplinas das ciências ambientais, sociais e humanas.

Assim, parte-se de quatro hipóteses:

1. Os estudos sobre pensamento sistêmico, com os padrões de organização e os pilares da transdiciplinaridade, podem contribuir para conectar as áreas do conhecimento, as ciências ecológicas e as ciências sociais, no âmbito da Ecologia e do Desenho Urbano. A Ecologia é a ciência integradora e holística e o Desenho Urbano, como ciência, nasceu da interdisciplinaridade das ciências, principalmente por estudiosos que viam a cidade como sistema. Aposta-se no potencial transdiciplinar de ambos, por meio do reconhecimento de "padrões"de organização", que é a configuração de relações entre os componentes do sistema.
2. A visão transdisciplinar aceita os vários níveis de realidade e a dualidade existente. A sustentabilidade urbana, incluindo a ambiental e a espacial, requer soluções diferenciadas de desenho urbano: uma regional, direcionada para a paisagem, e

outra, local, direcionada para a vida na comunidade urbana. No entanto, a paisagem pode se encontrar nos dois níveis. Ora as soluções de desenho podem estar mais integradas, ora podem tender para determinado nível de realidade, depende da sensibilidade ambiental da região.

3. A pesquisa sobre a forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões. Assim, o estudo sobre padrões espaciais no contexto da heterogeneidade espacial, sob a ótica da ecologia, urbana e da paisagem, e do desenho urbano podem contribuir para a visão transdisciplinar dos ecossistemas urbanos.
4. Os fluxos de água incorporados na infraestrutura ecológica e no desenho urbano sensível à água podem funcionar como elementos integradores entre as dualidades existentes. Ao mesmo tempo em que o desenho urbano sensível à água é uma necessidade, ele pode ser uma solução para os conflitos e dualidades existentes, como a lógica do terceiro termo incluído da transdisciplinaridade.

1.6 Objetivos da pesquisa

Diante das questões-problema apresentadas no âmbito do planejamento ambiental urbano no Brasil, esta pesquisa tem como objetivo fazer conexões importantes entre o campo disciplinar do Desenho Urbano e da Ecologia (da cidade e da paisagem), por meio do estudo dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos e contribuir com procedimentos metológicos com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água, englobando os níveis dos subsistemas da comunidade e da paisagem. A sistematização dos padrões espaciais está baseada no método "Uma linguagem de padrões", de Christopher Alexander e pesquisadores associados (1977).

Trata-se da identificação de padrões de organização do urbanismo ecológico existente nos dualismos dos modelos de cidade planejada e cidade tradicional, de cidade verde e cidade compacta, a sustentabilidade ambiental e espacial, tendo como foco a manutenção do ciclo da água no meio urbano e o caminho da água como elemento integrador. Para isto, será necessário elaborar novos padrões espaciais para o desenho urbano sensível à água.

O que se pretende demonstrar é que, para alcançar o bom desempenho do desenho urbano sensível á água, é necessário ter o entendimento dos padrões espaciais que atendam a dualidade existente entre o que é bom para o nível da comunidade e o que é bom para o nível da paisagem no contexto da bacia hidrográfica. Nem sempre será possível atender aos dois lados; ao contrário, deve-se propor uma terceira opção, como a lógica do terceiro incluído da transdisciplinaridade ou, dependendo da situação, o foco deve ser aquele que implica na sobrevivência de todas as espécies, como ocupações em áreas de alta sensibilidade ambiental.

Escolheu-se como estudo de caso envolvendo as questões-problemas apresentadas, a análise da expansão do Setor Habitacional Taquari, localizado dentro da "Asa Nova Norte", prevista por Lúcio Costa, na Bacia do Lago Paranoá (APA do Paranoá) do Distrito Federal. É uma região caracterizada por sua sensibilidade ambiental, onde estão vários cursos d'água que alimentam o Lago Paranoá, que, por sua vez, sofre processo de assoreamento. Pretende-se, nesta tese, inicialmente, demonstrar a construção de um método e, posteriormente, a aplicação dos procedimentos metodológicos dos padrões espaciais em simulações projetuais na região.

1.6.1 Objetivos específicos

- No contexto da evolução da ciência, pretende-se investigar novas possibilidades de conexão entre as ciências da natureza e as ciências do homem sob a ótica do pensamento sistêmico complexo transdisciplinar, necessário à sobrevivência dos ecossistemas e das populações humanas, para alcançar a sustentabilidade do planeta. Neste âmbito, encaixam-se as possíveis conexões entre ecologia e desenho urbano, foco dessa pesquisa.
- Estudar a evolução da teoria e prática do Urbanismo para identificar a separação existente entre planejamento e desenho urbano. Analisar a evolução da Ecologia Urbana e da Ecologia da Paisagem, as principais tendências para identificar pontos de conexões entre o campo da Ecologia, a ecologia urbana e a ecologia da paisagem, e do Desenho Urbano, por meio do estudo sobre sistemas, subsistemas, ecossistemas, suprassistemas, paisagem padrões de organização, auto-organização, ordem orgânica.
- Identificar autores e metodologias existentes, no âmbito do urbanismo ecológico, sobre padrões espaciais dos ecossistemas urbanos, contemplando a heterogeneidade espacial no subsistema do nível da comunidade, com padrões emergentes que favoreçam a vida social e a totalidade do sistema urbano e, no subsistema no nível da paisagem, que contribuam para a conexão das manchas na paisagem da bacia hidrográfica.
- Demonstrar o dualismo existente entre o modelo de cidade compacta, com foco na sustentabilidade espacial, ecologia da cidade, cidade viva, cidade para pessoas da arquitetura sociológica, e o modelo de cidades verdes, com foco na ecologia e arquitetura da paisagem, relacionando esses modelos às questões da manutenção do ciclo da água no meio urbano.
- Estudar a infraestrutura ecológica, o ciclo da água no meio urbano, na bacia hidrográfica, visando entender os processos hidrológicos e as conexões com os padrões espaciais de uso e ocupação do solo, os padrões e as técnicas para alcançar o desenho urbano sensível á água. A partir do material levantado, pretende-se estabelecer novos padrões espaciais para o desenho urbano sensível à água.
- Sistematizar os métodos existentes na forma de procedimentos metodológicos, utilizando os padrões estudados, e posteriormente, por meio de diagnóstico, fazer a aplicação no processo de desenho urbano de projetos desenvolvidos por estudantes da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília na região do Setor Habitacional Taquari, situada na Bacia do Lago Paranoá. Por fim, espera-se elencar os procedimentos, para que sejam úteis nas tomadas de decisão sobre intervenções urbanísticas e possibilitem a sua reaplicação em processos de projeto.

1.7 Metodologia

1.7.1 Enquadramento da pesquisa

Esta pesquisa pretende fornecer uma contribuição do campo disciplinar do desenho urbano para estudos transdisciplinares. Acredita-se em sua potencialidade para gerar padrões espaciais que expressem a configuração das relações do meio urbano com o meio natural e os fluxos naturais. Acredita-se que os resultados podem despertar para uma conexão entre as ciências sociais e as ciências ecológicas, considerando suas realidades e alcançando a sustentabilidade urbana.

Nos estudos complexos e transdisciplinares considera-se que a experiência subjetiva pode ser capaz de religar, unir, conectar os saberes compartimentados. A realidade revelada

pelo pesquisador não é apenas uma representação da realidade tal como ela é: incorporam-se, também, os vários níveis de realidade dos campos disciplinares estudados. Parte-se do princípio de que muito já foi investigado em cada uma das áreas do conhecimento, entretanto esses saberes ainda estão desconectados, o que requer o estabelecimento de uma unidade na diversidade existente.

Dada a nossa condição de país em desenvolvimento que possui, simultaneamente, uma riqueza de fontes de recursos naturais e uma desigualdade social avassaladora, nossas inquietações sempre giraram em torno da dicotomia entre as questões urbanas e ambientais, dos conflitos do uso e ocupação do solo e dos recursos naturais. Essa dicotomia é evidenciada na Agenda 21 para Cidades Sustentáveis e corresponde ao conflito entre os atributos próprios das Agendas Marrom e Verde (ANDRADE, 2005).

Por outro lado, o estudo da relação entre a forma urbana e o meio ambiente, tema ainda pouco explorado no planejamento urbano e nas leis de uso e ocupação do solo, deveria ser visto como uma possibilidade de ação de "microplanejamento", de entendimento das regras locais de comportamento e das interações entre os assentamentos e o meio ambiente. Se bem analisadas, poderiam contribuir para o processo de planejamento territorial na escala maior, integrando agentes e planos[16] que estão desconectados, resultantes da separação disciplinar entre as "ciências do homem" e as "ciências da natureza".

Esta pesquisa teve início em 2002, no trabalho de mestrado da autora, no qual, sob a ótica do pensamento sistêmico, foram propostos princípios de sustentabilidade a serem aplicados ao planejamento e ao desenho urbano. A intenção, na altura, era contribuir para a integração dos atributos da Agenda Verde e da Agenda Marrom, uma vez que, em 2005, ainda não existiam referências bibliográficas no Brasil sobre o tema.

O método proposto, atualmente, é utilizado em algumas pesquisas de pós-graduação e na graduação de algumas escolas de arquitetura (como por exemplo na FAU/UnB, PUC Campinas, FAU/USP, EA/UFMG, entre outras). Está sendo aplicado, também, no curso de especialização Reabilita da FAU-UnB de ensino a distância, por facilitar a integração com outras áreas do conhecimento, principalmente na capacitação de técnicos do governo, em todo país, que trabalham com conflitos socioambientais. Os princípios de sustentabilidade ali estabelecidos criam uma unidade por meio da visão sistêmica e formam uma base para ações, contudo ainda não geram padrões espaciais para soluções morfológicas em propostas urbanísticas.

A "forma" pela qual nós construirmos as nossas cidades implica a maneira como iremos viver. Portanto, o papel do arquiteto urbanista é fundamental diante da crise planetária econômica, social e ambiental. É necessário um novo "desenho" de civilização. É necessário construir "pontes" entre as diferentes disciplinas, por meio da transdiciplinaridade e do estudo de padrões de organização.

Como base nestas premissas e no desenvolvimento das inquietações oriundas do mestrado, a pesquisa que se apresenta procura contribuir para a articulação de campos de conhecimento. As questões-problemas levantadas nesta tese e o seu percurso metodológico partiram de experiência acumulada ao longo desses 12 anos, a considerar: 1) trabalhos de pesquisa nos laboratórios LASUS[17] (com a professora Marta Romero, entre 2004 a 2009) e LACIS[18] (com a professora Raquel Blumenschein de 2010 a 2014) da UnB; 2) consultorias

---

[16] Planos Diretores, Planos de Habitação, Planos de Mobilidade, Planos de Preservação Patrimonial, Planos de Manejo e Zoneamentos Ecológicos Econômicos, Planos de Bacias Hidrográficas entre outros.

17 Laboratório de Sustentabilidade aplicada à arquitetura e urbanismo - FAU/UnB

18 Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade – FAU/CDS/UnB

como autônoma para o governo federal, antes de ingressar na universidade como docente em 2011; 3) apresentações em congressos nacionais e internacionais, desde 2003; 4) trabalhos de extensão comunitária em dois PROEXT 2005 e 2007 e no Escritório Modelo CASAS da FAU/UnB; 5) participação como membro da Câmara Técnica do Assoreamento do Lago Paranoá, desde 2010; e 6) exercícios de projeto de arquitetura e urbanismo com os estudantes nas Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Unieuro e da Universidade de Brasília.

A pesquisa realizada junto ao Ministério do Meio Ambiente – MMA (BRA OEA[19]) sobre a temática das "Cidades Sustentáveis" possibilitou verificar a ausência de conexão entre as políticas públicas no Brasil. A compreensão também resultou da participação nos Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável na Rio+20, na temática Cidade Sustentável e Inovação no Riocentro, e, paralelamente, na Cúpula dos Povos. Pelos dois eventos foi possível entender a diferença pela busca do desenvolvimento sustentável no sentido utilitário[20], aquele que mantém o sistema capitalista e, no sentido contracultural, aquele que questiona o modelo vigente. Na pesquisa desenvolvida para o MMA, apresentada no seminário interno em julho de 2011, foi demonstrada a total ausência de articulação entre as políticas públicas dos planos nacionais no que tange à cidade sustentável.

Na pesquisa realizada para o Instituto Chico Mendes, juntamente com outros consultores, sobre "Estudo de Capacidade de Suporte e seus indicadores de sustentabilidade do Arquipélago de Fernando de Noronha" foi importante constatar a aplicabilidade dos princípios de sustentabilidade para reabilitação de assentamentos urbanos em áreas de conflitos socioambientais.

As participações em congressos internacionais foram importantes para entender o estado da arte no âmbito da sustentabilidade urbana: o "Ecocity", ocorrido em São Francisco nos EUA, em 2008, e o Seminário Internacional Água, Inovação, Tecnologia & Sustentabilidade – WITS – organizado pela Universidade do Novo México em Manaus, em 2009, no qual foi possível perceber a lacuna da área de arquitetura e urbanismo na temática da água.

Outros eventos internacionais de igual importância ocorridos em Brasília, como o PLURIS e o *Urbenviron*, em 2012, comprovaram a necessidade de integração entre o planejamento e desenho urbano, bem como entre a ecologia e o desenho urbano. No Encontro Internacional "Água e Sociedade[21]", realizado em Brasília, em 2013, pelo *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD) e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB), por meio da apresentação do trabalho "Conexões do ciclo da água no meio urbano e padrões espaciais na Bacia do Paranoá", pela autora da tese, ficou evidente o potencial do estudo de padrões espaciais com foco no desenho urbano sensível à água para estudos transdisciplinares.

No congresso de Sintaxe Espacial ocorrido, em 2013, apesar de não ter sido possível a participação presencial, a aceitação do artigo completo apontou para a real possibilidade de aplicação da Sintaxe Espacial nos estudos de sustentabilidade espacial integrados aos estudos de sustentabilidade ambiental, conteúdo explorado na disciplina da pós-graduação da FAU/UnB[22].

---

19 Trabalho de consultoria técnica especializada desenvolvido para a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA), no âmbito do Projeto Internacional de Cooperação Técnica BRA/OEA/08/001.

20 Definições de conceitos de Henry Acelrad do IPPUR/RJ.

21 Organizado pelos pesquisadores Daniel Sant'ana da FAU/UNB e Pierre Mazzega do IRD da França

22 Disciplina Evolução Urbana, conduzida pelo Prof. Valério Medeiros.

Ainda não foi possível a participação em congressos na área específica de Ecologia Urbana, ou, como é denominada hoje, da cidade. Contudo, espera-se que, a partir desse estudo, novos caminhos se abram, principalmente nos congressos internacionais do *Cary Institute* nos EUA que promovem a integração de áreas do conhecimento, em especial da ecologia, do desenho urbano e o contexto social com ênfase no "ecossistema urbano", fundamental para a argumentação e sustentação dessa tese.

Nas participações e apresentações em congressos nacionais desde 2003, como da ANPUR (incluindo o de APP Urbana) e da ANTAC (nas comissões científicas do ELECS, ENTAC, ENCAC), foi possível perceber as diferentes visões das representações da cidade[23] e a falta de articulação entre as associações. A presença nos concursos da Bienal José Lutzemberger sobre habitações de interesse social mais sustentáveis, atuando como membro avaliadora, a convite do professor Miguel Aloysio Sattler, ao lado da professora Raquel Regina Martini Paula Barros, contribuiu para o aprendizado sobre "Uma linguagem de padrões" e sua importância para avaliar projetos com qualidade, associada aos princípios de sustentabilidade.

Outro aspecto fundamental nesse percurso metodológico é a atuação como docente na disciplina de projeto de urbanismo (FAU/Unieuro e FAU/UnB) e em orientações de projeto final de graduação em arquitetura e urbanismo aplicando métodos de processo de projeto como as dimensões morfológicas do processo de urbanização – DIMPU (profs. Maria Elaine Kohlsdorf[24] e Frederico de Holanda). Adicionalmente e de forma integrada, utilizou-se o método dos padrões de Alexander et. al. (1977) nos processos de projetos participativos do escritório modelo CASAS (Centro de Ação Social em Arquitetura Sustentável) e em três trabalhos finais de graduação), nos quais foi possível comprovar a importância da aplicação dos padrões de Alexander como método participativo.

Essa pesquisa contou com a colaboração de vários estudantes pesquisadores, desde projetos em sala de aula, trabalhos finais de graduação[25], ensaios teóricos, pesquisadores de iniciação científica – PIBIC e Jovens Talentos da Ciência[26], sem os quais essa pesquisa não teria sido concluída com êxito. As duas pesquisas de PIBIC vinculadas a essa tese foram premiadas com menção honrosa no 19º Congresso de Iniciação Científica da UnB e 10º Congresso de Iniciação Científica do DF, com os títulos "Análise das ferramentas e padrões de Avaliação da Sustentabilidade Urbana[27]" e "Identificação de padrões da sustentabilidade ambiental (padrões da natureza)[28]".

Apresentações em workshops sobre desenho urbano sustentável e padrões de ocupação e uso do solo na Bacia do Lago Paranoá, organizados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá – CBHRP[29] foram importantes para demonstrar a problemática na bacia do Paranoá.

Nas reuniões do CBHRP, atuando como membro da Câmara Técnica de Assoreamento do Lago Paranoá, contatou-se a preocupação dos pesquisadores com a necessidade de integração entre as políticas públicas do DF para o futuro plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paranoá. Foram realizados dois workshops para promover o diálogo entre

---

23A noção de sustentabilidade urbana é classificada por Acselrad (2001) em três representações distintas da cidade as quais objetivam proporcionar a integridade do urbano para a duração das cidades: (i) a legitimidade das políticas urbanas, (ii) o espaço da qualidade de vida e (iii) a representação técnico-material da cidade.

24 Aprendizado com a professora Maria Elaine Kolhsdorf nas aulas de projeto de urbanismo.

25 Natália Lemos, Luisa Venâncio e Shinelle Hills

26 Estudantes Angela Viana, Bruna Lima e Giulia Gheno.

27 Estudante Erika Passo Otto.

28 Estudante Fernanda Galvão.

29 Presidido pelo professor Paulo Salles

pesquisadores, técnicos dos órgãos governamentais em suas várias esferas. Foi importante conviver com os movimentos ambientalistas, como o movimento "Salve o Urubu" e ONGs como a Oca do Sol e o Instituto Sálvia, com suas reivindicações que contribuíram para que o estudo não ficasse apenas no âmbito teórico.

No primeiro workshop, sobre o "Assoreamento do Lago" em 2011, foi dada, à pesquisadora, a oportunidade de fazer uma apresentação sobre importância do desenho urbano sustentável para a diminuição do processo de assoreamento e o futuro da Bacia Hidrográfica do Paranoá. Foram demonstrados os impactos existentes resultantes dos padrões de uso do solo e os modelos de infraestrutura de drenagem ultrapassados, e apresentados novos caminhos para o desenho urbano sensível à água com técnicas de infraestrutura verde.

No segundo workshop, sobre "Padrões de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá", em 2012, na palestra intitulada "Conexões dos padrões de uso e ocupação do solo com os recursos hídricos", foram apresentados resultados dessa pesquisa sobre a avaliação dos instrumentos de políticas do DF (ZEE, PDOT, PPCUB, PDDU) e das agendas verde e marrom, que se traduz nos planos de preservação ambiental e nos planos de ordenamento territorial. Esses resultados contaram com a colaboração da pesquisa[30] integrada com a monografia do curso de especialização Reabilita intitulada "A sustentabilidade dos planos do território", desenvolvida por Jamil Tancredi.

Diversos foram os resultados alcançados, mais de 10 artigos publicados, em congressos nacionais e internacionais, vinculados a essa tese. Dentre os resultados mais significativos, destaca-se o convite recebido para ser membro do Comitê Científico do Euro-ELECS, que ocorrerá em julho de 2015, cujo tema possui uma relação direta com essa tese - "Conectando pessoas e ideias".

A partir desse convite, surgiu a oportunidade de elaborar uma sessão especial com o tema da tese "Padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: uma conexão importante para promover a resiliência em ecologia e desenho urbano". O tema conseguiu reunir 15 pesquisadores, entre arquitetos sociológicos, da paisagem, arquitetos antropólogos, ecólogos, biólogos, arquitetos tecnólogos e engenheiros, cada um com seu enfoque sobre padrões espaciais como pegada ecológica e produção de alimentos, modelos qualitativos ecológicos, caminhabilidade, humanização, serviços ecossistêmicos, urbanismo orgânico e parâmetros emergentes, complexidade, padrões urbanos portugueses, paisagem orientada, desenho ecológico, conforto ambiental, saneamento e demanda de água, porém, todos inseridos no pensamento sistêmico complexo e transdisciplinar. Este fato foi importante para comprovar que o estudo dos padrões espaciais tem potencial para alcançar a transdisciplinaridade.

A partir destes pressupostos, consolida-se o panorama que embasa esta tese. É aqui se situa a pesquisa sobre "Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos", que trata da construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água, englobando no nível da comunidade e da paisagem.

1.7.2 Pesquisa empírica

Conforme apresentado no enquadramento da pesquisa, tendo consciência de toda a problemática apresentada em vivências de trabalhos de consultoria para o governo Federal e como membro voluntário do Comitê de Bacia do Paranoá, o primeiro passo da pesquisa foi selecionar uma área para o estudo de caso, visando comprovar as questões-problema apresentadas.

30 Pesquisa desenvolvida por Jamil Tancredi

Foi escolhida uma região de alta sensibilidade ambiental e exclusão social, no entorno do Plano Piloto de Brasília, a uma distância de apenas 10km deste. A expansão do Setor Habitacional Taquari – SHTQ – está localizada na região da encosta da Chapada de Contagem do Distrito Federal, inserida na Área de Proteção Ambiental – APA do Lago Paranoá, dentro da Bacia do Paranoá, englobando as sub-bacias do Lago Paranoá e do Ribeirão do Torto, na qual há uma série de cursos d'água que alimentam o lago. Trata-se de uma área cobiçada pelos planejadores do território em todas as esferas de governo: desenvolvimento urbano e habitação, ambiental e recursos hídricos (**Figura 1.6**).

Por outro lado é uma região defendida por entidades ambientalistas e movimentos sociais, como o "Movimento Salve o Urubu", a Oca do Sol e o Instituto Sálvia, que fazem parte do Comitê de Bacia do Rio Paranoá. A expectativa do movimento é de que "sejam aplicados padrões urbanos mais sustentáveis" na Chapada de Contagem, na região da "Serrinha do Paranoá" para assegurar a proteção das nascentes e do Lago Paranoá, e evitar o assoreamento; ao mesmo tempo, preservar o patrimônio cultural e ambiental do Patrimônio Histórico de Brasília.

Figura 1.6 - Localização do Setor Habitacional Taquari e vista da região da torre digital
Fonte: Mapa elaborado por Shinelle Hills, foto Liza Andrade

Foram estudadas as diretrizes contidas nos planos do território para a área de expansão, com objetivo de avaliar o desempenho da sustentabilidade ambiental e espacial, por meio da análise do cruzamento: dos mapas de sensibilidade ambiental integrada, baseado no planejamento ambiental (MCHARG, 1969), com o mapa axial da Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1989), que avalia a lógica social do espaço urbano, por meio da análise do desempenho da malha viária quanto ao "movimento natural" das pessoas no sistema. São métodos identificados no capítulo 3.

Após fazer uma análise de todos os planos do território, foi possível comprovar a falta de integração entre eles; porém, nas diretrizes de ocupação para os novos parcelamentos, o Plano Diretor de Ordenamento Territorial propõe uma densidade baixa de 50 hab/ha, modelo de cidade verde, em consonância com o Plano de Manejo da APA do Paranoá, o que levaria a uma ocupação de renda mais alta. Isto quer dizer que os planos de preservação da bacia do Lago Paranoá estão corroborando para tornar a bacia do Paranoá uma "bacia de exclusão".

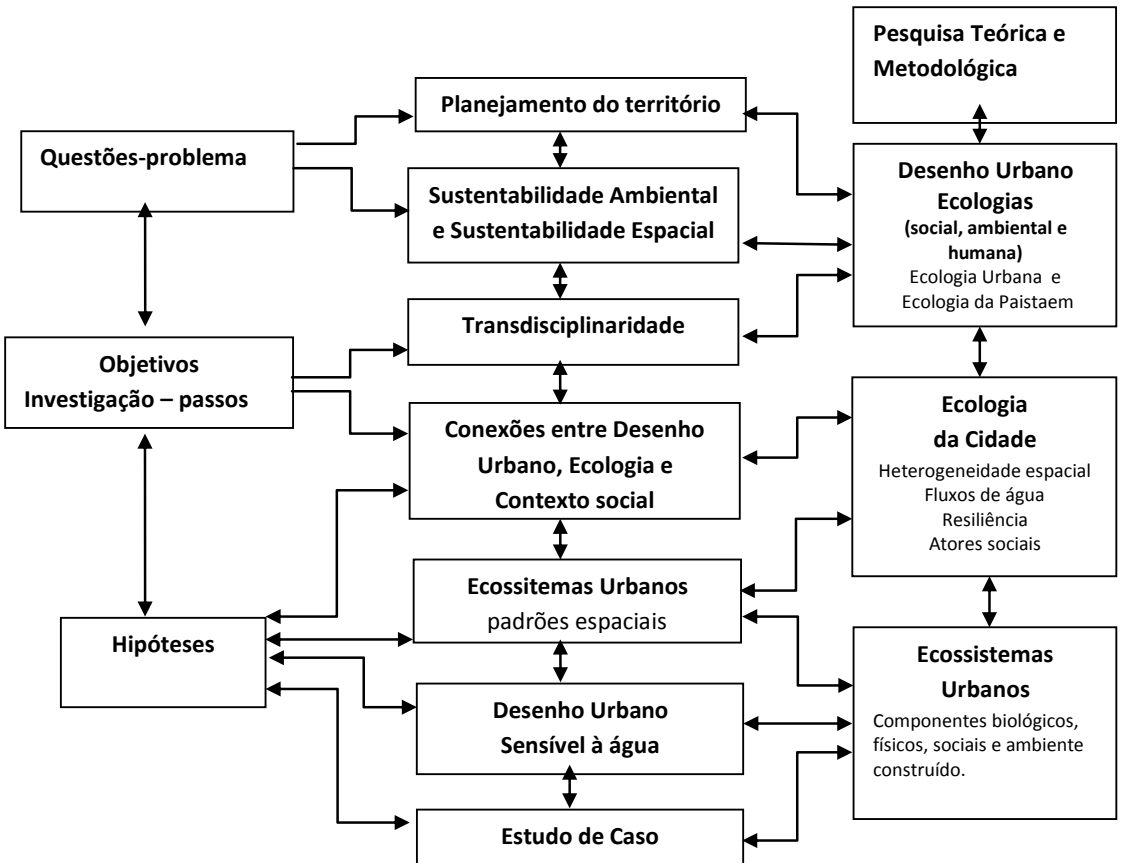
Fazendo o cruzamento de estudos realizados na bacia do Paranoá pelos departamentos, Instituto de Geociências e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Brasília, chegou-se à seguinte conclusão: as classes de renda mais alta têm suas edificações em terrenos com taxa de permeabilidade mais elevada, com alto consumo de água, enquanto as classes menos favorecidas residem em áreas com maior percentual de impermeabilização devido ao maior adensamento das unidades habitacionais, porém com menor consumo de água.

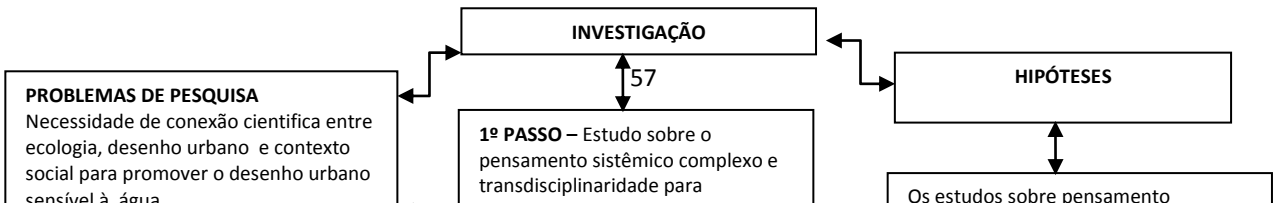
Posteriormente, foram sistematizados e aplicados os padrões espaciais no processo de projeto, para promover o desenho urbano sensível à água nos projetos de urbanismo para algumas parcelas da região, desenvolvidos por estudantes da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Dessa maneira, espera-se que este estudo possa fazer as conexões necessárias e contribuir nas tomadas de decisão para o planejamento urbano-ambiental, promovendo a justiça social e ambiental e a sustentabilidade hídrica da região.

Antes de dar continuidade aos estudos empíricos, foi necessário avançar nos estudos teóricos para gerar novos fundamentos para fazer a análise e aplicação dos princípios de sustentabilidade relacionados aos padrões espaciais.

1.7.3 Pesquisa teórica e metodológica

A investigação da pesquisa teórica e metodológica partiu inicialmente das questões-problema, que envolve questões relacionadas à sustentabilidade ambiental e à sustentabilidade espacial, que culminaram em alguns passos metodológicos, com a intenção de alcançar os objetivos específicos. A partir dessa investigação foram surgindo as hipóteses, tendo como principal foco a necessidade de promover a conexão cientifica entre ecologia, desenho urbano e contexto social de maneira transdisciplinar, por meio do estudo de padrões espaciais dos ecossistemas urbanos. Assim, chegou-se aos processos metodológicos com a intenção de contribuir para promover o desenho urbano sensível à água no contexto do planejamento do território.





O embasamento teórico, que está inserido nos passos descritos no diagrama (questão-investigação-hipótese), está descrito abaixo na apresentação dos capítulos que estruturam a tese, segundo os autores e métodos levantados.

1.7.3.1 Capítulo 2 (questão-problema 1 – hipótese 1)

Para se ter uma compreensão da ausência de conexão entre as ciências ecológicas e a ciências sociais, que se refletem na dualidade existente no planejamento urbano-ambiental, foi feito um estudo sobre as dimensões da sustentabilidade de Ignacy Sachs e um levantamento sobre o contexto das iniciativas mundiais dedicadas à sustentabilidade urbana. A junção dessas dimensões da sustentabilidade no âmbito urbano pode se tornar um desafio, uma vez que acentuam os conhecimentos especializados e reforçam as dualidades existentes entre a sustentabilidade ambiental e espacial, entre as agendas Verdes e Marrons.

Levando em consideração a diversidade e dualidade existentes entre as ciências, foi feito um estudo sobre o pensamento sistêmico complexo e transdisciplinaridade, para integração entre as ciências ecológicas e as ciências sociais, aceitando a dualidade existente. Buscou-se apoio nas teorias das "ciências duras", por meio de estudos de pensadores como Ludwig Von Bertallanfy, sobre a "Teoria Geral dos Sistemas", de Fritjof Capra, sobre as "Conexões Ocultas" e a "Teia da Vida", e "Basarab Nicolescu", sobre Transdisciplinaridade (níveis de Realidade, pensamento complexo e a lógica do terceiro termo incluído).

Foi desenvolvido um paralelo importante entre a visão cartesiana e a visão sistêmica transdisciplinar, que contribui para avanços dessa pesquisa no sentido da multidimensionalidade, da visão "polióscopia" de Edgar Morin, do incentivo à experiência do sujeito observador e da criatividade.

Nas ciências ecológicas, procurou-se aporte em Eugene P. Odum e Gary W.Barret, sobre Fundamentos da Ecologia, e na nova visão da ciência ecológica, do *Cary Institute of Ecosystem Studies*. Nas ciências sociais e humanas, os fundamentos da transdisciplinaridade, de Edgar Morin, em "Ciência com Consciência" e das Três Ecologias, de Felix Guattari.

A Ecologia é a ciência integradora e holística, e o Desenho Urbano, como ciência, nasceu da interdisciplinaridade das ciências; assim se aposta no potencial transdisciplinar de ambos. Para isso, foi feito um estudo sobre padrões de organização, identificados por Fritjof Capra, Nikos Salingaros, Christopher Alexander, como base para entender os sistemas vivos e, portanto, passiveis de conectar as áreas do conhecimento, como se pretende nesta tese.

Para conectar Ecologia e Desenho urbano e contexto social, buscou-se apoio no livro "Resiliência em ecologia e desenho urbano" de, S.T.A Pickett, M.L Cadenasso e Brian McGrath, um tema pouco estudado no âmbito nacional. Eles sugerem alguns temas que consideram dimensões-chave: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) contexto social. A partir dessas dimensões-chave, os conteúdos dos capítulos foram aprofundados.

Quanto à heterogeneidade espacial, ela se aplica aos capítulos 2 e 3, que tratam dos padrões espaciais. Quanto à resiliência, ela se aplica ao capítulo 3, que trata de princípios de sustentabilidade, relacionada aos padrões para alcançar a resiliência urbana. Quanto aos fluxos de água, eles se aplicam ao capítulo 4, que trata do desenho urbano sensível à água. E, por fim, quanto contexto social, ele se aplica ao capítulo 5, no estudo de caso, que ainda contempla o envolvimento da comunidade local. Assim foi estabelecida uma conexão entre a Ecologia, o Desenho Urbano e o contexto social.

1.7.3.2 Capítulo 3 (questão-problema 2 – hipótese 2)

Para se ter o entendimento do distanciamento entre o planejamento urbano e o desenho urbano, que se iniciou na segunda metade do século XX e ainda predomina no Brasil, dificultando a abordagem da ecologia da cidade, foi realizado um levantamento da evolução

do urbanismo, planejamento urbano e desenho urbano, para localizar a origem do campo do desenho urbano e as diferenças entre eles. O desenho urbano costuma ser confundido com o urbanismo do início do século XX.

Com o objetivo de identificar padrões, foram levantadas as principais teorias científicas existentes nos campos da ecologia (urbana e paisagem) e da arquitetura e urbanismo, especialmente do desenho urbano, voltado para a arquitetura sociológica e para arquitetura da paisagem.

Sob a ótica do estruturalismo, do pensamento sistêmico, a investigação teve como embasamento autores que tratam o espaço urbano como disciplina, uma ciência interdisciplinar digna de ser estudada com seus padrões espaciais, como os autores Christopher Alexander, Jane Jacobs, Kevin Lynch, Bill Hillier e Julienne Hanson, Maria Elaine Kohlsdorf, Gunter Kohlsdorf, Frederico Holanda, Spiro Kostof, Nikos Salingaros, entre outros. Assim, identificous-se a diferença entre o padrão emergente orgânico e o padrão pitoresco planejado (ou anti-padrão).

Ainda no campo do urbanismo, planejamento ambiental e desenho da paisagem, foram pesquisados autores como Frederick Law Olmted, no século XIX, passando por Ebenezer Howard das Cidades-Jardins no século XX, avançando com Ian McHarg, entre as décadas de 1960 a 1970. Este, por sinal, contribuiu para os estudos em ecologia da paisagem na década de 1980. E ainda o estudo sobre Vilas Urbanas, de Christopher Mare. Nesse grupo de autores é muito forte a “a cidade como parte do mundo natural”

Paralelamente, foram feitas descobertas interessantes, baseadas em S.T.A Pickett, M.L Cadenasso e Brian McGrath, sobre a evolução da ecologia urbana, com três tendências marcantes: a primeira, a ecologia humana e estrutura urbana da Escola de Chicago, com a compreensão social pela diferenciação espacial, que influenciou a sociologia urbana; a segunda, a “cidade vista como sistema”; e a terceira e atual fase da ecologia urbana, a ecologia “da” cidade, que já traz uma abordagem mais abrangente do “ecossistema urbano” e trata dos componentes físicos, biológicos, sociais e do ambiente construído.

Uma descoberta importante na Ecologia "na" cidade para conexão entre Ecologia, Desenho e contexto social ,é a metodologia de Transecto, que é um corte ou o caminho através de uma parte do ambiente, mostrando uma gama de diferentes habitats. Esse método está sendo usado pelo desenho urbano para estabelecer diferentes densidades, que possam abrigar diferentes classes sociais, e vai na direção do princípio da heterogeneidade espacial.

O conceito de hierarquia tríplice, adotado nesta tese, foi baseado em Eugene Odum e Gary Barret. Para se estudar qualquer ponto do espectro hierárquico é importante considerar uma hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima). Assim, no ecossistema urbano, deve ser estudado o subsistema da comunidade e o suprassistema da paisagem.

A visão transdisciplinar aceita os vários níveis de realidade e a dualidade existente. A sustentabilidade urbana, incluindo a ambiental e a sustentabilidade espacial, requerem soluções diferenciadas de desenho urbano.

1.7.3.3 Capítulo 4 (questão problema 3 – hipótese 3)

Para desmitificar o conceito de urbanismo sustentável e a questão dos padrões espaciais quanto à densidade, foram estudados, neste capítulo, os fundamentos e princípios do urbanismo ecológico, baseado em Anne Spirn; princípios para alcançar a resiliência urbana, baseados no caso de Vauban; e princípios de sustentabilidade relacionados aos padrões espaciais. Assim, foi possível identificar os padrões urbanos sustentáveis, baseados em "Uma linguagem de padrões", sistematizados por Juliana Moehlecke, que incorporam as três dimensões da sustentabilidade - social, econômica e ambiental.

Para selecionar os padrões complementares aos de Christopher Alexander, adotou-se o conceito de ecossistema urbano, para identificar os padrões espaciais no subsistema da comunidade e no suprassistema da paisagem. No nível da comunidade, os padrões espaciais se inserem no princípio "as cidades são habitats" e, no nível da paisagem, os padrões se inserem no princípio "as cidades são parte do mundo natural", do urbanismo ecológico de Anne Spirn.

Buscou-se complementaridade aos padrões de Alexander et al. (1977) nos códigos e parâmetros das dimensões morfológica dos lugares, do grupo DIMPU, considerando, principalmente, a dimensão sociológica ou copresencial, e nos padrões espaciais identificados em Jane Jacobs, Jan Gehl e na Teoria da Sintaxe Espacial. Os padrões foram sistematizados no formato de "Uma linguagem de padrões": identificação do problema/contexto, recomendações/soluções e desenhos ilustrativos.

Optou-se por sistematizar os padrões que integram a relação cidade-campo, como as estratégias de avaliação da paisagem, identificados em Ian McHarg, o design permacultural de Bill Mollison e David Holmgren e os estudos sobre colheita de água da chuva na forma de padrões de desenho para áreas secas de Lancaster. Os padrões foram sistematizados seguindo a mesma linha dos anteriores.

Diante do dualismo encontrado, para o nível do ecossistema urbano, que abarcasse os dois níveis, o da comunidade e o da paisagem, foram sistematizados os parâmetros do urbanismo sustentável de Douglas Farr, baseado em novos parâmetros interdisciplinares dimensionais e relacionais de projeto, desenvolvidas por mais de 30 grandes especialistas norte-americanos.

O estudo da forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões. Assim, o estudo sobre padrões espaciais, no contexto da heterogeneidade espacial, sob a ótica da ecologia, urbana e da paisagem, e do desenho urbano podem contribuir para a visão transdisciplinar dos ecossistemas urbanos. No entanto, foi necessário avançar nos estudos sobre os fluxos de água para funcionar como o "terceiro termo incluído" da transdisciplinaridade.

1.7.3.4 Capítulo 5 (questão problema 4 – hipótese 4)

Como a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentra-se na área de conhecimento das engenharias, que, muitas vezes, não estão conectadas as áreas de Ecologia e Desenho Urbano (e vice-versa), e a lógica que predomina ainda é a lógica de desenho urbano de baixas densidades, neste capítulo partiu-se para a investigação do manuais norte-americanos do LID (*Low Impact Development*), da Agencia de Proteção Ambiental (EPA) e dos manuais australianos do programa "Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD).

Nessa pesquisa foram apresentados estudos da EPA sobre modelagem de escoamento de águas pluviais provenientes de diferentes densidades de ocupação a nível local e ao nível da bacia hidrográfica. Uma informação importante para as áreas de desenho urbano e ecologia é que o estudo demonstrou que ocupações urbanas de baixa densidade contribuem

para aumentar as taxas de conversão de terras e escoamento de águas pluviais, perdendo assim a oportunidade de preservar a terra natural dentro da bacia hidrográfica.

A EPA acredita que o aumento da densidade de ocupação é uma estratégia que os governos locais e comunidades podem usar para minimizar os impactos regionais da qualidade da água. No entanto, adverte que seja uma combinação local de densidades de ocupações de fatores locais, incorporando o espaço aberto adequado, preservando áreas ecológicas e tampão críticos, e minimizando os impactos no solo.

Foi necessário investigar outros dispositivos e técnicas dos manuais da EPA, que considerem ocupações de densidades mais altas, relacionadas ao contexto da ocupação que propõem melhores práticas de gestão das águas pluviais, de acordo com o contexto e suas densidades e o transecto. Foram levantadas 22 fichas técnicas do WSUD, com diretrizes para o desenho urbano sensível à água, elaboradas para serem aplicadas na Cidade de Melbourne.

Procurou-se demonstrar a visão transdisciplinar da água, por meio de entendimento do ciclo da água na bacia hidrográfica, do ciclo da água no meio urbano, com estudos sobre os impactos da urbanização no ciclo da água, as vazões ecológicas e o hidrograma ecológico, a pegada hídrica e as novas abordagens para o desenho urbano sensível à água, que abrangem a infraestrutura ecológica, o ecossaneamento, a permacultura e a agricultura.

Sob a visão holística da água e pesquisas realizadas sobre a pegada hídrica, foram levantadas algumas técnicas hidráulicas incas, que compreendiam alguns princípios interligados transdisciplinares, que se baseavam relação cidade-campo. Na sistematização de novos padrões para água foram incorporados os padrões da permacultura do capítulo; o zoneamento permacultural, da agricultura urbana; do urbanismo agrário; e de técnicas de ecossaneamento,

Foram sistematizados 38 padrões, de forma inédita, porém, lembrando que esses padrões são apenas complementares aos outros estudados no capitulo anterior sobre métodos, portanto, deve-se consultar a todos para o desenvolvimento de projetos urbanos mais sustentáveis, ora mais voltados para a paisagem, ora mais voltados para a comunidade, dependendo do contexto.

Tendo em vista a cidade como sistema complexo, como o “ecossistema urbano” associado aos processos naturais, é necessário incorporar, ao mesmo tempo, o nível do subsistema da comunidade e do suprassistema da paisagem para entendimento dos fluxos de água.

Os fluxos de água incorporados na infraestrutura ecológica e no desenho urbano sensível à água podem funcionar como elementos integradores entre as dualidades existentes. Ao mesmo tempo em que o desenho urbano sensível à água é uma necessidade, ele pode ser uma solução para os conflitos e dualidade existentes, como a lógica do terceiro termo incluído da transdisciplinaridade.

1.7.3.5 Capítulo 6 (aplicação dos procedimentos metodológicos)

Neste capítulo foram demonstrados os procedimentos metodológicos, sistematizados a partir dos resultados dos métodos que foram apresentados ao longo dessa pesquisa sobre padrões espaciais e desenho urbano sensível à água, para serem aplicados no estudo de caso da região do Setor Habitacional Taquari, localizado na sub-bacia do Lago Paranoá e na bacia do Paranoá.

Foram analisadas as diretrizes contidas nos planos do território para a área de expansão do estudo de caso para avaliar o desempenho da sustentabilidade ambiental e espacial, por meio da análise do cruzamento dos mapas de sensibilidade ambiental, com o mapa axial da Sintaxe do Espaço, que avalia a lógica social do espaço urbano.

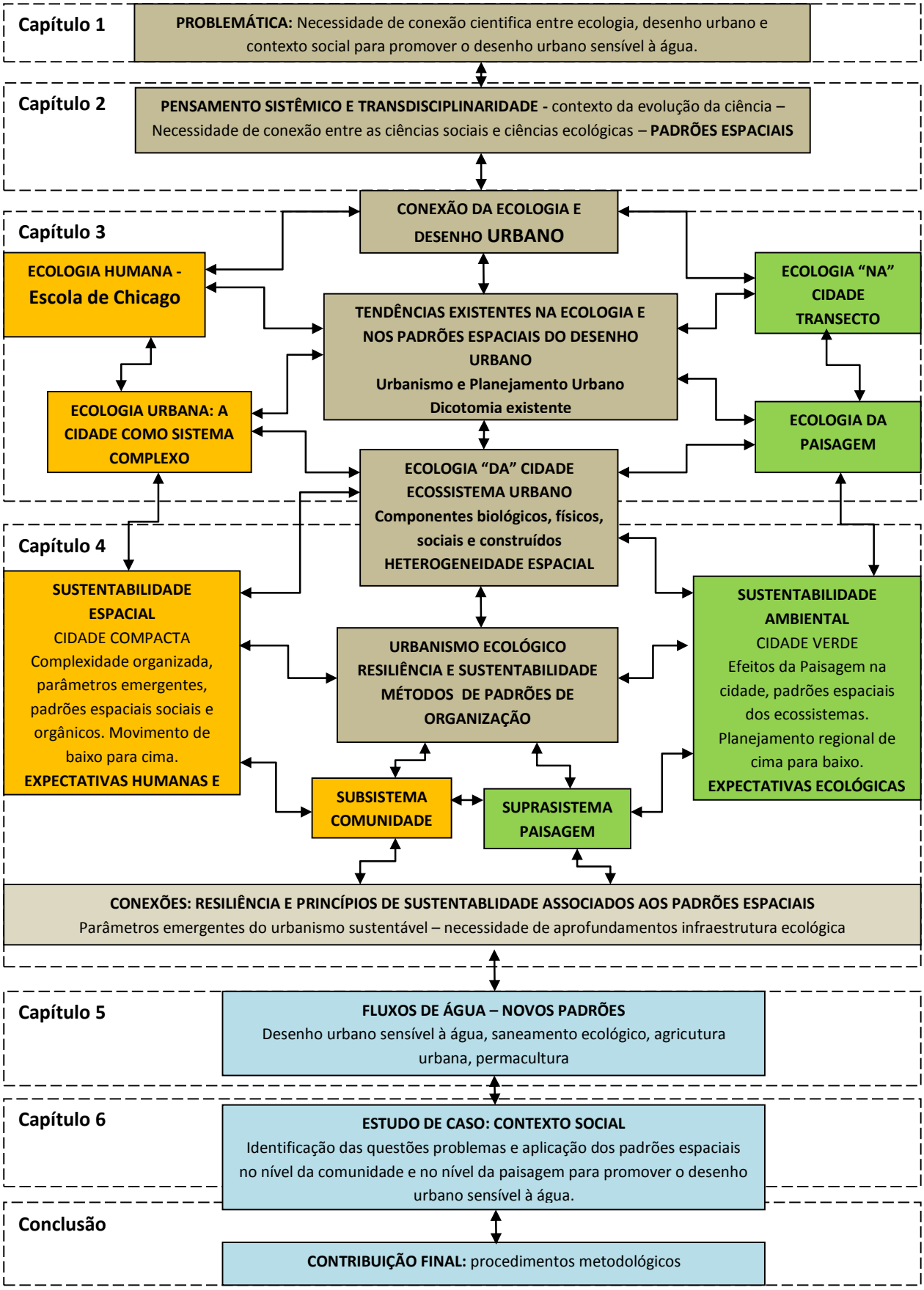
Inicialmente, como embasamento para elaborar os procedimentos metodológicos, partiu-se das dimensões-chave de conexão em relação à ecologia e desenho urbano para integrar os conhecimentos e atores envolvidos: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana.

O roteiro metodológico foi dividido em duas partes: análise dos padrões globais para entender o suprassistema paisagem, a bacia hidrográfica e aplicação dos padrões espaciais locais do ecossistema urbano, na escala de desenho urbano, no subsistema da comunidade, para promover o movimento emergente, mas partindo da premissa de que o suprassistema da paisagem alcançasse o desenho urbano sensível da água.

A primeira parte foi dividida nos seguintes procedimentos: (1) análise da heterogeneidade da bacia hidrográfica e fluxos de água na área urbana; (2) análise da sustentabilidade ambiental, através da análise do planejamento regional sobreposição dos mapas do território (IAN MCHARG); (3) análise da Sintaxe Espacial para identificar as áreas mais integradas, o movimento natural das pessoas e as centralidades em relação à sensibilidade ambiental da região.

A segunda parte de aplicação dos padrões foi dividida nos seguintes procedimentos: (1) parâmetros relacionados à resiliência; (2) parâmetros relacionados ao contexto social; (3) parâmetros relacionados aos fluxos de água. Foram testadas soluções de desenho urbano para os ecossistemas urbanos na disciplina de Projeto de Urbanismo 1 e Trabalho Final de Graduação da FAU-UnB, com a aplicação dos padrões baseada nos parâmetro de resiliência com os princípios de sustentabilidade e da permacultura para o Setor Habitacional Taquari.

1.7.3.6 Estrutura da Tese



CAPÍTULO 2

2 O ENTENDIMENTO DO PENSAMENTO SISTÊMICO COMPLEXO E TRANSDISCIPLINAR PARA CONECTAR A CIÊNCIA ECOLÓGICA E O DESENHO URBANO.

2.1 Introdução

> "... o tesouro da unidade humana é a diversidade humana, o tesouro da diversidade humana é a unidade humana." (Edgar Morin, 2013, p. 57).

Esse capítulo discute a evolução da ciência para que se compreenda o pensamento sistêmico complexo e transdisciplinar, necessário à sobrevivência dos ecossistemas e das populações humanas para alcançar a sustentabilidade do planeta terra. Nesse contexto, dentro do campo das ciências da natureza, sociais e humanas, encaixam-se as possíveis conexões entre ecologia e desenho urbano, foco dessa pesquisa.

A ecologia pode ser considerada a nova disciplina holística, com raízes nas ciências biológicas, físicas e sociais, que tem como meta unir as ciências naturais e sociais. Porém, ainda há muito que se avançar na direção da abordagem transdisciplinar. Por outro lado, o desenho urbano é resultado da integração entre arquitetura e urbanismo, paisagismo e planejamento urbano, e tem interface com várias disciplinas que lidam com os fenômenos do espaço e da cidade como sociologia, psicologia, ecologia, engenharias, entre outras. Nesse sentido, também possibilita e interface entre as ciências sociais e as ciências ecológicas, conferindo-lhe um caráter transdisciplinar.

Antes de aprofundar na discussão sobre possíveis conexões entre ecologia e desenho urbano o capítulo faz uma investigação da ciência ao longo da história com o objetivo de ilustrar as mudanças de paradigma[31] no pensamento científico.

O pensamento predominante acredita que o conhecimento científico é reflexo do real[32], com provas empíricas, dados verificáveis por diferentes observações/experimentações e prova lógica, coerência das teorias. Em situações complexas como a questão da sustentabilidade - que demonstra a relação de interdependência do homem com a natureza -, nem tudo é verificável, quantificável, mesmo com simulações e projeções de cenários futuros.

Atualmente novos conhecimentos adquiridos sobre o planeta, a "Terra-Gaia", a "Terra-sistema", "nossa identidade terrestre", não poderiam ser concebidas sem um pensamento capaz de religar, unir, conectar os saberes compartimentados (MORIN, 2011, p. 58).

A visão da Terra como organismo vivo, espiritual, tem uma longa tradição na cultura oriental e na cultura ocidental. As sociedades arcaicas[33], depois as sociedades tradicionais[34], sentiam-se integradas à vida do Cosmo. Naquela época, as leis humanas eram interligadas por leis cósmicas comuns, geradoras de uma ordem cósmica, o que caracterizava uma Reali-

---

[31] Paradigma é definido como um conjunto das relações fundamentais de associação e/ou de oposição entre um número restrito de noções-chave, relações essas que vão comandar-controlar todos os pensamentos, todos os discursos, todas as teorias (MORIN, 2010).

[32] Diversos trabalhos como os de Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend apontam que as teorias científicas têm enorme parte imersa não científica (como os icebergs), mas indispensável ao desenvolvimento da ciência. Aí está o ponto cego no qual se acredita apenas na teoria como "reflexo do real", sendo próprio da cientificidade traduzi-lo em teorias mutáveis e refutáveis(MORIN, 2010).

[33] Sociedades arcaicas são aquelas primitivas e tribais.

[34] Sociedades tradicionais já passam a ser colonizadoras.

dade multidimensional. Isso resultou na noção de metafísca, mitológica e metafórica de Cosmo (NICOLESCU, 1999, p. 19).

Essa visão continuou a florescer ao longo de toda a Idade Média e a Renascença, até que toda a perspectiva medieval foi substituída pela imagem cartesiana do mundo como uma máquina, e foi revivida no século XVIII no pensamento romântico. A ideia de um planeta vivo foi formulada em linguagem científica moderna apenas no século XX com a chamada Hipótese Gaia[35], desenvolvida por James Lovelock em 1972.

De acordo com Nicolescu (1999, p. 19 e 20) a ciência moderna rompe com essa visão[36] de Realidade multidimensional, povoada de diversas entidades, dos homens aos deuses, e aposta na separação total entre o indivíduo conhecedor. A realidade, tida como completamente independente do indivíduo que a observa. Ao mesmo tempo, estabelece três postulados fundamentais na busca de leis e ordem: (1) a existência de leis universais, de caráter matemático; (2) a descoberta destas leis pela experiência cientifica; (3) a reprodutibilidade perfeita dos dados experimentais. Esses postulados contribuíram para o sucesso da física clássica, de Galileu, Kepler e Newton até Einstein e, consequentemente, para a instauração de um *paradigma da simplicidade*.

Morin (2010, p. 136) chama a atenção para o fato de que o desenvolvimento da ciência no século XVII não foi apenas disciplinar mas, também, transdisciplinar. Nela, há um modo de explicação comum, uma unidade de método, postulados implícitos em todas as disciplinas (como o da objetividade), a eliminação da questão sujeito, a formalização e a utilização da matemática como linguagem. No entanto, o que ocorreu foi exatamente que os princípios transdisciplinares da ciência implicaram na unidimensionalização com a compartimentalização das disciplinas. A disciplinaridade se sobrepôs à transdisciplinaridade, que é a visão articulada do conhecimento.

A formação do ser humano até hoje se baseia em grande parte nos paradigmas da lógica clássica de Aristóteles e da ciência moderna de Galileu, Bacon e Descartes, dos séculos XVI e XVII, que apresentam inúmeras falhas na compreensão da totalidade e da realidade ambiental. Ainda se acredita que a totalidade é a simples somatória de suas partes, como nos grandes relógios sincrônicos de Descartes, como se cada elemento que apresenta um defeito possa ser substituído e recuperado.

Hoje, ao que parece, o conhecimento científico caminha na "contramão". De acordo com Catalão e Rodrigues (2006), a excessiva especialização durante o processo de formação dos pesquisadores e dos professores tem levado à compartimentação do conhecimento. A ausência de relações entre os diversos fenômenos científicos observados leva ao prejuízo da formação.

A forma de ver o universo ainda se baseia na Física Social de Comte, originada dos postulados newtoniano/cartesiano Foi a partir do século XIX que houve a disseminação de redes e associações da teoria cartesiana nas universidades. A natureza era vista como linear, mecânica e pobre em sua criatividade a serviço dos desígnios humanos. É analisada por partes, a atmosfera, o solo e a vegetação são apenas fragmentos do todo que existe dentro de um espaço, palco das ações com características de ser fixo e imutável, um espaço absoluto de Newton (CAMARGO, 2013, p. 24).

---

[35] Hipótese Gaia, também denominada Hipótese Biogeoquímica e, hoje, Teoria de Gaia. A teoria defende que a biosfera e os componentes físicos da Terra (atmosfera criosfera, hidrosfera e litosfera) são intimamente integrados de modo a formar um complexo sistema interagente que mantém as condições climáticas e biogeoquímicas preferivelmente em homeostase.

[36] Essa visão ficará mais clara no item 1.2.

Paradoxalmente, não há como negar que o conhecimento científico se beneficiou da fragmentação e da superespecialização em alguns campos do saber. Foi assim que se pôde obter, por exemplo, acesso ao mundo globalizado por meio da tecnologia de informação, das redes sociais, acesso à informação sobre a saúde e aumento da expectativa de vida e possibilidades de cura. Entretanto, nas palavras de Morin (2010, p. 20), o especialista se tornou "ignorante" a respeito de outras disciplinas. Em se tratando do tema desta pesquisa, houve um desligamento das ciências da natureza das ciências do homem.

Continuando o raciocínio de Morin por um lado, as ciências da natureza não possuem um meio para conceber-se como realidade social dentro da ciência, excluem o "espírito e a cultura que produzem essa mesma ciência". Por outro lado, as ciências do homem não possuem nenhum meio de organização ou de formulação em sua "origem biofísica", são incapazes de pensar os seres humanos como seres vivos, biologicamente constituídos, só que dotados de espírito e de consciência (MORIN, 2010, p. 20).

Dessa maneira, Morin (2010, p. 20) conclui, então, que todas as ciências, incluindo as físicas e biológicas, são sociais, e tudo aquilo que é "antropossocial" tem uma origem, um enraizamento e um componente biofísicos. As ciências sociais não possuem um princípio que enraíze o fenômeno humano no universo natural, nem mesmo um método apto a aprender a extrema complexidade desta relação.

É como se existisse uma defasagem entre o que se passa na mente das pessoas e as reais necessidades de desenvolvimento de uma determinada sociedade. Assim, os conhecimentos e os saberes acumulados no interior dos indivíduos não são integrados, não impedem a queda ou o "declínio das civilizações" (NICOLESCU, 1999, p. 49).

Nem mesmo a soma dos melhores especialistas com formação disciplinar consegue evitar a destruição do planeta, considerando as suas três dimensões: material, biológica e espiritual (NICOLESCU, 1999, p. 17).

Na visão de Morin (2013, p. 24), vivemos uma crise planetária ou "policrises", uma crise ecológica, uma crise das sociedades tradicionais, uma crise demográfica, uma crise urbana, uma crise das zonas rurais, crise da política, crise das religiões, crise do desenvolvimento, crise da humanidade. "A gigantesca crise planetária é a crise da humanidade que não consegue atingir o estado de humanidade" (MORIN, 2013, p. 33).

Nessa mesma linha, Guattari (1989, p. 7) faz um alerta sobre a deterioração da subjetividade, dos modos de vida humanos, individuais e coletivos, quanto às relações de vizinhança, às redes de parentesco, à vida doméstica e à vida conjugal, bem como sobre as transformações científicas e os fenômenos de desequilíbrios ecológicos que, se não forem remediados, chegando ao limite de capacidade do planeta, ameaçam a vida em sua superfície.

Se analisados isoladamente, nem os melhores especialistas em sociologia são capazes de evitar o aumento das desigualdades sociais e a fome. Os economistas não são capazes de prever ou predizer o curso da economia mundial. O mundo comunista desabou, por outro lado, o capitalismo, apesar de dominante, não é para todos, e está provado que precisa ser repensado. Os agrônomos não conseguem acompanhar as estiagens e inundações e nem mesmo ter controle da relação entre produção de alimentos, demanda da população e distâncias dos mercados.

Com a mudança do clima em determinadas regiões e com o declínio do petróleo, os preços tendem a subir. Apesar de muitos esforços, os engenheiros ambientais não conse-

guem minimizar as catástrofes nos centros urbanos e nem mesmo a escassez da água em vários lugares do mundo.

Nem com tantos estudos especializados, os biólogos e ecólogos conseguem evitar a crescente destruição da biodiversidade, a extinção das espécies. Apenas agora começam a ser vislumbradas as relações entre as causas de perda de biodiversidade, a mudança do clima e o funcionamento dos ecossistemas. A diversidade biológica é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas. Com o aumento da população urbana, cresce, mesmo em outro território, a demanda por terras para urbanização e produção de alimentos, que afetarão drasticamente a biodiversidade dos ecossistemas.

Segundo dados da *World Wide Fund for Nature* (WWF Brasil, 2012) desde meados da década de 1980, a humanidade passou a consumir mais do que o planeta naturalmente oferece, aumentando consideravelmente a sua pegada ecológica[37]. A humanidade consome um planeta e meio, excedendo assim a capacidade regenerativa do planeta em 50%. Conforme analisa Boff (2012, p. 25), já estamos "no cheque especial"!

Segundo Sattler (2008), a pegada ecológica depende do tamanho da população, do consumo médio por pessoa e dos tipos de tecnologias em uso. A capacidade biológica da Terra varia em função do tamanho das áreas biologicamente produtivas e da produtividade média por hectare. Assim, variações em população, consumo e tecnologias podem estreitar ou alargar a distância entre a pegada da humanidade e a capacidade biológica existente.

De um modo geral, os arquitetos urbanistas, "*designers* de lugares", ainda não conseguem pensar a cidade, o edifício ou seu interior além de seu espaço físico, a sua pegada ecológica (seu rastro). Não percebem que a forma de projetar as cidades implica na maneira na qual as pessoas irão viver e definirá o futuro das cidades frente ao futuro incerto.

Fazendo-se um balanço da situação da realidade, chega-se à conclusão que o conhecimento científico atrelado ao progresso técnico e industrial provocou processos de degradação da natureza. Como consequência, veio a poluição dos recursos naturais e probabilidade de escassez; diminuição da biodiversidade com extinção de algumas espécies; catástrofes ambientais advindas das mudanças climáticas; e processos de degradação social com o aumento da pobreza, dos efeitos danosos da globalização dos mercados e das ilhas de riqueza.

A **Tabela 2.1** apresenta uma síntese da situação atual do mundo, que sinaliza uma crise social, econômica e ambiental sem precedentes na história.

Tabela 2.1 – Estado de alerta do planeta

Crise econômica - empregos	**Fonte**
Em, 2012, havia cerca de 29 milhões de pessoas desempregadas no mundo e as prospecções são de aumento de 2,5 milhões nos anos subsequentes.	OIT/ONU (2012)
Acesso a serviços básicos, moradia e saneamento	
Em 2012, 828 milhões de pessoas viviam em condições de favela, faltando serviços básicos como água potável e saneamento. Esse número aumenta até 6% a cada ano e vai atingir um total de 889 milhões até 2020.	ONU (2012)
Fome	

[37] O conceito de pegada ecológica foi criado por William Rees e Mathis Wackernagel, em 1996, como um instrumento adicional de avaliação ambiental integrada, que permite estimar, em termos de área produtiva correspondente, o consumo de recursos e a capacidade de assimilação dos impactos ambientais gerados por uma determinada população ou economia. Possibilita calcular a área de terreno produtivo necessária para sustentar o estilo de vida dos seres humanos, considerando diferentes categorias de terrenos e diferentes categorias de consumo. As categorias de terrenos envolvem agricultura, pastagens, oceanos, florestas, energia fóssil e terrenos construídos, enquanto as categorias de consumo compreendem alimentação, habitação, energia, bens de consumo, transportes, entre outros. Este assunto será tratado com mais detalhes no capítulo 2.

Aproximadamente 925 milhões de pessoas no mundo não comem o suficiente para serem consideradas saudáveis. Isso significa que uma em cada sete pessoas no planeta vai para a cama com fome todas as noites. Em 2050, as alterações climáticas e os padrões climáticos irregulares levarão mais de 24 milhões de crianças à fome (PMA/ONU, 2009). A produção de alimentos vai ficar cada vez mais difícil diante do cenário de aumento de temperatura em determinadas regiões do planeta.	FAO/ONU (2012)
Mudanças climáticas	
Nas próximas décadas, os impactos decorrentes das mudanças climáticas contribuirão para que centenas de milhões de pessoas, em sua maioria, as mais pobres e marginalizadas, fiquem cada vez mais vulneráveis a enchentes, deslizamentos de terra e outros desastres naturais. Estima-se que mais de 200 milhões de pessoas devam perder suas casas por causa das mudanças climáticas até 2050 e que, atualmente, 40 milhões de pessoas já vivem em áreas onde podem ocorrer grandes enchentes. Como resultado dos impactos socioambientais agravados pelas mudanças climáticas, em 2011, o Brasil teve o maior desastre natural do país na região serrana do Rio de Janeiro, que deixou mais de 800 mortos.	ONU (2011)
Petróleo	
O pico de produção ocorreria por volta de 2010, após o qual se iniciaria o declínio. A produção mundial de petróleo, em 2008, era de 86 milhões de barris/dia e a estimativa é que a produção mundial de petróleo em 2030 chegue a 31 milhões de barris/dia, sem novas descobertas. Estima-se que a demanda global por petróleo em 2030 será de 106 milhões de barris por dia, ou seja, um déficit de 75 milhões, que deverá ser suprido por fontes alternativas de energia, pela busca de maior eficiência das fontes produtoras de energia, e pela incorporação de eventuais novas descobertas neste campo.	ASPO e BRASIL[38] (2009)
Água	
1,6 bilhão de pessoas vivem em região com escassez absoluta de água. Até 2025, dois terços da população mundial podem ser afetados pelas condições críticas da água.	ONU[39] (2012)
Biodiversidade	
Até 2030 cerca de 60% da população mundial viverá em áreas urbanas, e das cidades existentes até lá, 60% ainda não estão construídas. Isso deve gerar um impacto na biodiversidade e nos ecossistemas em termos de perda de terras agrícolas para a urbanização, o que, por sua vez, pode criar uma séria ameaça à segurança alimentar. A perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos têm um impacto maior sobre as populações mais pobres e que dependem diretamente dos serviços do ecossistema para sobreviver.	CBD[40] (2012) WWF[41] (2012)
Pegada Ecológica das Cidades	
Atualmente, a humanidade já consome mais de 50% de recursos renováveis, e apenas 16% da população mundial é responsável por 78% do total do consumo no planeta. Três quartos desses recursos são consumidos em zonas urbanas. Atualmente, a média da pegada ecológica mundial é de 2,7 hectares por pessoa, enquanto a biocapacidade disponível para cada ser humano é de apenas 1,8 hectare. Projeções para 2050 apontam que, se continuarmos procedendo desta forma, necessitaremos de mais de dois planetas para manter nosso padrão de consumo. A pegada ecológica brasileira é de 2,9 hectares por habitante, indicando que o consumo médio de recursos ecológicos pelo brasileiro está bem próximo da pegada ecológica mundial. Segundo a pesquisa da WWF (2012) lançada na Conferência Rio+20, a pegada ecológica média, por habitante da cidade de São Paulo, é de 4,38 hectares por pessoa.	WWF (2012) ONU (2013)
População urbana mundial e na América Latina	
Em 2050, a população chegará a 9 bilhões de pessoas no planeta. Sete em cada dez, ou seja, 6,3 bilhões de pessoas, viverão em cidades. A América Latina terá 89% de sua população morando em cidades, e o Brasil terá 90% já em 2020.	ONU[42] (2012)

Diante de dados tão assustadores, nas palavras de Morin (2013, p. 36), é necessário "religar conhecimentos aptos a compreender a complexidade para ter acesso à consciência da complexidade planetária", à noção de "Terra-Pátria", de sociedade-mundo, e trazer o universalismo, essa concepção de autoridade universal, o sentimento de pertencimento ao universo, para o plano concreto. Procurar a "via" capaz de salvar a humanidade dos desas-

[38] Novo marco regulatório pré-sal e áreas estratégicas (2009).

[39] RIO+20 – O futuro que queremos (2012).

[40] Novo relatório Panorama de Cidades e Biodiversidade (Cities and Biodiversity Outlook) da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), 11ª Conferência das Partes sobre Biodiversidade (COP 11), Outubro de 2012.

[41] http://awsassets.panda.org/downloads/relplanetavivo2012sumario.pdf

[42] Organização das Nações Unidas. "*Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe*", 2012.

tres que a ameaçam, mas uma via sem porta, com milhões de estradas desembocando nela. E se as ideias estão evoluindo e revolucionando o pensamento, a realidade não deve permanecer como está.

Em tais "vias rumo à via" de Morin (2013) se encaixam as políticas da humanidade, que se alinham com a necessidade da regeneração do pensamento político atual. Dentre elas, destacam-se: a política de solidariedade, de qualidade de vida, de igualdade e supressão da pobreza; a política da via ecológica, da valorização da água, as reformas do pensamento e da educação, reformas da sociedade e reformas de vida. Na reforma da sociedade se enquadram a medicina e saúde, a cidade e o habitat, agricultura e zonas rurais, a alimentação, o consumo e o trabalho.

O modelo de desenvolvimento decorrente da confluência destas vias, políticas e reformas seria aquele calcado na sustentabilidade, em suas atuais, oito dimensões apontadas por Sachs (1993, p. 27-28 e 2002, p. 85-89), dentre as quais observa-se uma distinção entre sustentabilidade territorial espacial e sustentabilidade ecológica, temas que serão abordados no final deste capítulo (**Tabela 2.2)**.

Tabela 2.2 - Dimensões da sustentabilidade, segundo Sachs, 1993.

Sustentabilidade ecológica	Relacionada à preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis, à limitação do uso dos recursos não renováveis e à intensificação do uso dos recursos potenciais dos vários ecossistemas.
Sustentabilidade ambiental	Trata de respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.
Sustentabilidade territorial ou espacial	Refere-se a configurações urbanas e rurais balanceadas (eliminação das inclinações urbanas nas alocações do investimento público), melhoria do ambiente urbano, superação das disparidades interregionais e estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis. Preocupa-se com a concentração populacional excessiva nas áreas metropolitanas.
Sustentabilidade social	Cuida da criação de um processo de desenvolvimento que seja sustentado por um outro crescimento e subsidiado por uma outra visão do que seja uma sociedade boa. A meta é construir uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres. Refere-se ao alcance de um patamar razoável de homogeneidade social, com distribuição de renda justa, emprego pleno e/ou autônomo, com qualidade de vida decente e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais.
Sustentabilidade econômica	Alocação e gestão mais eficientes dos recursos, por um fluxo regular do investimento público e privado. Desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, com segurança alimentar, capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção, razoável nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica e inserção soberana na economia internacional.
Sustentabilidade cultural	Referente a mudanças no interior da continuidade (equilíbrio entre respeito à tradição e inovação), capacidade de autonomia para elaboração de um projeto nacional integrado e endógeno (em oposição às cópias servis dos modelos alienígenas) e autoconfiança, combinada com abertura para o mundo. Respeito às especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local.
Sustentabilidade política (nacional)	Democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos, desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional, em parceria com todos os empreendedores e um nível razoável de coesão social.
Sustentabilidade política (internacional)	Baseada na eficácia do sistema de prevenção de guerras da ONU, na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional, entre os países do Norte e do Sul de co-desenvolvimento, baseado no princípio da igualdade (regras do jogo e compartilhamento da responsabilidade de favorecimento do parceiro mais fraco), controle institucional efetivo do sistema internacional financeiro e de negócios, controle institucional efetivo da aplicação do Princípio da Precaução na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, prevenção das mudanças globais negativas, proteção da diversidade biológica (e cultural), gestão do patrimônio global, como herança comum da humanidade, sistema efetivo de cooperação científica e tecnológica internacional e eliminação parcial do caráter *commodity* da ciência e tecnologia, também como propriedade da herança comum da humanidade.

No âmbito da "cidade como habitat" do ser humano, torna-se necessária a aplicação de todas as dimensões da sustentabilidade, tendo em vista que a cidade sempre foi palco de todas as instâncias decisivas e decisórias (poder político, poder religioso, poder econômico, poder religioso, desenvolvimento científico), de lutas de classes, bem como lugares de criações artísticas, de divertimento, de espetáculos.

Se pensada sob a ótica da teoria do caos e do pensamento sistêmico, a cidade é um sistema complexo no qual se combinam ordem e desordem com sua estrutura dinâmica. Ela está em processo de desenvolvimento, e é um sistema que possui um mecanismo autorregulador (denominado homeostase) que permite aos organismos manterem-se num equilíbrio dinâmico com suas variáveis flutuando dentro de certos limites (CAPRA, 1996, p. 43).

Alguns cientistas acreditam que a compreensão das cidades como sistemas ecológicos, como "ecossistemas urbanos", além de ser fundamental para sobrevivência do planeta, é apontada como um meio importante para o conhecimento científico e para a aproximação da ciência ao público, entendendo que as cidades são o ambiente escolhido pela maioria das pessoas para se viver.

A relação do modo de vida nas cidades resultante da forma urbana integrada às estratégias de sobrevivência das comunidades e dos ecossistemas que dão suporte à vida ainda é pouco explorada no Brasil e nos acordos internacionais. O tema ainda é tratado de forma mais superficial no contexto do desenvolvimento urbano sustentável nos documentos apresentados nas reuniões de cúpula das organizações internacionais.

2.1.1 O contexto das iniciativas mundiais dedicadas à sustentabilidade urbana

A forma de vida da sociedade, com padrões de consumo baseados no modelo econômico atual, dificulta a apropriação das lições da ecologia. Em muitos casos, a modernização ecológica da cidade é utilizada como concepção hegemônica para o planejamento e duração das cidades em sua materialidade técnica de estoques e fluxos de matéria e energia necessários à acumulação urbana (Acselrad, 2010).

Nos países em desenvolvimento, a prioridade ainda é elevar os padrões sociais - o que vem sendo chamado de Agenda Marrom. Trabalha-se muito mais a mitigação dos problemas sociais do que a antecipação dos problemas ambientais e a capacidade de suporte dos ecossistemas. E muitas vezes, o desenvolvimento sustentável é utilizado como "marketing": preocupa-se com a preservação ambiental, mas não aceita ruptura na cadeia de suprimentos, reforçando a continuidade da acumulação capitalista.

Apesar da visibilidade dos impactos da urbanização frente aos acontecimentos de devastações, degradações, catástrofes, a conscientização ecológica não se instalou em um grande pensamento político, ela ainda não provoca uma força geradora de mudança no nível planetário. Ainda adotamos o pensamento cartesiano nas políticas públicas.

As políticas públicas para o meio ambiente ainda se baseiam em políticas econômicas capitalistas, e são fragmentadas, ancoradas em uma política ecológica neoliberal. Ainda são refreadas pelas estruturas institucionais e mentais, pelos interesses econômicos, a despeito das grandes conferências mundiais que marcaram as últimas décadas (MORIN, 2013). Não se fundamentam nos paradigmas da política sistêmica, acabam cedendo às políticas socioeconômicas que consideram a natureza um objeto.

Segundo Acselrad (2007), após a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a ECO 92, a noção de sustentabilidade para o desenvolvimento socioeconômico vem caminhando em duas direções. De um lado, em direção a um

sentido *contracultural*, um questionamento do estilo de vida, do padrão dominante de apropriação do mundo material, representado pelos movimentos sociais como a Cúpula da Terra na ECO 92, e a Cúpula dos Povos na RIO+20. De outro, em direção a um sentido mais *utilitário*, de assegurar a continuidade da acumulação do capital dos países desenvolvidos, resultante de visões originárias do Clube de Roma de 1968 e nas conferências internacionais da ONU, desde Estocolmo, em 1972). **Figura 2.1**

Figura 2.1 - Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável "Cidades Sustentáveis e Inovação", dois dias antes da reunião de Cúpula da Rio+20 e o contraste pelos direitos à terra e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado da Cúpula dos Povos.

Nesse sentido, muito do que se produz em termos de conhecimento científico nas universidades ainda está a favor do pensamento dominante cartesiano, visto que o capitalismo nasceu em "comunhão dialética" com a revolução tecno-científica dos séculos XVI e XVII. (CAMARGO, 2012, p. 25).

Na visão desse autor a forma de pensar a natureza como objeto a serviço da humanidade, dentro da lógica cartesiana-newtoniana, é a própria ideologia capitalista. Isto quer dizer que o conhecimento científico estaria subordinado à racionalidade tecnológica, que é amplamente comprometida com a lógica do mercado. Portanto, haveria uma submissão direta do pensamento científico ao modelo das relações capitalistas.

Logicamente, mesmo conscientes da gravidade dos problemas descritos anteriormente, essas conferências acabam não chegando a resultados práticos, porque reduzir o CO_2 na atmosfera significa alterar o modelo produtivo atual, o que interfere nos grandes interesses das economias dominantes Geralmente as negociações dizem respeito às ações dos Estados-Nação, e não ao que está realmente acontecendo nas comunidades. (CAMARGO, 2012, p. 69).

As comunidades no seu contexto local são as verdadeiras responsáveis pela dinâmica evolutiva do planeta. Entretanto, as políticas públicas desenvolvidas por um Estado, cada vez mais submetido ao sistema capitalista, ditando as regras e o próprio imaginário da Realidade, fragmentado e nada sistêmico, avançam ignorando os contextos locais e a interrelação dos elementos da natureza em sua totalidade.

No âmbito urbano, uma questão importante levantada por Acselrad (1999, p. 81) é que as diferentes abordagens sobre a noção de sustentabilidade urbana podem ser classificadas em três representações distintas da cidade, as quais objetivam proporcionar a integridade do urbano para a duração das cidades: (i) a legitimidade das políticas urbanas; (ii) o espaço da qualidade de vida e (iii) a representação técnico-material da cidade. Nem sempre essas abordagens são trabalhadas no mesmo nível e tão pouco são integradas conforme a-

presentado anteriormente na introdução. Os congressos e as conferências mundiais são divididos em temáticas e abordagens bem definidas.

Essas abordagens evidenciam as diferenças de prioridades entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento para as políticas ambientais urbanas. Nos primeiros, os problemas ambientais urbanos locais já foram superados, sem grandes problemas sociais. Tendo-se desenvolvido com base em modelo poluidor no nível planetário, podem-se "dar ao luxo" de se concentrar na Agenda Verde, aquela que cuida da preservação do meio ambiente. Já nos países em desenvolvimento, a prioridade é elevar os padrões sociais - o que vem sendo chamado de Agenda Marrom.

As primeiras iniciativas mundiais dedicadas à sustentabilidade urbana e ao reconhecimento da importância das cidades no ambiente global e na qualidade de vida das populações surgiram na década de 1980, na mesma década do relatório Brundtland (1986), que apresentou o conceito de desenvolvimento sustentável. Exemplificam essas iniciativas o projeto Cidade Ecológica (1983) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE); o projeto Cidades Saudáveis, da Organização Mundial da Saúde (1986); e a Rede Europeia de Cidades Saudáveis.

Desde então, as principais organizações mundiais dedicam-se à temática do desenvolvimento urbano, tais como: a Organização das Nações Unidas, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Banco Mundial, com o lançamento de programas como o Habitat (UN-Habitat). Segundo Antonocci et. al. (2009), as conferências e os fóruns UN-Habitat vêm refletindo mudanças de enfoque sobre a questão urbana dentro da própria ONU, bem como nos limites dos Estados-Nação.

A década de 1990, a partir da ECO 92, com a indicação para que todos os governos implementassem suas Agendas 21, foi marcada pelas iniciativas de governos locais[43], na Europa e nos Estados Unidos, para Cidades Sustentáveis. Paralelamente, em 1995, a ONU reconhece a Rede Global de Ecovilas, movimentos iniciados na década de 1970, como assentamentos humanos sustentáveis. Ainda na década de 1990, um grupo especializado em ambiente urbano da Comissão Europeia para Cidades Sustentáveis desenvolveu um relatório sobre cidades europeias sustentáveis baseadas em princípios da Carta de Aalborg[44] para o estabelecimento de objetivos e avaliação de progressos em direção à sustentabilidade na área urbana: gestão urbana, integração política, reflexão ecossistêmica, cooperação e parceria.

A reflexão ecossistêmica da cidade, adotada pela Comissão Europeia, coloca a cidade como um sistema complexo que inclui aspectos físicos (energia, recursos naturais e produção de resíduos) e aspectos sociais (desenvolvimento de nichos e diversidade), vista como fluxo ou cadeia. Nesta vertente, a manutenção, o restabelecimento, a promoção e o encerramento de fluxos ou cadeias contribuem para o desenvolvimento sustentável. No Brasil, no âmbito das políticas públicas, a visão ecossistêmica ainda não é aplicada.

Um exemplo foi a separação dos temas "Cidades Sustentáveis e Inovação" e "Água", nos "Diálogos para um desenvolvimento sustentável", uma reunião preparatória da Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável na Rio+20, ocorrida no Brasil

---

[43] Em 1990, no Congresso Mundial dos Governos Locais para um Futuro Sustentável das ONU, em Nova York, representantes de mais de 200 órgãos locais de todo o mundo fundaram o Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), com o objetivo de divulgar boas práticas de sustentabilidade, apoiando governos locais nos processos de sustentabilidade a desenvolverem e lançarem programas e campanhas.

[44] Carta das cidades europeias para a sustentabilidade conferência europeia realizada em 1994 na cidade dinamarquesa de Aalborg, onde foi aprovado o documento base da campanha, denominado de "Carta de Aalborg".

em 2012[45] .Alguns objetivos gerais foram levantados em relação à "forma de planejar as cidades", tais como: planejar antecipadamente a sustentabilidade e a qualidade de vida nas cidades; promover "padrões globais" de sustentabilidade para cidades; promover engajamento ativo de comunidades locais para melhorar o ambiente físico e social nas cidades e levar em consideração o empoderamento de comunidades locais no desenho dos espaços urbanos.

No documento final produzido na Conferência Rio+20, "O futuro que queremos" (ONU, 2012), com resultados para cidades sustentáveis e assentamentos humanos destacam-se as seguintes observações, grifadas abaixo, mas não faz nenhuma relação da cidade aos ecossistemas, apenas abordagem holística e métodos de planejamento e de gestão integrados.

> 134. Reconhecemos que, se bem planejadas e desenvolvidas, inclusive através de métodos de planejamento e de gestão integrados, as cidades podem promover sociedades sustentáveis no plano econômico, social e ambiental. Nesse sentido, reconhecemos a necessidade de uma abordagem holística para o desenvolvimento urbano e assentamentos humanos, que forneça habitação e infraestrutura a preços acessíveis e priorize a urbanização de favelas e revitalização urbana. Nós nos comprometemos a trabalhar para melhorar a qualidade dos assentamentos humanos, incluindo as condições de vida e de trabalho dos moradores urbanos e rurais no contexto da erradicação da pobreza, para que todas as pessoas tenham acesso a serviços básicos, habitação e transporte. Reconhecemos também a necessidade de conservação adequada do patrimônio natural e cultural dos assentamentos humanos, de revitalização dos bairros históricos, e de reabilitação dos centros das cidades.

A Declaração Final da Cúpula dos Povos, na Rio+20, propõe o fortalecimento de economias locais e dos direitos territoriais para garantir a construção comunitária de economias mais vibrantes. Essas economias locais proporcionariam meios de vida sustentáveis locais e a solidariedade comunitária, componentes vitais para a resiliência dos ecossistemas, diminuindo a pegada ecológica das cidades.

Assim, a diversidade da natureza e sua diversidade cultural associada tornam-se a base para um novo paradigma de sociedade. Alguns pontos de destaque foram reivindicados na Declaração Final da Cúpula dos Povos em direção ao desenvolvimento urbano sustentável, como alternativas frente ao atual sistema: defesa dos espaços públicos nas cidades, com gestão democrática e participação popular; economia cooperativa e solidária; soberania alimentar; novo paradigma de produção, distribuição e consumo; mudança da matriz energética.

Porém, apesar das estratégias socioeconômicas, a forma como as economias locais se estruturam no espaço urbano com reflexos na paisagem foi pouco debatida. A não ser na tenda Gaia Home, que faz parte da Rede Global das Ecovilas[46] e do Movimento Cidades em Transição, questiona o modo de vida consumista. Porém, diferente dos grupos que lutam

---

[45] Ela ocorreu num espaço aberto pelo governo brasileiro e a ONU, denominado "Diálogos para um desenvolvimento sustentável", para uma discussão entre representantes de movimentos sociais, setor privado, comunidade acadêmica e científica de alto nível no contexto mundial, juventude, mulheres e governos locais, sobre dez temas prioritários da agenda internacional relacionada ao desenvolvimento sustentável. A autora participou desta sessão.

[46] A Rede Global de Ecovilas (GEN) foi criada em 1995, por ocasião da Conferência sobre Ecovilas e Comunidades Sustentáveis – Modelos para o Século XXI, realizada na Fundação *Findhorn*. A Rede tem como objetivo estreitar as relações entre as diversas comunidades formadas para o aperfeiçoamento e expansão desses assentamentos em diversos países. A ideia de Ecovilas foi incorporada pelas Nações Unidas no Programa de Desenvolvimento de Comunidades Sustentáveis, tendo como objetivo principal apoiar a capacidade local das comunidades rurais, visando ao desenvolvimento sustentável, por meio do uso de energias alternativas e do gerenciamento ambiental (BRAUN, 2003).

por seus direitos, esse grupo tem uma cultura proativa, alinhando o discurso às ações, acreditando que, na sociedade atual, já existe conhecimento, técnicas e recursos suficientes para fazer a transição para um mundo sustentável baseado na permacultura[47].

O documento "O Panorama das Cidades e da Biodiversidade", resultado da 11ª Conferência das Partes sobre Biodiversidade de 2012, combina ciência e políticas em uma avaliação global das conexões entre a urbanização, a biodiversidade e os serviços ambientais. Ele faz um alerta para que as áreas urbanas proporcionem maior cuidado com os ecossistemas dos quais dependem, considerando seus serviços ambientais, com iniciativas de "desenho e restauração" para redução de seus impactos ambientais, com maior eficiência no uso de materiais e energia e o uso produtivo dos resíduos.

O relatório da ONU-HABITAT (2012) sobre o "Estado das cidades do mundo" de 2012/2013 alerta que é necessário pensar um novo tipo de cidade para o futuro, centrada nas pessoas, capazes de integrar os aspectos tangíveis e mais intangíveis de prosperidade, no processo de exclusão de formas e funcionalidades ineficientes e insustentáveis da cidade do século passado.

O relatório criou um "Índice de Prosperidade da Cidade", que avalia o desempenho de uma cidade de acordo com cinco áreas-chave interligadas: produtividade, infraestrutura, igualdade, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental. Isso demonstra que as ciências sociais e ambientais devem andar juntas em todas as suas ramificações. A sustentabilidade ambiental já não é mais uma coisa a parte, faz parte da prosperidade e da vida nas cidades.

Entretanto, essa noção de sustentabilidade ambiental nas cidades, é algo ainda bastante complexo. É um processo que envolve múltiplas realidades em função das múltiplas interações e interpretações que acontecem: entre os indivíduos, entre o indivíduo e o meio, entre o sujeito pesquisador e objeto pesquisado.

Mesmo se analisada do ponto de vista do processo de projeto físico urbano, envolve o equilíbrio entre vários fatores políticos, econômicos, culturais e físicos, bem como a multidimensionalidade dos processos, tanto no âmbito da pesquisa acadêmica, quanto no âmbito governamental e da sociedade como um todo, principalmente porque a formação dos profissionais envolvidos ainda é predominantemente cartesiana.

No planejamento urbano-ambiental é comum a análise no plano global da estrutura urbana, por meio da multidisciplinaridade e, às vezes, da interdisciplinaridade. Porém, ainda não se aborda a visão transdisciplinar que contempla a complexidade do uno e do múltiplo, com princípios unificadores, e as conexões que abrangem os vários níveis de realidade, considerando a diversidade de visões, de atores envolvidos, a conexão, o pensamento sistêmico ou, nas palavras de Morin (2010, p. 30), o princípio dialógico[48] da dualidade, "visão poliocular", "polioscópia" e invovadora.

A transdisciplinaridade e o pensamento sistêmico e complexo aceitam a razão dialógica com grandes unidades teóricas de caráter complementar, concorrente e antagonista (MORIN, 2010). O princípio dialógico nos permite manter a dualidade no sentido da unidade. O princípio dialógico permite, mesmo no seio da unidade (sociedade), manter a dualidade (diversidade individual).

---

[47] O termo *permacultura* foi criado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren nos anos 1970 de com a da fusão de dois conceitos, "agricultura e permanente" que integram uma metodologia para o desenho de comunidades humanas sustentáveis.

[48] O termo dialógico é usado por Morin como "duas lógicas, dois princípios, estão unidos sem que a dualidade se perca nessa unidade: daí vem a ideia de unidualidade." (MORIN, 2010, p. 189).

Esse princípio associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagônicos. Estabelece a relação entre as ciências naturais e as ciências humanas, sem reduzir umas às outras. Nem o humano se reduz ao biofísico e nem a ciência biofísica se reduz às condições antropossociais de elaboração (MORIN, 2010, p. 20).

Questiona-se como a ciência urbana, com suas teorias urbanas e novas configurações da cidade, pode acomodar tal novidade frente ao futuro incerto, e se pode avançar na prática do desenho urbano ecológico. E como seria essa união entre a ciência ecológica e a teoria e prática do desenho urbano na construção e revitalização das megacidades, das cidades grandes e cidades menores?

Na visão de Guattari (1989, p. 17), a atual sociedade capitalista precisa ser substituída por uma sociedade ecológica, uma sociedade que implique nas radicais mudanças sociais indispensáveis para eliminar os abusos ecológicos provocados pelo sistema mercantilista, que, paradoxalmente, a classe mais abastada hoje tenta esconder sob a bandeira da economia verde.

Na vertente da Sociologia, a questão ambiental apenas será efetivamente solucionada caso haja avanços democráticos e de justiça social. As lutas ecológicas devem ser baseadas na indissociabilidade das transformações sociais profundas, questionando a apropriação privada da natureza e a organização social resultante da relação ambiente-sociedade (WALDMAN, 1992).

Os estudos sobre a representação técnico-material das cidades[49], como estudos da forma urbana e o meio ambiente, do "urbanismo verde" ou "urbanismo ecológico" para cidades ecoeficientes e resilientes, já estão mais avançados, se considerados os urbanismos de modelos integrados ao desenho da paisagem que tiveram início do século XX. Porém, sob a ótica de sistemas urbanos complexos, com o estudo das relações entre as partes, as configurações, os padrões espaciais capazes de conectar áreas do conhecimento, ainda requerem uma integração e aprofundamento maior entre áreas do conhecimento.

Na visão dos autores Odum e Barrett (2007, p. xiv), a ecologia como estudo da Terra como lar amadureceu o suficiente para ser considerada uma ciência básica e integrativa do ambiente, contribuindo para a "terceira cultura": a ponte necessária entre a ciência e a sociedade. É a disciplina que remete aos mais altos e complexos níveis de organização biológica, permanece como um estudo do holismo e da emergência, porém, agora é vista não só como uma ciência biológica, mas como uma ciência humana.

É fundamental experimentar novas abordagens integrativas, de níveis múltiplos e escalas amplas alcançando o entendimento transdisciplinar ou da "ciência da sustentabilidade", apontada por Odum e Barret (2012, p. 16) como "ciência integrativa" a partir do pensamento sistêmico[50] complexo (MORIN, 2010; BERTALANFFY, 2010).

Guattari (1989, p. 17) acredita que é necessário ir além, deve-se promover uma nova articulação ético-política entre os três registros ecológicos: o do nível do ambiente, o das relações sociais e o da subjetividade humana, a "ecosofia". Na sua visão, é necessário promover um novo paradigma ético e um novo paradigma estético, que passam pela área da pscicanálise (práticas "psi") e todas aquelas que estão em posição de intervir nas instâncias psíquicas individuais e coletivas, educação, saúde, cultura, esporte, artes, mídia, moda, arquitetura e urbanismo, entre outras.

---

[49] Termo definido por Acselrad (2001).

[50] Pensamento sistêmico – organismo como totalidade ou sistema. A noção de sistema como unidade complexa, um todo que não se reduz a soma de suas partes constitutivas (Bertalanffy, 2010).

Na visão dele, as ciências humanas e as ciências sociais deixaram escapar as dimensões intrinsecamente evolutivas, criativas, autoposicionantes dos "processos de subjetivação". Paradoxalmente, as "ciências duras" podem promover a reviravolta "mais espetacular" com respeito aos processos de subjetivação, a "enunciação subjetiva" (GUATTARI, 1989, p. 17). Nessa pesquisa, procurou-se a fundamentação das conexões transdisciplinares sob o entendimento desde a evolução da ciência moderna até o pensamento sistêmico e a física moderna.

Acredita-se que o desenho urbano, situado entre a arquitetura e o planejamento urbano, considerando suas instâncias psíquicas, individual e coletiva, associadas ao campo da ecologia, tem condições de trabalhar as três ecologias, englobando o seu espaço físico, as relações sociais no espaço e as lutas de classes e os modelos e padrões "que são impostos" à subjetividade humana como modelos ideais para a saúde física, emocional e mental.

Assim, sustenta-se nesta tese a potencialidade desse campo para estudos transdisciplinares, se associado a estudos epistemológicos complexos, além da ciência cartesiana, que aceita os multicaminhos e as multimaneiras de conexões. Procura-se, portanto, nessa pesquisa conceitos que possam ser compartilhados por outras áreas do conhecimento e fazer conexões importantes entre o desenho urbano e ecologia.

Antes de aprofundar estudos sobre o pensamento sistêmico e sua aplicação no campo da Arquitetura e Urbanismo e da Ecologia para uma transição à transdisciplinaridade, é importante fazer uma breve retrospectiva histórica para entender a disjunção do conhecimento, a separação das disciplinas, do sujeito/observador e entre matéria e espírito, refletidos no meio ambiente, bem como a utilização da lógica cartesiana, a matemática como linguagem no pensamento científico até as grandes contribuições do século XX como a teoria da relatividade, teoria do caos, a teoria geral dos sistemas, o pensamento sistêmico e a ciência da complexidade emergente.

2.2 A evolução da ciência, da transdisciplinaridade antiga, passando pela lógica clássica e o pensamento cartesiano, até o pensamento sistêmico transdisciplinar da atualidade.

As raízes da ciência ocidental estão no período inicial da filosofia grega do século VI a.C., numa cultura na qual a ciência, a filosofia e a religião não se encontravam separadas. Segundo Capra (2011, p. 32), um filósofo na Grécia Clássica era ao mesmo tempo escritor, poeta, músico, matemático, geômetra, político, teólogo e cientista. Os sábios da escola de Mileto não viam distinção entre o animado e o inanimado, entre o espírito e a matéria, consideravam todas as formas de existência como manifestação da "physis", dotadas de vida e espiritualidade.

A filosofia da escola de Mileto possuía feições místicas, pensavam na matéria viva. Tales de Mileto (624 a 558 a.C.) declarava que "todas as coisas estavam cheias de deuses" (CAPRA, 2011, p. 32). Tales acreditava que o mundo não tinha sido feito pelos deuses, mas era resultado de forças materiais interagindo na natureza. Ele considerava a água como sendo a origem de todas as coisas, e seus seguidores, embora discordassem quanto à "substância primordial" (que constituía a essência do universo), concordavam com ele no que dizia respeito à existência de um "princípio único" para essa natureza primordial. Seu discípulo, Anaxímenes (585 a 528 a.C.), por exemplo, julgava que tudo era permeado e formado pelo ar.

A visão monoística e orgânica da escola de Mileto e de Heráclito de Éfeso (540 a 470 a.C.), guardadas as proporções, aproxima-se muito da ideia de unidade expressa nas antigas

filosofias chinesa e indiana. O universo era conhecível, porque exibia uma ordem interna, com princípios, forças, leis da natureza, observáveis porque eram constantes, por meio das quais era possível entender o mundo.

Para os orientais, todas as coisas e todos os fatos percebidos pelos sentidos encontram-se inter-relacionados, unidos entre si (CAPRA, 2011, p. 32). No taoismo, por exemplo, tudo é analisado pelas leis da natureza, e a humanidade e o universo são unidos como um. O Cosmo é visto como uma realidade inseparável, em constante movimento, vivo, orgânico, espiritual e material ao mesmo tempo.

Assim como os filósofos orientais, Heráclito acreditava num mundo em contínua mudança, em um eterno "vir a ser", e ensinava que todas as transformações no mundo derivam da interação dinâmica e cíclica dos opostos, vendo qualquer par de opostos como uma unidade, denominada Logos. (CAPRA, 2011, p. 32). Ele acreditava que tudo era constituído pelo fogo.

Esses filósofos gregos supunham um universo formado por um único elemento e a partir deste elemento todas as substâncias conhecidas eram produzidas. Porém, Empédocles, filósofo, médico e professor, não acreditava que o mundo fosse formado por apenas um elemento e introduziu a teoria dos quatro elementos, no século V (490 a 430 a.C.). Por ela, o universo não era formado de um único elemento e sim dos elementos, Água de Tales, Ar de Anaxímenes, do Fogo de Heráclito e mais um novo elemento foi introduzido por Xenófanes, a Terra.

Aristóteles retomou essa ideia no século IV (384-322 a.C.) e acrescentou que cada um desses elementos tinha um devido lugar e procurava permanecer nele ou encontrá-lo. Por exemplo, a terra estava no centro dos quatro elementos, em seguida vinha a água, acima vinha o ar e, por último, acima de todos, o fogo.

Hoje os quatro elementos da natureza estão sendo aplicados novamente como estratégia de ação da ecologia profunda para a implantação de comunidades sustentáveis. A ecologia profunda considera os indivíduos como parte orgânica do todo, cuja visão vai além da puramente materialista, englobando a questão vibracional da espiritualidade. Dentro dessa linha, procura-se conectar com os ensinamentos da natureza por meio de *insights* e visualização criativa para compreender melhor o funcionamento da teia da vida.

Os quatro elementos da natureza - terra, água, fogo e ar - são utilizados como elementos estruturadores para ações e propostas. Segundo Sattler (2007), os elementos remetem a significados e demonstram as relações harmônicas com a natureza, sendo cada um fundamental para o equilíbrio e a sustentabilidade da vida, além de trazer um significado próprio que pode ser aplicado nos diferentes usos e ocupações dos locais.

Pode-se dizer que isso está na base do urbanismo ecológico, cujas raízes[51] na visão de Spirn (2011), tiveram início no século V a.C., com o Tratado de Hipócrates "Ares, Águas, Lugares" na Grécia Antiga que discorria sobre os efeitos dos fatores ambientais na saúde dos indivíduos e nas comunidades. Hipócrates acreditava na relação que se estabelece entre o macrocosmo e o microcosmo humano: os ciclos fisiológicos seriam análogos aos ciclos existentes na natureza física. Ele dava importância dos conhecimentos da Astronomia na Medicina, como por exemplo os efeitos das estações do ano no corpo humano, mudanças que ocorrem na passagem de uma estação para a outra, os solstícios e equinócios.

[51] Ou podemos pensar que o urbanismo ecológico é ainda muito mais antigo, se considerarmos a cultura oriental do Feng Shui, uma sabedoria chinesa com mais de 4 mil anos de existência, que tem a visão holística para escolha de um local adequado para implantação de uma cidade ou de um edifício de acordo com a percepção dos ambientes natural e construído.

Assim, o tratado propunha que os médicos, ao chegar a uma cidade, deveriam estudar a geografia física, a natureza dos ventos, das águas e dos solos, o tipo alimentar dos habitantes, a constituição climática do lugar e propostas de condições sanitárias para prever as doenças locais. Além disso, Hipócrates acreditava na ação do ambiente físico sobre a interioridade do homem, seu caráter, suas virtudes (FRIAS, 2004).

A visão monoística dos gregos, que integrava matéria e espírito, foi dividida na escola eleática[52], que pressupunha um Princípio Divino posicionado acima de todos os deuses e de todos os homens, que mais tarde foi responsável pela separação entre o espírito e a matéria, gerando o dualismo que se tornou a marca característica da filosofia ocidental (CAPRA, 2011, p. 32). A divisão entre espírito e matéria foi tomando corpo a partir do século V a.C., e os filósofos voltaram a sua atenção para o mundo espiritual, deixando de lado o mundo material. Passaram a concentrar-se na alma humana e nos problemas de ética que predominam até o momento no pensamento ocidental.

O conhecimento científico da Antiguidade foi sistematizado e organizado por Aristóteles (384-322 a.C.), que acreditava que as coisas concernentes à alma humana e à contemplação da perfeição de Deus eram mais importantes do que as investigações do mundo material. A ausência de interesse no mundo material, paralelamente ao predomínio da Igreja Cristã, que apoiou as doutrinas aristotélicas durante toda a Idade Média, contribuiu para a hegemonia do pensamento racional e lógico (CAPRA, 2011).

Todavia, Aristóteles pode ser visto como o primeiro biólogo da tradição ocidental. Ele distinguia entre matéria (substância, estrutura e quantidade) e forma (padrão, ordem, qualidade) e as ligava por meio de um processo de desenvolvimento. Ele acreditava que a forma não tinha existência separada, mas era imanente à matéria, que não poderia existir separada da forma. Segundo ele, a matéria contém a natureza essencial de todas as coisas, mas apenas por meio da forma essa essência torna-se real ou efetiva (CAPRA, 1996).

Aristóteles criou um sistema de lógica formal e um conjunto de concepções unificadoras que foi aplicado às disciplinas de Biologia, Física, Metafísica, Ética e Política. A Lógica Clássica que conhecemos hoje teve origem com o pensamento aristotélico e pode ser caracterizada como a ciência do raciocínio, o estudo da razão ou o estudo do raciocínio.

O objetivo da lógica consiste no estudo de três princípios lógicos fundamentais usados no raciocínio: (1) Princípio da identidade - todo objeto é idêntico a si mesmo; (2) Princípio da não contradição - uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo; e (3) Princípio do terceiro excluído – toda proposição é verdadeira ou falsa, não havendo outra possibilidade (D'OTTAVIANO e FEITOSA, 2003).

Os gregos acreditavam que os seus teoremas matemáticos expressavam verdades eternas e absolutas acerca do mundo real, e as formas geométricas eram manifestação de uma beleza absoluta. A geometria era a combinação perfeita de lógica e beleza. Eles acreditavam que sua origem era divina.

A geometria euclidiana sempre influenciou a área de Arquitetura e Urbanismo, as cidades planejadas nas colonizações gregas e romanas eram modelos de cidades baseados num sistema de quadrículas. Os acampamentos militares romanos tinham que ser montados rapidamente, portanto era necessário impor uma ordem geométrica pré-estabelecida. O conhecimento do espaço se deu por meio de tratados, como a geografia de Ptolomeu, os elementos de geometria de Euclides e a arquitetura de Vitrúvio (GUERREIRO, 2010, p. 36).

---

[52] Escola de pensamento *eleática*, associada à pólis de Eléia, no sul da península italiana, engloba os filósofos Parmênides de Eléia, Zênon de Eléia e Melisso de Samos. http://greciantiga.org/arquivo.asp?num=0468

Vitrúvio, arquiteto romano, no século I a.C., utilizou como recurso para ilustração esquemas geométricos simples de fácil reprodução, esquemas que expressassem regras de concepção. Ele utilizou termos como forma, esquema e diagrama. Em seu tratado "*De Architectura Libri Decem*", Vitrúvio descrevia como o desenho das ruas e a orientação e disposição dos edifícios deveriam corresponder a padrões sazonais de sol e vento. Esse tratado influenciou diversos textos sobre Arquitetura e Urbanismo, Hidráulica e Engenharia, com seu trabalho sobre padrões de proporções e seus princípios conceituais: "*utilitas*" (utilidade), "*venustas*" (beleza) e "*firmitas*" (solidez).

A **Figura 2.2** ilustra uma representação da direção dos ventos e o outro de como evitar ventos nefastos, desviando os alinhamentos das ruas e avenidas do seu curso impetuoso com uma descrição do traçado norte-sul (SEQUEIRA, 2010).

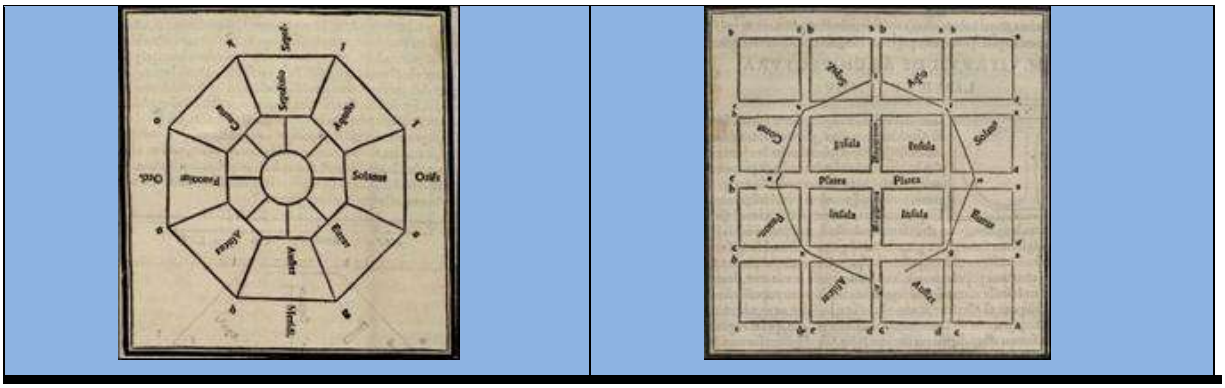


Figura 2.2 - Esquemas de Vitrúvio ilustrados por Fra Giovanni Giocondo.
Fonte: "Desenhos do De Arquitetura", de João Menezes de Sequeira (2010), com interpretações do texto vitruviano feitas por alguns dos principais tratadistas do Renascimento, como Filarete e Francesco di Giorgio.

Na Idade Média, o conhecimento formal da Geometria ficou ligado ao conhecimento adquirido nos mosteiros e permaneceu profundamente arraigado ao pensamento místico e religioso. A representação mística e simbólica da realidade era bem mais importante do que a representação da realidade observada na representação dos mapas medievais. Entretanto, com a queda do Império Romano, as cidades passam por uma mudança radical, tendo que se adaptar às regiões mais altas para defesa, o que resultou em um tecido mais irregular, adaptado ao relevo.

Nas cidades pós-romanas, por exemplo, houve uma sobreposição da nova ordem social auto-organizada sobre o grid ortogonal. Houve um rearranjo da revolução social com a redução da população e da nova situação econômica, uma transformação das cidades de uma cultura pagã de cultos múltiplos até a religião monoteísta do Cristianismo e, mais tarde, em algumas religiões do Império Islâmico.

Segundo Medeiros (2006), durante os séculos XVI e XVII, a visão de mundo medieval, fundamentada na filosofia clássica aristotélica e nos dogmas do Cristianismo, transformou-se drasticamente com a construção Renascentista. A noção do mundo como uma máquina substituiu a noção de universo orgânico.

No Renascimento, apesar da redescoberta da ciência e dos tratados gregos, a ciência ocidental começou a se livrar da influência de Aristóteles e da Igreja, passando a apresentar um novo interesse em torno da natureza. Algumas redescobertas foram negadas, como a visão geocêntrica de Ptolomeu, assegurada por muitos anos pela Igreja Católica, com a descoberta de Copérnico sobre a hipótese de que o centro do universo estava no Sol e não na Terra (CAPRA, 2011).

No início do século XV, o arquiteto Leon Battista Alberti, considerado o Vitrúvio florentino, defendia que a localização das cidades e desenho de ruas, praças e edifícios deveria ser adaptada ao caráter de seu meio ambiente, agradável à natureza, de modo que as cidades pudessem promover, ao mesmo tempo, a saúde, a segurança, a conveniência, a dignidade e o prazer. Na visão dele, a natureza deveria ser respeitada porque, mesmo havendo obstáculo para obstruí-la, ela sempre triunfará as barreiras impostas e poderá destruir qualquer teimosia contra ela. Alberti, ao dizer isto, baseou-se na catalogação dos desastres sofridos por cidades que haviam desconsiderado a força da natureza (SEQUEIRA, 2010).

Leonardo Da Vinci, também no século XV, já via a conexão entre os problemas sociais e outros problemas parecidos, buscando soluções com uma visão sistêmica. "Compreender um fenômeno significa relacioná-lo com outros fenômenos por meio da similaridade de padrões" (*apud* CAPRA, 2008, p. 28). Ele tinha a habilidade excepcional de interligar observações e ideias de diferentes disciplinas e explorou quase todo o âmbito dos fenômenos naturais conhecidos em sua época, bem como muitos outros desconhecidos até então.

Leonardo estudava as formas vivas, os padrões orgânicos. No microcosmo, o corpo humano e, no macrocosmo, os movimentos do ar e da água, as formas geológicas e os padrões biológicos conforme o seu olhar de pintor e de investigador da natureza intrínseca das coisas. Na visão dele, o artista deve imitar com exatidão a Natureza, e não tentar melhorá-la, para não ser antinatural.

A ciência para Da Vinci devia estar fortemente amparada pela observação e experimentação, e os sentidos nesse contexto deveriam ter um papel fundamental. O trabalho de Leonardo Da Vinci, para Capra (2013), contempla uma valiosa herança cultural para o nosso tempo, por ter sido ele um pintor e um pesquisador sistêmico.

Ele tinha a síntese perfeita entre arte, ciência e tecnologia. Ele definiu a pintura como fruto da observação da natureza e estudou a correlação dos padrões botânicos e animais, levando em conta a similaridade existente. Ele tinha a curiosidade intelectual associada ao engenho experimental, fato fundamental para o século XXI, no qual os problemas globais ainda tendem a ser analisados segundo uma perspectiva interdisciplinar (**Figura 2.3**).

Figura 2.3 - Leonardo Da Vinci. "Alegoria com lobo e águia", "Estudo sobre flores" e "Cavalo 3"
Fonte: http://www.leonardoda-vinci.org. Acesso em janeiro de 2014.

As questões levantadas por Leonardo Da Vinci quanto aos problemas teóricos do projeto arquitetônico são as mesmas que ele investiga em sua ciência de formas orgânicas tais como: padrões, organização espacial, ritmo e fluxo (CAPRA, 2008, p. 76).

> Bons projetistas têm a habilidade de pensar sistemicamente e de sintetizar. Eles sobressaem na visualização, na organização dos elementos conhecidos em novas configurações, na criação de novas relações; e são habilidosos em transmitir esses processos mentais na forma de desenhos quase tão rápido quanto ocorrem. (CAPRA, 2008, p. 74).

Um fato curioso para essa pesquisa é a cidade pensada por Leonardo Da Vinci, descoberta em anotações no final século XV, analisada por Capra (2008) e outros pesquisadores. Leonardo da Vinci percebeu que as condições sanitárias tinham relação direta com a propagação da doença, após testemunhar a peste de Milão, em 1482. Para que a cidade permanecesse saudável era necessário colocar em movimento as pessoas, os bens materiais, comida, água e lixo para fluir com facilidade. Esses princípios de saneamento e saúde pública só seriam valorizados no século XIX.

Leonardo da Vinci pensava a cidade como um organismo vivo, a partir da visão orgânica, com capacidade de suporte e metabolismo dos edifícios. Ele sugeriu reconstruir a cidade de Milão de modo a prover habitação decente para as pessoas e abrigo para animais e possibilitar o uso de jatos d'água para limpeza das ruas. Ele pensou em dividir a população em 10 distritos ao longo do rio, cada um com aproximadamente 30 mil habitantes. Assim, dispersaria grandes aglomerações de pessoas "amontoadas como um rebanho de bodes, um nas costas do outro, que enchem cada canto com seu fedor e lançam as sementes da pestilenta morte" (Da Vinci *apud* CAPRA, 2008, p. 74) (**Figura 2.4**).

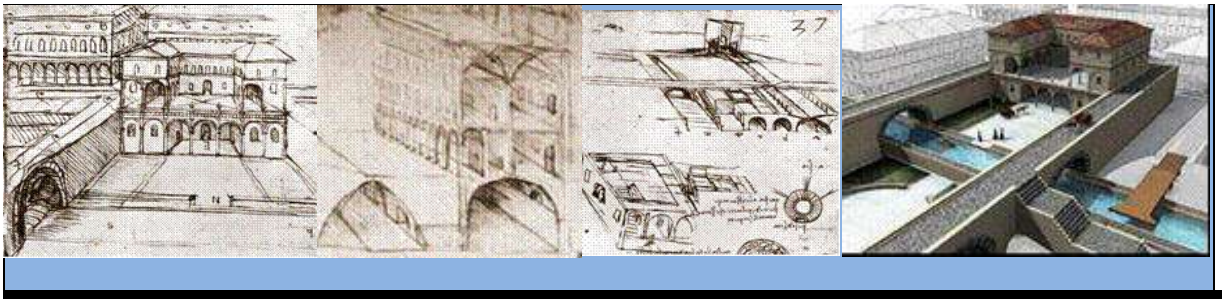


Figura 2.4 - Leonardo Da Vinci. A cidade com dois níveis de circulação e Sistema de abastecimento de água de uma cidade em dois níveis. Fonte: Viçosa Cidade Aberta http://vicosacidadeaberta.blogspot.com.br/2011/01/o-arquiteto-leonardo-da-vinci.html e MuseoScienza (http://www.museoscienza.org/idealcity/english/indiceng.htm)

Em cada distrito haveria dois níveis, um superior para pedestres e um inferior para veículos, com escada conectando-os. O nível superior teria passagens em arcadas e belas casas com jardins dispostos em terraços. No nível inferior, haveria lojas e áreas de armazenamento para mercadorias, bem como ruas e canais para entrega das mercadorias com carrinhos e barcos. Canais subterrâneos deveriam ser construídos para escoar o esgoto e as substâncias fétidas. Leonardo deixou importantes contribuições para a Engenharia Hidráulica.

A influência de Leonardo da Vinci não é percebida sobre os cientistas que se seguiram, por não ter ele publicado suas descobertas. No fim do século XV, a natureza foi abordada a partir de estudos científicos, nos quais os experimentos eram levados a cabo para testar ideias especulativas. O desenvolvimento desses experimentos do século XV foi acompanhado pelo interesse pela Matemática, e acabou por gerar a formulação de teorias científicas tomando como base o experimento.

Esse encontro da Matemática com o conhecimento empírico resultou em teorias e linguagens matemáticas realizadas no século XVI por Galileu, que foi o pai da ciência moderna. Ele restringiu a ciência apenas ao estudo dos fenômenos que podiam ser medidos e quantificados.

Com a Revolução Científica do século XVII, novas descobertas na física, na matemática, na astronomia a partir de Copérnico, Galileu, Descartes, Bacon e Newton, a noção de um universo orgânico, vivo e espiritualizado foi substituída por outra visão do mundo como máquina, metáfora da era moderna.

Segundo Capra (2011), o nascimento da ciência moderna foi precedido e acompanhado por um desenvolvimento do pensamento filosófico que deu origem a uma formulação extrema do dualismo espírito/matéria, principalmente com a filosofia de René Descartes no século XVII, que separava a visão da natureza em dois reinos independentes: o da mente e o da matéria.

Assim, a divisão cartesiana permitiu aos cientistas tratar a matéria como algo morto e inteiramente separado de si mesmos, vendo o mundo material como uma vasta quantidade de objetos reunidos numa máquina de grandes proporções.

Descartes formulou, pela primeira vez em linguagem científica moderna, uma visão do Universo sem a necessidade de um Deus, havendo, assim, uma ruptura com a Igreja. Ele desenvolveu o método do pensamento analítico que predomina até hoje nas universidades, no qual a natureza é desmontada, reduzida, fragmentada. A realidade foi dividida em peças simples e fáceis de serem entendidas para que, assim, pudesse ser analisada a propriedade de cada uma individualmente para se compreender o funcionamento do todo. A revolução cartesiana tornou o universo acessível por meio da razão, da lógica e, consequentemente, tornou os homens mestres da ciência e da tecnologia.

O Iluminismo do século XVII e XVIII defendia o domínio da razão sobre a visão teocêntrica que dominava a Europa desde a Idade Média. Os filósofos iluministas tinham o propósito de "iluminar" as trevas em que se encontrava a sociedade sob o domínio da Igreja, e acreditavam que o pensamento racional deveria ser levado adiante, substituindo as crenças religiosas e o misticismo, que, segundo eles, bloqueavam a evolução do homem.

Na segunda metade do século XVIII e até o fim do século XIX, a visão mecanicista do mundo sustentada por Isaac Newton, que elaborou a Mecânica a partir desses fundamentos, tornou-se o alicerce da Física Clássica e dominou o pensamento científico (CAPRA, 2011). A visão mecanicista da Física Clássica tem como conceitos-chave as ideias de continuidade, causalidade local e determinismo. Segundo seus fundamentos, todo o fenômeno físico poderia ser compreendido por um encadeamento contínuo de causas e efeitos (NICOLESCU, 1999, pag. 20) que são relações lineares. Dois pontos separados por uma distância, mesmo que infinita, no espaço e no tempo, estaria, entretanto, ligados por um encadeamento contínuo de causas e efeitos.

Portanto, só a causalidade local tem seu lugar na Física Clássica. Outras causalidades foram perdidas (formal ou final), e isso teve consequências culturais e sociais. As leis da Física Clássica são leis deterministas: se soubermos uma equação das posições e velocidades dos objetos físicos num dado instante, podemos prever suas posições e velocidades. (NICOLESCU, 1999, pag. 20).

A visão de Newton dependia de uma visão de espaço e de tempo contínuos e absolutos, como fenômenos lineares. Grande parte da ciência de Newton e de seus contemporâneos estava enraizada na noção de geometria perfeita de Euclides. A Física foi proclamada a rainha das ciências e, assim, nasceu a ideologia cientificista, uma ideologia de vanguarda do século XIX que retornaria à tradição aristotélica.

A primeira oposição ao pensamento cartesiano mecanicista partiu do movimento romântico na Arte, na Literatura e na Filosofia no final do século XVIII e no século XIX. Os poetas e filósofos românticos alemães retornaram à tradição aristotélica, que estabelece o resgate de *princípios* em oposição aos *processos* de produção vigente e possui forte embasamento na forma orgânica. Medeiros (2006) cita Johann Wolfgang Goethe como criador do termo “morfologia” para o estudo da forma biológica que admirava a ordem móvel da natu-

reza, que apesar de humanista, poeta e romancista, interessou-se pela mutabilidade das formas vegetais. Goethe pensava a forma como um padrão de relações dentro de um todo organizado, como no pensamento sistêmico que será explorado posteriormente. Os artistas românticos estavam preocupados com o entendimento qualitativo dos padrões (CAPRA, 1996).

Kant foi influenciado pelo pensamento romântico na filosofia com o entendimento da forma orgânica. Kant acreditava que a ciência só podia oferecer explicações mecânicas de um mundo de "coisas-em-si", e que as áreas onde tais explicações eram inadequadas requeriam outro tipo de conhecimento, considerando a natureza como sendo dotada de propósito. Ele foi o primeiro a utilizar o termo "auto-organização" para definir a natureza dos organismos vivos. A visão romântica da natureza como "um grande todo harmonioso" fez com que vários cientistas da época pensassem na totalidade de todo o planeta, na Terra como um todo integrado, como um organismo vivo (CAPRA, 1996).

Em 1867, o engenheiro Ildenfonso Cerdá, publica a "Teoria Geral da Urbanização", na qual pela primeira vez foram empregados os termos urbanização e urbanismo com sentido de planejamento urbano. Ele considerava a cidade como organismo vivo, utilizou métodos e certos conceitos operatórios da biologia. Ele próprio se intitulava o "frio anatomista do organismo urbano" do grande "corpo social". Porém, ao mesmo tempo, não deixava de se referir a ela como um objeto inanimado (CHOAY, 2010, p. 274).

Apesar de haver estudos ao longo da história, a palavra ecologia foi denominada pelo biólogo alemão Ernest Haeckel apenas em 1869, quando propôs o "estudo do ambiente natural, inclusive das relações dos organismos entre si e com seus arredores" (HAECKEL, *apud* ODUM E BARRETT, 2007, p. 2).

A lógica aristotélico-tradicional da não contradição, como instrumento analítico, era insuficiente para tratar fenômenos que se mostravam contraditórios e interligados. Era necessária a elaboração de outro discurso, novos códigos e nova leitura da realidade. Com a complexificação do capitalismo, a dialética se transforma no fundamento do marxismo. "O Capital" de Marx e A "Teoria Geral da Urbanização" de Cerdá foram publicados no mesmo ano (CHOAY, 2010).

Naquela época, era natural postular o isomorfismo, união na "dissemelhança", em busca de objetivos comuns. Marx e Engels o fizeram entre as leis econômicas, sociais, históricas e as leis da natureza. Porém, naquela época, a questão ambiental não possuía a dimensão e a urgência que tem hoje.

"As ciências da natureza abarcarão as ciências do homem e as ciências do homem abarcarão as ciências da natureza" (MORIN, 2013, p. 188). Entretanto, na visão de Nicolescu (1999) todas as ideias marxistas estão baseadas nos conceitos da Física Clássica: continuidade, causalidade local, determinismo e objetividade.

Todavia, Foladori (1997, p. 155), fez uma revisão cuidadosa em "A questão ambiental em Marx", sobre a relação sociedade/natureza, e chegou à conclusão que mesmo ele sendo antropocentrista, atribuía a causa principal do distanciamento do ser humano da natureza ao tipo de relações que se estabelecia das classes sociais com a riqueza e com todo o excedente da produção capitalista advindos da produtividade da terra, o que resultava em uma utilização classicista dos recursos naturais e um esbanjamento irracional do mundo natural.

A acumulação capitalista requer tanto força de trabalho quanto condições naturais e materiais que permitem a exploração da força de trabalho. Ao mesmo tempo, o trabalho

excedente é materializado e incorporado em mercadorias. Nesse sentido, acumulação capitalista contribui para a degradação social e ambiental.

O pensamento de Descartes, além de influenciar a Física Clássica, até o presente momento ainda exerce forte influência sobre o modo de pensar ocidental. Com a mente separada do corpo, cada indivíduo foi dividido num grande número de comportamentos isolados de acordo com atividades que exerce. Seu talento, seus sentimentos, suas crenças não são valorizado, e isso trouxe como consequência conflitos intermináveis, geradores de constante confusão metafísica e frustração (CAPRA, 2011, p. 35).

Só o conhecimento científico era considerado, os outros conhecimentos tradicionais foram afastados para o âmbito da subjetividade, rejeitados, principalmente os espirituais, considerados produto da imaginação. A objetividade como critério da verdade levou a transformação do sujeito em objeto (NICOLESCU, 1999, p. 23). Outro ponto importante da disjunção na visão de Morin (2013, p. 98) é a consideração feita por Descartes de que o homem é o único indivíduo do Universo "a possuir uma alma da qual os animais seriam desprovidos", e que tudo que é vivo é passível de ser escravizado, manipulado e destruído.

Assim, o homem torna-se o mestre e dominador da natureza e, a partir dessa época, o desenvolvimento técnico econômico capitalista da civilização ocidental começa a conquistar essa natureza. O ambiente natural é tratado como se fosse constituído de partes separadas a serem exploradas por diferentes grupos de interesses. As ciências reduzem a natureza em Física, Química e Biologia. A ciência reducionista é cega à autoeco-organização que é produzida e produz a autonomia viva (MORIN, 2013, p. 99).

É fato que a divisão cartesiana e a visão mecanicista têm apresentado pontos positivos, em termos de desenvolvimento tecnológico, das redes sociais, da longevidade do ser humano. No entanto, em termos de degradação da natureza e desigualdades sociais, encontram-se inúmeras consequências adversas.

Em suma, para fechar o século XIX, segundo Morin (2013), a ciência, até aquele momento, foi construída sobre três pilares de certezas. O primeiro, a crença no determinismo absoluto; o segundo, a separabilidade, que diz que, para conhecer melhor um objeto, deve-se separá-lo de seu ambiente de origem e colocá-lo em um ambiente artificial; o terceiro, o valor da prova absoluta fornecido pela indução e a dedução, bem como a rejeição da contradição.

É importante contextualizar que, na virada do século XIX para o século XX, ocorreram as principais propostas de planejamento e projeto de urbanização. Ildefonso Cerdá, Espanha – 1855; George Haussmann, França – 1853 a 1870; Arturo Soria y Mata, Espanha – 1883, Tony Garnier, França – 1901; Ebenezer Howard, Inglaterra – 1903 a 1919. No século XX, Le Corbusier enfatizou ainda mais o pensamento cartesiano e o uso da lógica matemática de Decartes ao propor a cidade a partir da separação de suas funções em zonas: habitação, circulação, recreação e trabalho. Esses modelos serão criticados posteriormente pela ciência do Desenho Urbano, a cidade vista como um sistema, na década de 1960.

2.2.1 A ciência do século XX

A partir do século XX, desmoronam-se os muros da certeza que sustentava um determinismo absoluto sobre a natureza. Segundo, Morin (2013, p. 188) ocorreram duas grandes revoluções científicas, nas quais as reformas do conhecimento devem ser ancoradas. A primeira se dá na Física, com o segundo princípio da termodinâmica, e termina com a microfísica e cosmofísica, que derrubou o primeiro pilar (o determinismo absoluto), que a partir de então, o princípio do determinismo deve ser associado a um princípio de desordem e um

princípio de indeterminação. A segunda se dá na religação de disciplinas até então separadas, como o nascimento da ecologia, as ciências da terra e a cosmologia.

Com a entrada do telescópio, que observa o infinitamente grande, e do microscópio, que analisa o infinitamente pequeno, estenderam a nossa capacidade de observar e compreender o mundo, principalmente a nossa percepção tradicional de espaço e tempo. Com a teoria da relatividade de Einstein, não podemos falar de espaço sem falar de tempo. Conceitos de espaço e tempo absolutos foram preteridos (CAPRA, 2011).

O espaço e o tempo passam a ser elementos da linguagem que um observador particular usa para descrever os fenômenos observados. Dois eventos que são vistos como ocorrendo simultaneamente por um observador podem ocorrer em diferentes sequencias temporais por outro observador.

A teoria da relatividade influenciou a teoria quântica ou teoria dos fenômenos atômicos. A teoria quântica teve início quando Max Planck, considerado pai da Física Quântica. Ele teve que testemunhar a entrada da descontinuidade no campo da Física para a leitura da energia, discreta e descontínua, chegando à conclusão que não havia nada entre dois pontos, nem objetos, átomos, moléculas ou partículas: apenas nada (NICOLESCU, 1999).

O átomo é uma entidade pequena se comparada com os objetos macroscópicos e, ao mesmo tempo, é imenso se comparado com seu núcleo. Experiências demonstraram que os átomos são constituídos de vastas regiões de espaços vazios, onde as partículas extremamente pequenas se moviam. Assim, descobriu-se que os átomos são constituídos de espaço vazio e não de partículas pesadas e sólidos como se acreditava na Física Clássica.

Essas partículas ora aparecem como partículas ora como ondas (de probabilidade), dependendo do modo como as observamos. Elas podem ser entendidas como interconexões ou correlações entre vários processos de observação e medição (CAPRA, 2011). Nesse sentido, o sujeito torna-se importante na avaliação do objeto.

A Física Quântica mostrou que não há partes em absoluto, aquilo que é denominado parte, "é apenas um padrão numa teia inseparável de relações" (CAPRA, 1996, p. 47). Os próprios objetos são redes de relações, embutidas em redes maiores. A mudança das partes para o todo, também pode ser vista como uma mudança de objetos para relações, como se fossem figura/fundo (CAPRA, 1996). A teoria quântica veio revelar a unidade do universo e mostrar que não podemos decompor o mundo em unidades menores com existência independentes.

À medida que penetramos na matéria, a natureza não nos mostra qualquer bloco de construção básico isolado. A única coisa visível é uma teia de relações complicadas entre as variadas partes do todo. Tem aspecto sólido porque resulta da estabilidade dinâmica das forças, ligações, interconexões. O universo é visto como um todo dinâmico e inseparável que sempre e, necessariamente, depende da análise do observador.

Essas descobertas tiveram reflexos na Filosofia, que foi fundamental para a reestruturação do entendimento da sociedade e para a revolução do método científico, incorporando a teoria da complexidade como o princípio da incerteza e da interconectividade. Ao longo do século XX, a ciência da complexidade foi introduzida como um conjunto de teorias e subteorias inter-relacionadas que se vêm consolidando a partir dos anos 1960 e 1970, en-

tre as quais se destacam a teoria do caos[53], as várias teorias vinculadas à auto-organização e, outras, como a dos fractais.

A teoria do caos nos revelou que, no universo, a não-linearidade é a regra, e a linearidade, a exceção; portanto, a previsão torna-se impossível. Pequenas diferenças nas condições iniciais podem gerar diferenças muito grandes nos fenômenos finais. O caos não significa desordem total ou ausência de ordem: ele está ligado à noção de complexidade, imprevisibilidade, a curto e a longo prazos (GUERREIRO, 2010).

A complexidade instalou-se na Física fundamental e, de certa forma, perturbou o sonho dos fundadores da Física Quântica. Eles esperavam que algumas partículas pudessem descrever, enquanto bases fundamentais, toda a complexidade física, mas descobriu-se que "há uma espécie de democracia nuclear, todas as partículas são tão fundamentais quanto às outras, e uma partícula é aquilo que ela é porque todas as outras partículas existem ao mesmo tempo". (NICOLESCU, 1999, pag. 45)

Essa visão de "autoconsistência" das partículas e de suas leis de interação traduz-se na impossibilidade de encontrar suas soluções. Algumas questões de extraordinária complexidade, como algumas questões matemáticas, permanecem sem resposta. Tanto a complexidade matemática quanto à complexidade experimental são inseparáveis na Física contemporânea (NICOLESCU, 1999, pag. 45).

A complexidade está por toda a parte, em todas as ciências (humanas, exatas, naturais etc.), sejam elas rígidas ou flexíveis Ela nasceu como um desafio à "nossa própria existência e ao sentido de nossa própria existência" (NICOLESCU, 1999, p. 43). Está ancorada na explosão da pesquisa disciplinar e, ao mesmo tempo, determina a aceleração da multiplicação das disciplinas.

O comportamento complexo é uma característica determinante do ser vivo. Qualquer sistema, físico ou social, que tenha muitos elementos, indivíduos e/ou subsistemas interativos, pode ser considerado um sistema complexo. Na relação homem/natureza, o homem é regido por um comportamento caótico em suas relações sociais e no funcionamento de seu organismo. Nesse sentido, a cidade como organismo se aplica adequadamente (GUERREIRO, 2010).

A ciência complexa estaria promovendo uma aproximação com a natureza real, fenomênica e não determinada segundo leis reducionistas e deterministas. Existe uma ordem no universo, implícita, milagrosa, maravilhosa e muito sofisticada, uma ordem universal baseada nas leis da natureza. Segundo Guerreiro (2010), essa ideia de ordem universal ou orgânica foi incorporada em várias disciplinas: na Física, por David Bohm, e na Arquitetura e Urbanismo, por pensadores teóricos que viam a cidade como sistema, como Jane Jacobs, que contribui para a ciência da auto-organização, e Christopher Alexander, que tratou a ordem universal por *wholeness*, traduzida como totalidade ou inteireza, que será explorada no próximo capítulo.

Voltando ao pensamento de Morin (2013), a segunda revolução científica opera religação entre disciplinas até então separadas, com as teorias sistêmicas. Conforme veremos adiante, o pensamento sistêmico nasceu na Biologia e se baseia na concepção organísmica, que trata o organismo como totalidade ou sistema. Apesar de ser uma tentativa de integração das várias ciências com princípios unificadores e caráter multidimensional, com possibi-

[53] Segundo Gleick (1994, p.14, p.252), depois da teoria da relatividade e da mecânica quântica, alguns cientistas consideram a teoria do caos como a outra grande revolução científica do século XX.

lidade de alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência, na visão de Morin (2007) ainda não foi capaz de constituir um princípio de nível paradigmático.

Já existiam algumas ciências multidimensionais, como a Geografia, que vai da Geologia aos fenômenos econômicos e sociais. No século XX, surgiram novas ciências "sistêmicas": Ecologia, Ciências da Terra e Cosmologia. No entanto, essas disciplinas necessariamente devem ligar os conhecimentos físicos, geológicos, meteorológicos aos conhecimentos biológicos, ao que se associam aos conhecimentos das ciências sociais, visto que a humanidade causa cada vez mais impactos nos ecossistemas, na paisagem, nos biomas e na biosfera (MORIN, 2007 e 2013).

A Ciência Ecológica emergiu como uma disciplina sintética entre botânicos e zoólogos, mas também teve entrada substancial dos cientistas físicos, agrônomos e geógrafos. A disciplina combinava as preocupações com a distribuição global de climas, solos, organismos, e as dinâmicas de coleções de espécies, a transferência de energia para alimentar relacionamentos. É a fisiologia e estrutura de adaptação para contrastar ambientes (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Após a teoria geral dos sistemas, os especialistas em cibernética fizeram dos laços (ou ciclos) de realimentação e de outros padrões dinâmicos um assunto básico de investigação científica, com rebatimento nos ecologistas, que começaram a estudar fluxos de matéria e energia através dos ecossistemas. O termo "ecossistema" apareceu pela primeira vez em 1935, com Sir Arthur G. Tansley. Em 1953, Eugene Odum publica a primeira edição de "Fundamentos da Ecologia", como uma abordagem holística dos ecossistemas aquáticos e terrestres quando foi realmente reconhecida.

A primeira contribuição da Ecologia para as cidades partiu dos estudos sobre Ecologia Humana da Escola de Chicago, na década de 1920. O início da Ecologia e o seu desenvolvimento foram baseados em abordagens multidisciplinares, em especial durante a década de 1960 e 1970. Porém, as abordagens multidisciplinares careciam de cooperação ou foco, e passaram para abordagens interdisciplinares.

Nesse contexto, nasce a Ecologia Urbana, tendo influências da teoria geral do sistema, ao considerar a cidade como sistema e, posteriormente, nas décadas de 1970 e 1980 surge a Ecologia da Paisagem com contribuições importantes do campo da Arquitetura e Urbanismo no âmbito da Ecologia da Paisagem nos EUA, com a publicação do livro de Ian McHarg "Desenhando com a natureza", em 1969.

É importante lembrar que em 1972 ocorreu a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, em Estocolmo, que colocou, efetivamente, o meio ambiente na agenda internacional.

De acordo com Odum e Barrett (2007), no artigo publicado por Odum (1977) intitulado "A emergência da Ecologia como uma Nova Disciplina Integrativa", a Ecologia havia-se tornado uma nova disciplina holística, com raízes nas ciências biológicas, físicas e sociais que tem como meta unir as ciências naturais e sociais. A primeira intenção de integrar humanos com o meio ambiente foi inicialmente o campo disciplinar dos geógrafos, planejadores, arquitetos da paisagem e cientistas sociais, entre outros.

Nessa mesma época, a ciência do Desenho Urbano nasce como uma tentativa de nova atitude de abordagem do espaço da cidade, sem os equívocos das vertentes e da prática do Urbanismo do século XX, e além da multidisciplinaridade do Planejamento Urbano, iniciado na década de 1940. Nasce a partir da interdisciplinaridade, com contribuições metodológicas principalmente de antropólogos, ecólogos e psicólogos.

Jane Jacobs, uma jornalista, foi a primeira a dar uma importante contribuição ao desenho urbano na década de 1960, com a publicação do livro "Morte e Vida das Grandes Cidades" a partir do estudo detalhado de alguns bairros de cidades americanas. Utilizando abordagem ecológica para concepção e gestão de cidades, defendia a cidade como um habitat humano, argumentando que as cidades são problemas de complexidade organizada, semelhante aos organismos vivos, e que há lições de Desenho Urbano a partir do estudo de sistemas. A cidade viva tem como seus órgãos mais vitais as ruas e calçadas.

A partir da década de 1960 e 1970, algumas poucas contribuições notáveis sobre análise da forma urbana, partiram do campo da Arquitetura e Urbanismo, considerando o Desenho Urbano como ciência. Eram propostas de alguns arquitetos com formação e inspiração em outras áreas e em questões epistemológicas com base na teoria geral dos sistemas, na teoria do caos, da ciência da auto-organização. A cidade passa a ser vista como um sistema complexo. São múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas, seguindo regras que regem a geração de uma ordem implícita e crescimento espontâneo, uma ótica contraria ao que se vinha sendo até o momento com as cidades planejadas do século XX.

Essas contribuições partiram dos trabalhos de Christopher Alexander e pesquisadores associados em "A cidade não é uma árvore" e "Uma linguagem de padrões"; de Kevin Lynch em "A imagem da cidade"; de Bill Hiller e Julienne Hanson, a partir de 1980, em "A lógica social do espaço". Posteriormente, na década de 1990, vêm as considerações dos padrões urbanos como fractais, que enfatizam as ligações entre suas hierarquias e microestruturas de Batty e Longley, 1994, e Batty e Xie, 1996.

Inquestionavelmente, são contribuições preciosas. Cabe a nós, pesquisadores da atualidade, tentar disseminar esses estudos e promover a integração da teoria ecológica, dentro das realidades práticas, sociais e estéticas do desenvolvimento urbano contemporâneo; fazer conexões entre a Ecologia, a sociedade e o *design*; construir "pontes" ou "conexões" entre as diferentes disciplinas, principalmente entre as ciências sociais aplicadas e as ciências ecológicas e ambientais.

2.3 O estruturalismo, a ecologia humana urbana e o pensamento sistêmico

O pensamento científico no final do século XIX e início do século XX foi influenciado pelo positivismo do filósofo social Auguste Comte, mas ainda permaneceu calcado na Física Clássica, com conceitos tradicionais de espaço e tempo, de objetos isolados e de espaço vazio. A Sociologia, inicialmente chamada de Física Social, tinha como um de seus princípios básicos que as Ciências Sociais deveriam procurar conhecer as leis gerais do comportamento humano com ênfase na quantificação e rejeição de todas as explicações baseadas em fenômenos subjetivos, como a intenção e o objetivo.

Assim, na visão de Capra (2002, p. 88), as novas correntes foram tentativas de escapar da "camisa-de-força" positivista que deixou como legado a "causalidade social" vinculada à Física, e não à Biologia. A Sociologia Moderna, de Émile Durkeim e Max Weber, identificava os fatos sociais como as causas dos fenômenos sociais.

Para Durkeim, os fatos sociais (imateriais) eram causados por outros fatos sociais, tratados como se fossem materiais, analogamente às forças físicas. Para ele, a plena explicação dos fenômenos sociais tinha de combinar as análises causais e funcionais. A ideia de Durkeim veio a influenciar o estruturalismo e o funcionalismo, duas escolas dominantes da Sociologia no século XX (CAPRA, 2002, p. 88).

Ambas as escolas partiam do princípio de que a tarefa do cientista social é identificar uma realidade causal, oculta por baixo do nível superficial dos fenômenos. Os estruturalistas enxergam as estruturas sociais que estão subjacentes, apesar de tratá-las como materiais, compreendiam-nas como conjuntos integrados. O uso do termo "estrutura" aproximava-se bastante da forma como os primeiros teóricos de sistemas usavam o termo "padrão de organização" (CAPRA, 2002, p. 88).

Porém na visão de Morin (2010, p. 265) essa ideia de organização que emergiu nas ciências sob o nome de estrutura, seria um conceito atrofiado, que remete mais a ideia de ordem. Seria então uma visão simplificada do estruturalismo, pois tende a reduzir a fenomenalidade do sistema à estrutura que a gera, desconhecendo o papel retroativo das emergências e do todo na organização.

Em oposição ao estruturalismo, os funcionalistas postulavam a existência de uma racionalidade social subjacente, que faz com o que os indivíduos ajam de acordo com as "funções sociais" de suas ações, de maneira que suas ações atendam às necessidades da sociedade. Durkeim fazia distinção entre funções e intenções. Ele mantinha a estrutura conceitual da Física Clássica, com suas estruturas materiais, forças e relações lineares de causa e efeito, mas levava em consideração as intenções e objetivos humanos (no âmbito do significado) (CAPRA, 2002, p. 88).

Entre as duas grandes guerras mundiais do século XX, nos EUA, a teoria do funcionalismo e do estruturalismo, de Auguste Comte a Émile Durkeim, influenciaram as interpretações sociológicas da cidade da Escola de Chicago, com ênfase na Ecologia, advinda de contribuições de Charles Darwin. Inaugura-se um novo campo de pesquisa sociológica, com ramo de estudos especializados, centrados exclusivamente nos fenômenos urbanos, que posteriormente foi denominado de Sociologia Urbana.

Foram transpostos princípios da Ecologia para explicar as organizações sociais urbanas, e teve-se como objeto de estudo as relações entre o meio (e não entre o espaço) e a sociedade (KOHLSDORF, 1985). Inicialmente o conceito de Ecologia Humana, que teve início em 1921, foi concebido como uma síntese abrangente de diversos campos de ciências naturais e sociais, compreendendo: a embriologia, a fisiologia, a morfologia humana, a geologia, a geografia, a antropologia, a economia, a sociologia, a psicologia. Procura associar a tríade composta pelo organismo, seu meio ambiente e a relação entre os dois, como um todo integrado.

Robert Ezra Park foi o principal estudioso da problemática da cidade, e teve suas bases teóricas fundamentadas em diversos campos do conhecimento como a Filosofia, a Psicologia, a Sociologia e a Ciência Natural da evolução darwiniana (KOHLSDORF, 1996, e MONTE-MÓR, s.d.) chegando ao "evolucionismo social".

O conceito de Ecologia Humana, desenvolvido por Ernest Watson Burgess e Roderick Duncan McKenzie, serviu de base para o estudo do comportamento humano, tendo como referência a posição dos indivíduos no meio social urbano. Essa abordagem ecológica questiona se o habitat social (espaço físico e as relações sociais) determina ou influencia o modo e o estilo de vida dos indivíduos. Ela faz uma analogia entre os mundos vegetal e animal, de um lado, e o meio social da cidade, composto pelos seres humanos.

A abordagem ecológica tinha como foco as ações centradas na produção de formas espaciais e organização do espaço, determinantes dos processos sociais que deveriam se desenvolver (MONT-MÓR, s.d.). Segundo Eufrásio (2013), a menção da distribuição espacial de eventos é procedimento comum em praticamente todas as ciências empíricas, e constitui ou

integra termos e proposições de ordem observacional que, inevitavelmente, ocorrem em enunciados descritivos referentes ao universo de pesquisa da ciência.

Assim, a Escola de Chicago ficou conhecida pelo empirismo que transforma a cidade de Chicago em um "laboratório social". Veio na tentativa de encontrar soluções concretas para uma cidade caótica, marcada por intenso processo de industrialização e de urbanização, que ocorre na virada do século XIX para o XX; com a concentração populacional e condições de vida e infraestrutura precárias; imigração e formação de guetos de diferentes nacionalidades, geradores de segregação urbana. Essa tendência da Escola de Chicago será tratada mais adiante, no item sobre ecologia da cidade.

Outra contribuição importante do estruturalismo foi o reconhecimento da relação entre a realidade social, a consciência e a linguagem. Claude Lévi-Strauss foi um dos primeiros teóricos a analisar sistematicamente a vida social, mediante o emprego de analogias com sistemas linguísticos. Com o advento das sociologias interpretativas, a importância da linguagem cresceu ainda mais durante a década de 1960. Os indivíduos começam a interpretar o mundo que os rodeia e a agir de acordo com essa interpretação (CAPRA, 2002, p. 88).

O estudo da estrutura baseado nos estudos da linguística identifica um texto não apenas como um conjunto somado de palavras, mas como a relação entre verbetes que produzem as ideias codificadas pelo autor. “O sistema é formado por um conjunto de regras de formação e conceitos e pode ser subdividido em grupos subordinados” (MEDEIROS, 2006, p. 88).

Segundo Medeiros (2006, p. 88), há o grupo que estabelece a formação dos conceitos, para que a frase seja analisada como uma unidade em que os elementos estão relacionados uns aos outros, e há outro que descreve as relações entre os diferentes elementos significantes da frase e os diferentes elementos do que é representado por esses signos. A distinção ou a diferença será a estratégia para produzir significação.

Assim, na visão do autor, no estudo das relações, só faz sentido a investigação das diferenças, se essas fossem iguais nada seria distintivo. O princípio articulador, além da soma das partes, torna-se objeto de investigação: a estrutura, o esquema de construção e a correlação morfológica. Medeiros (2006, p. 88) afirma que é o princípio topológico, o estudo das configurações espaciais, que estabelece prioridades e diferenças, hierarquias e distinções. O modo de arranjo dos objetos no espaço é elemento determinante do comportamento espacial das pessoas.

A topologia, segundo Aguiar (2014, s.p.) é menos visível que a Geometria, que tem forma e é vista em pontos, linhas e superfícies. Os atributos topológicos, decorrentes do arranjo espacial, são invisíveis em sua totalidade. São analisados em relação a, ou como parte de, ou inserido em. São propriedades espaciais não afetadas por modificações de forma e/ou tamanho. São relações espaciais similares ou idênticas, que ocorrem em diferentes escalas ou que se verificam em objetos e agregações de formas geométricas distintas.

A topologia tende a ser sistêmica porque todas as partes tendem a afetar todas as partes. As formas espaciais urbanas, no âmbito do edifício ou no âmbito da cidade, são essencialmente topológicas. Essa analogia do estruturalismo à linguagem teve uma importância na área das chamadas Ciências Sociais Aplicadas ou das Ciências Humanas, interpretada por alguns autores no campo da Arquitetura e Urbanismo nas décadas de 1960 e 1970, nas obras de Christopher Alexander e de Bill Hillier nas décadas de 1970 e 1980, que serão abordadas com mais detalhe posteriormente.

Na obra de Christopher Alexander, a noção de *wholeness*, ou totalidade, baseado no estruturalismo de Piaget, é aspecto central (BARROS, 2008, p. 33). Totalidade significa que os elementos de uma estrutura são subordinados a leis, e é nos termos dessas leis que a estrutura de um todo, ou sistema, é definida. É como se houvesse uma estrutura profunda subjacente, fundamentando o ambiente construído, e isto faz com que ambientes bem sucedidos sejam vivenciados como um todo. Porém, não é possível delimitar exatamente essa entidade ou definir seus limites, como um curso d'água, por exemplo. A configuração das relações deve ser mapeada para o entendimento dos padrões de organização (ALEXANDER, 1987, p. 14).

Na década de 1970, Hillier & Leaman, usando de uma analogia com a linguística defendiam que a disciplina da Arquitetura tem por objetivo estudar os códigos que comandam a estrutura de conexões entre as necessidades humanas e os artefatos físicos no mundo real, para que os projetistas sejam capazes de realizar as funções que a sociedade requer dos tipos edilícios (HOLANDA e KOHLSDORF, 1995, p. 3).

Bill Hillier, Julienne Hanson e equipe, posteriormente, ancorados no pensamento estruturalista e sistêmico (MEDEIROS, 2006, p. 60), propõem a lógica social do espaço, ou teoria da sintaxe espacial, nas obras "*The social logic of space*" (1984) e "*Space is the machine*" (1996), onde formulam as questões urbanas em termos de relações e movimentos que esclarecem sobre as forças que governam o crescimento da cidade. Posteriormente, Holanda publica no Brasil os livros "O espaço da exceção" (2002) e "Arquitetura e Urbanidade" (2003).

Reconheceu-se, assim, a potencialidade dos estudos sobre configuração urbana, o papel da própria estrutura topológica interna da cidade: o sentido de totalidade; as relações entre lugares; a integração; a conectividade; a acessibilidade; o comprimento das vias e sua função nas relações da rede como fatores de definição das distâncias internas, e consequentemente, da competição por localização; as relações entre os padrões espaciais, a vida social e a vida espacial.

Assim, segundo Netto (2013,s.p.), a teoria da organização da cidade ganhou forma a partir de ideias que aproximam o estudo da estrutura espacial de assentamentos e aspectos de sua apropriação fundamentada na Antropologia, que contribuiu com ideias não exploradas num sentido socioespacial e com conexões a novos aspectos do espaço.

O estruturalismo, com suas conexões entre a realidade social, a consciência e a linguagem, influenciou Bill Hillier nos estudos sobre o dualismo da relação humano-ambiente, bem como a visão do espaço como projeção da organização mental. Como se existisse uma lógica social, advinda do conhecimento da realidade e do ambiente construído, como sistemas de fenômenos discretos, conhecida pelos atores, que não pode ser reduzida à experiência individual subjetiva (NETTO, 2013, s.p.).

A teoria faz analogia dos componentes físicos do espaço urbano às palavras por meio da análise sintática da malha viária, a "sintaxe espacial" para interpretar o fluxo do movimento das pessoas. A leitura dos sistemas complexos urbanos por meio de sua configuração, baseada na "linguagem de sua estrutura", cria possibilidades para ações reflexivas sobre os espaços urbanos (MEDEIROS, 2006, p. 88).

Medeiro (2006, p. 88) faz uma associação entre o pensamento sistêmico e estruturalismo. O primeiro analisa o todo por meio das interações e relações de suas partes, e o segundo trata das regras de combinação de elementos da estrutura que os compõe, que formam configurações. Os elementos são entendidos apenas a partir da leitura da estrutura do

sistema do qual fazem parte e da significação das relações que se estabelece (BERTALANFFY 2010; MEDEIROS, 2006, p. 90).

Segundo Holanda e Medeiros (2012, p. 20), Hillier, ao trazer do estruturalismo a visão sistêmica para a Arquitetura, recusa o viés biologista das versões "duras" dele, como em Levi-Strauss nos sistemas linguísticos.

A teoria geral das ações, desenvolvida por Talcott Parsons nas décadas de 1940 e 1950 foi fortemente influenciada pela teoria dos sistemas. Foi uma tentativa de integração do estruturalismo e o funcionalismo, numa única estrutura teórica, tomando como base que as ações humanas são orientadas por um objetivo e, constrangidas pelas condições exteriores (CAPRA, 1996).

Na visão cartesiana, há estruturas fundamentais, e em seguida, há forças e mecanismos por meio dos quais elas interagem, dando origem a processos. Na visão sistêmica, toda estrutura é vista como a manifestação de processos subjacentes, portanto, engloba um pensamento processual, além do pensamento contextual de que as propriedades das partes só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior (CAPRA, 1996). É importante analisar a relação da estrutura do sistema com os processos que ocorrem naquele sistema.

É um pensamento complexo, holístico, que representa uma totalidade na sua estrutura capaz de tratar a realidade e dialogar com ela, com aspirações ao conhecimento multidimensional com ênfase nas relações, mesmo sabendo-se que o conhecimento da realidade pode ser apenas aproximado. Esse aspecto processual foi enfatizado pela primeira vez com Ludwig von Bertalanffy em paralelo com o estruturalismo francês.

2.3.1 O pensamento sistêmico transversal às disciplinas

A teoria geral dos sistemas, iniciada por von Bertalanffy em 1920, numa reflexão sobre as evidentes lacunas existentes na pesquisa e na teoria da Biologia, a partir da década de 1950 se expandiu em várias direções. Parece ter surgido no período em que vão surgindo os primeiros computadores, antes da consolidação da cibernética da engenharia dos sistemas.

A partir da Segunda Guerra, com o agravamento dos problemas financeiros, econômicos, sociais e políticos, necessitava-se de nova tecnologia que compreendesse as relações entre o homem e máquina. A tecnologia não mais podia ser pensada em máquinas isoladas, mas em termos de "sistemas" (BERTALANFFY, 2010).

Essa época, denominada 2ª Revolução industrial, necessitava de nova tecnologia, novos equipamentos dos computadores, de automação e da cibernética com programa das ciências dos sistemas. Os problemas urgentes requeriam um novo conceito revolucionário. Na época, especulava-se que seria possível construir modelos computacionais para qualquer sistema ou subsistema. Falava-se, por exemplo, em Engenharia Social.

Problemas e concepções semelhantes, derivados da ciência moderna, de especialização determinada pela enorme soma de dados, pela complexidade das técnicas e das estruturas teóricas de cada campo, surgiram em várias áreas de conhecimento, independentemente e, na maioria dos casos, sem contato uns dos outros.

Em contraste com a visão mecanicista, na Física, reforçada por leis estatísticas e leis da "desordem" (resultado de acontecimentos desordenados, estatísticos) apareceram vários ramos da física moderna, que tratam de problemas de totalidade, interação dinâmica e organização. Na Física Quântica, conforme dito anteriormente, tornou-se impossível resolver os fenômenos em acontecimentos locais (NICOLESCU, 1999), apareceram problemas de ordem e organização como na questão da estrutura dos átomos.

Na Biologia, na concepção mecanicista, o organismo vivo resolvia-se em células, processos fisiológicos e físico-quimicos, sua meta consistia na resolução dos fenômenos vitais em entidades atômicas e processos parciais. Este modelo foi questionado, e iniciou-se uma concepção organísmica para resolver os problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica (BERTALANFFY, 2010).

O comportamento de um organismo vivo passa a ser analisado sob o ponto de vista de sua estrutura. À medida que a estrutura é alterada no decorrer do desenvolvimento do organismo e da evolução de sua espécie, o seu comportamento, também muda (CAPRA, 2002).

A Psicologia clássica associacionista planejava resolver os fenômenos mentais em unidades elementares (átomos psicológicos), sensações elementares e coisas semelhantes. Já a psicologia da *Gestalt* mostrava a existência e a primazia das totalidades psicológicas. *Gestalt* significa forma orgânica, o organismo é visto como um todo que não se pode separar. Nesse sentido, é a percepção de um padrão irredutível. Os organismos vivos parecem coisas, não em termos dos elementos isolados, mas enquanto padrões de percepção integrados.

Nas Ciências Sociais, o conceito de sociedade como soma de indivíduos (átomos sociais) foi substituído pela tendência a considerar a sociedade, a economia e a nação como um todo superordenado às suas partes (BERTALANFFY, 2010). De uma maneira ou de outra, era necessário tratar com complexos, com totalidades ou sistemas em todos os campos do conhecimento que implicava em uma reforma do pensamento científico (BERTALANFFY, 2010). Uma totalidade não é apenas uma somatória das partes, é sempre uma representação de um padrão específico com seu conjunto de variáveis (CAMARGO, 2012).

Na visão de Bohm (*apud* CAMARGO, 2012), em se tratando de máquinas, todo sistema é uma totalidade indivisível em que os princípios que o estruturam compõem a lógica do seu movimento. Assim, se houver uma substituição de um elemento, haverá alteração no desempenho da máquina. A totalidade em B não é a soma dos componentes em A, que seriam A1, A2 e A3, e assim por diante, porque A é infinito. B seria então uma plataforma superior a A, fruto da sinergia dos componentes de A que encontraram seu processo de evolução rumo a B (CAMARGO, 2012).

Assim, a complexidade da totalidade passa de um estado inferior de ordem e desordem para um estado superior de organização. Esta mudança é caracterizada por um estado de totalização que é um processo que se desenvolve quando a totalidade evolui e se transforma em outra totalidade (CAMARGO, 2012).

Sistemas abertos tendem a estados superiores de organização por causa de sua complexidade. Isso ocorre em virtude das condições internas do sistema, da organização de suas estruturas interconectadas após sofrer flutuações e encontrar espaço-temporalmente seu estado de criticalidade (BERTALANFFY, 2010). A evolução por auto-organização aciona o mecanismo de mudança, que se dinamiza pelo processo de totalização (CAMARGO, 2012).

A natureza, assim como todo espaço geográfico, está em constante evolução por aumento da complexidade. Esse aumento da complexidade ocorre por meio de sintropia. Sob a ótica do estado de totalização, cada elemento do planeta interfere conjuntamente na caminhada rumo à nova organização sistêmica das variáveis planetárias (CAMARGO, 2012). O enfoque até então empregado mecanicista negava aquilo que é essencial nos fenômenos da vida. Tudo e todos estão conectados.

O conceito da teoria geral dos sistemas se baseia na concepção organísmica que trata o organismo como totalidade ou sistema. A investigação científica de conjuntos e totalidades era até então considerada noções de metafísica (**Tabela 2.3**).

Tabela 2.3 - Principais propósitos da teoria geral dos sistemas (BERTALANFFY, 2010, p. 63)

Tendência geral à integração	No sentido da integração das várias ciências, naturais e sociais.
Centralizar-se em uma teoria geral	A integração gera a centralização em uma teoria geral dos sistemas.
Teoria exata	Possibilidade de alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência
Princípios Unificadores	Atravessam verticalmente o universo das ciências individuais.
Educação científica	Gera possibilidades de integração necessária à educação científica

Bertalanffy (2010) defendia que não apenas os aspectos gerais de várias ciências são iguais, mas os aspectos específicos também poderiam ser usados de forma sinérgica pelas outras. O enfoque dos sistemas não se limita às entidades materiais em Física, Biologia e outras Ciências Naturais, mas é aplicável a entidades que são parcialmente imateriais e altamente heterogêneas. Ele acredita que a aplicação prática, na análise e engenharia dos sistemas de uma organização, de um governo, da política internacional pode ser bem sucedida.

Mas como tratar as Ciências Sociais da mesma forma que as Ciências Naturais ou as Ciências Biológicas? Na visão de Bertalanffy (2010, p. 248) "a ciência social é a ciência dos sistemas sociais", e por esta razão terá a visão da teoria geral dos sistemas. Esta visão difere da clássica em duas concepções muito difundidas. Em primeiro lugar, nas concepções atomistas, que desprezam o estudo das relações. Em segundo lugar, nas concepções que desprezam a especificação dos sistemas em questão, como por exemplo, a visão reducionista de "Física Social".

A Sociologia estuda grupos ou sistemas humanos, desde os pequenos grupos (famílias, equipe de trabalho, organizações) até as maiores unidades, como nações, blocos de poder e relações internacionais. Aos poucos, a teoria geral dos sistemas foi sendo introduzida na Sociologia, com o conceito de sistema geral, de retroação, informação, comunicação.

A teoria sociológica consiste na tentativa de definir o sistema sociocultural e no estudo do funcionalismo, que trata do exame dos fenômenos sociais com relação à totalidade a que servem. No entanto, a teoria funcionalista parece ser uma concepção conservadora de sistema, uma vez que acentua a manutenção, o equilíbrio, o ajuste, a homeostase, as estruturas institucionais estáveis, subestimando, desprezando conceitualmente e obstruindo as transformações socioculturais (BERTALANFFY, 2010).

Aí está o cerne da questão: o fato de as ciências sociais tratarem de sistemas "socioculturais". Os grupos humanos são partes de um universo criado pelo homem chamado cultura. Desde os menores (relações pessoais, família) aos maiores grupos (nações, civilizações), não são apenas o resultado de forças sociais encontradas em organismos humanos. As Ciências Naturais tratam de entidades físicas no tempo e no espaço, partículas, átomos e moléculas, sistemas vivos em vários níveis. Já as Ciências Sociais tratam de seres humanos no universo da cultura criada por eles.

A crítica mais severa sobre a teoria geral dos sistemas refere-se à analogia e à excessiva cientificidade no tratamento dos problemas organizacionais e socioculturais, que não funcionam tão previsivelmente quanto um sistema biológico. Bertalanffy (2010, p. 251) acredita que, assim como os animais estão envolvidos por um universo físico, o homem está

envolvido pelo universo dos símbolos - começando pela linguagem, que é requisito da cultura - essenciais do comportamento humano (relações simbólicas, o estado social, leis, ciência, arte, moral, religião).

Somente a humanidade apresenta o fenômeno da história, que se liga intimamente à cultura, à linguagem e à tradição, ao contrário das espécies biológicas que evoluíram mediante a transformação genética. As estruturas semânticas das culturas são documentadas em estruturas materiais, corporificam-se na forma de artefatos, significados comuns gerados pelas redes de comunicação, obras de arte, tecnologias, além da escrita. São criadas como uma determinada intenção e segundo um determinado projeto.

Assim, há controvérsia entre a ciência, um empreendimento "nomotético"[54] e a história. A primeira estabelece leis baseadas no fato dos acontecimentos da natureza serem repetíveis e recorrentes. A segunda, por oposição não se repete, portanto, é idiográfica, ou seja, uma descrição de acontecimentos que ocorreram no passado próximo e distante. (BERTALANFFY, 2010, p. 252).

Porém, os grandes pensadores concordam que o processo histórico não é completamente acidental, mas obedece a regularidades ou leis que podem ser determinadas quanto a certos aspectos imateriais da cultura, um produto não físico, como por exemplo, a linguagem. A submissão dos acontecimentos culturais a leis é, muitas vezes, aceita, como no caso da história da arte, que atravessa certo número de estágios de "arcaísmo, maturidade, barroco e dissolução", encontrados em lugares e tempos remotos (BERTALANFFY, 2010, p. 254).

No campo das Ciências Sociais Aplicadas, a teorização e história em Arquitetura permitem a leitura da ciência nomotética, baseadas em acontecimentos repetíveis e recorrentes nos padrões espaciais das cidades e da natureza. Ao mesmo tempo, permitem a leitura idiográfica de certos aspectos imateriais da cultura, por meio da leitura da evolução das organizações sociais.

A Arquitetura e a tecnologia são muito mais antigas que a ciência, suas origens estão ligadas ao nascimento da espécie humana (CAPRA, 2010). Quando o termo grego *technologia*, derivado de *techne* (arte) foi usado pela primeira vez no século XVII, significava uma discussão sistemática sobre as artes aplicadas. Posteriormente, passou a designar seus próprios ofícios, passando a incluir não só as ferramentas e máquinas, como também métodos e técnicas no século XX.

Capra (2002) faz uma analogia da estrutura biológica de um organismo vivo correspondendo à infraestrutura material da sociedade, que nada mais é que corporificação da cultura da mesma sociedade. "À medida que a cultura evolui, evolui também a infraestrutura" (CAPRA, 2002, p. 103). Assim, a influência da infraestrutura no comportamento e na cultura de um povo se tornou amplamente significativa, como no caso da tecnologia.

O campo da Arquitetura e Urbanismo pode ser analisado sob duas dimensões: a sintática, que trata dos significado inerentes à configuração física, permanentes, universais, de decodificação "natural"; e a semântica, que analisa os significados convencionais, históricos, dependentes de decodificação própria da cultura (Holanda, 2007). Nessa tese, a primeira será vista nas pesquisas de Hillier e Hanson e Holanda sobre a Sintaxe Espacial, e a segunda no trabalho de Christopher Alexander, que de certa forma trata das duas dimensões, considerando sua influência do Estruturalismo de Piaget, a Fenomenologia de Heidegger.

---

[54] As ciências nomotéticas preocupam-se em estabelecer leis gerais baseadas no coletivismo metodológico, já as ciências idiográficas preocupam-se em estudar o singular, o único, o particular, baseadas no individualismo metodológico como o caso da história. Fonte: Wikipédia - Ciência.

Nessa pesquisa, busca-se demonstrar a hipótese que os estudos em Arquitetura e Urbanismo, inseridos no campo das Ciências Sociais Aplicadas, podem contribuir para a aproximação entre as leis da ciência e as leis da história, por meio da leitura dos acontecimentos repetíveis e recorrentes nos padrões emergentes das cidades. Ainda assim, é necessário construir pontes entre ciências do homem e as ciências da natureza. Para tanto, é necessário ter o entendimento do que seja um padrão de organização.

2.4 O pensamento sistêmico, a física quântica e a transdisciplinaridade

Apesar de as abordagens sistêmicas desenvolvidas na primeira metade do século XX não terem chegado a formar um quadro geral consistente, contribuíram para criar uma nova forma de pensar. Morin (2010, p. 257) alerta que a teoria geral dos sistemas revelou a generalidade dos sistemas e não sua "generacidade". O pensamento sistêmico inicial não foi o suficiente para constituir um princípio de nível paradigmático, não elucidou o conceito de sistema, sofre de carência fundamental e corre o risco de se tornar simplificador e reducionista (MORIN, 2010, p. 257).

Nesse sentido, deve-se avançar no conhecimento cientifico quanto à visão sistêmica, para ir além de um termo genérico e simplificador e para que ele possa, realmente, contribuir para um processo gerador de mudanças. O pensamento simplificador disciplinar é incapaz de conceber a unidade e a multidimensionalidade. Ele destrói os conjuntos e as totalidades, isolando todos os objetos do seu meio ambiente, e o observador da coisa observada (MORIN, 2005; NICOLESCU, 1999).

Na visão de Morin (2010), seus fundamentos só serão incorporados se forem concebidos além de um termo geral, mas também como termo genérico e gerador, um novo paradigma. A virtude sistêmica, segundo Morin (2003), deveria ser entendida em três noções:

1. A noção de sistema como unidade complexa, um todo que não se reduz a soma de suas partes constitutivas;

2. A noção ambígua ou fantástica, considerando o dualismo existente na natureza do ser humano;

3. A noção transdisciplinar, que permite ao mesmo tempo conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências, não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também segundo os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização.

A ideia de organização complexa fornece subsídios teóricos e metodológicos para a emergência de um novo pensamento alcançar o paradigma da complexidade. Isto significa partir para uma visão ampliada do Universo no que há de físico, biológico e antropossocial, por meio de certos princípios de inteligibilidade unidos entre si (MORIN, 2010). Entretanto, não é o caso de renunciar aos diferentes domínios da ciência e da especialização, mas, ao contrário, situá-los em uma situação de comunicação constante sem reduzir seus conteúdos científicos às unidades elementares e às leis gerais (MORIN, 1999).

Se considerarmos nossas vidas, no nosso dia a dia não separamos nossas ações, nossos pensamentos. "Somos todos transdisciplinares" (MORIN, 2010, p. 135), tentamos resolver nossos problemas diversos dentro da unidade de nosso ser, mas quando iniciamos nossos estudos na universidade, tornamo-nos disciplinares. Morin (2010) enfatiza que os problemas em nossas vidas podem ser resolvidos dentro de um pensamento transdisciplinar

com tendência à unidade, e os problemas científicos tendem a seguir um raciocínio cartesiano de objetividade, linearidade e descontextualização.

Talvez a questão mais importante não seja o fazer transdisciplinar, mas o que é preciso fazer, o "como fazer". Nesse sentido, a reflexão do sujeito/observador para os trabalhos científicos torna-se um ponto fundamental, principalmente se considerados os postulados da Física moderna, a Física Quântica.

Com a fragmentação, a disjunção e, a "esoterização do saber científico", há uma tendência ao anonimato do ser, à acumulação de banco de dados para ser depois computado por instâncias manipuladoras (MORIN, 2007). O saber científico se distanciou da filosofia[55]. Deixou de ser pensado, refletido, meditado, integrado na investigação individual de conhecimento e de sabedoria. Afastou o sujeito/observador, experimentador e concebedor da observação, da experimentação e da concepção.

É necessária a tomada de consciência da dimensão subjetiva, até mesmo intersubjetiva, a ecologia da subjetividade, na visão de Felix Guattari, com novos modelos de pensamento, para que a sociedade e a cultura tenham um ser humano mais completo.

Essa mudança de paradigma requer novo pensamento sobre a relação sujeito/observador. Nicolescu (1999) propõe um pensamento transdisciplinar em três tipos de natureza: (1) uma natureza objetiva, que está ligada ao objeto, cuja metodologia é a ciência; (2) uma natureza subjetiva que está atrelada ao sujeito, cuja metodologia é a ciência antiga do ser e; (3) uma "trans-natureza" que fala da comunidade de natureza entre o objeto e o sujeito, que se refere ao campo sagrado, como um sentimento religioso, um sentimento que nos liga aos objetos e pessoa.

A trans-natureza é vista como natureza viva e pede uma nova metodologia que não é a metodologia da ciência moderna, nem a metodologia da ciência antiga do ser, mas uma metodologia que transgride e abre espaço ilimitado de liberdade, de conhecimento, de tolerância e do amor. Passa pelo resgate do ser humano, pelo pensamento e a experiência, pela ciência e a consciência, a efetividade e a afetividade (NICOLESCU, 1999).

Isto vai ao encontro do pensamento de Fritjof Capra, quando ele acrescenta a dimensão hermenêutica, a comunicação de um significado importante para as ações humanas, que decorrem do significado que é atribuído ao ambiente circundante. Isso ocorre concomitantemente ao pensamento de Félix Guattari sobre a ecosofia, que é uma interface da ecologia social, ecologia ambiental e ecologia da subjetividade humana. Nesse sentido, a experiência acumulada do pesquisador deve ser aproveitada nos estudos acadêmicos.

Esta tese de doutorado só foi possível ser desenvolvida devido à experiência adquirida da autora ao longo dos últimos dez anos, nos trabalhos de pesquisa em dois laboratórios[56] na Universidade de Brasília, trabalhos apresentados em diferentes congressos anualmente, participação como membro-voluntária da Câmara Técnica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá no Distrito Federal, trabalhos de consultoria para os ministérios, trabalhos de extensão comunitária e ensino nas disciplinas de projeto que permitiram o aperfeiçoamento de métodos de processo de projeto com resultados bem satisfatórios nos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes.

---

[55] No dogma clássico há uma separação entre ciência e filosofia. Por outro lado, as ciências avançadas (Einstein, Bohr e Heisemberg) reacenderam as questões filosóficas fundamentais (MORIN, 2007).

[56] LASUS – Laboratório de sustentabilidade aplicada à arquitetura e urbanismo: www.lasus.unb.br/index.php/projetos-e-pesquisa, e LACIS – Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e sustentabilidade: lacis.pro.br/?page_id=561.

Essa diversidade de atuação colaborou para a comprovação da necessidade de religar conhecimentos por meio de estudos transdiciplinares e para abertura à percepção cada vez maior de uma visão holística, sistêmica e integradora.

É necessário construir uma "ponte" entre as diferentes disciplinas dando continuidade à interdisciplinaridade que teve início na metade do século XX. A maioria das disciplinas e das abordagens disciplinares baseia-se na especialização crescente em isolamento. Há uma crescente demanda por estudos transdisciplinares para resolver problemas, promover a alfabetização ambiental e gerenciar recursos. "A transdisciplinaridade não considera o pensamento clássico um absurdo, apenas considera seu campo de aplicação restrito" (NICOLESCU, 1999, p. 10-11).

A palavra *disciplina*, que tem como significado a ideia de disciplinar, ordenar e controlar, como conteúdo escolar, tal como se conhece hoje, é uma criação recente, registrada na França após a 1ª. Guerra Mundial (CAMPOMORI, 2004). A interdisciplinaridade (inter = entre) é "transferência de métodos de uma disciplina para outra" (NICOLESCU, 1999, pag. 52). Estabelece coordenação de alto nível até chegar ao transdisciplinar (JANTSCH, 1972).

Podem ser identificados três graus de interdisciplinaridade: um grau de aplicação, um grau epistemológico e um grau de geração de novas disciplinas. Para Odum e Barret (2012), as abordagens interdisciplinares resultam na cooperação focada em um conceito, problema ou questão de nível mais elevado. A coordenação é estabelecida por conceito de alto nível (JANTSCH, 1972).

A pluridisciplinaridade é "o estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina por várias disciplinas ao mesmo tempo" – algo a mais à disciplina em questão, porém está a serviço apenas desta mesma disciplina. Ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade continua inscrita na estrutura disciplinar (NICOLESCU, 1999, pag. 52). Há polarização rígida em direção ao conceito monodisciplinar específico, havendo cooperação, mas sem coordenação.

Na visão de Odum e Barrett (2007), as abordagens multidisciplinares ou pluridisciplinares carecem de cooperação ou foco que resulte em polarização de um conceito monodisciplinar específico, que eles denominam abordagens "disciplinares cruzadas" (cruzada = atravessada). A proliferação acelerada das disciplinas tornou cada vez mais ilusória a unidade do conhecimento.

A transdisciplinaridade está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina (NICOLESCU, 1999, p. 53). Tem como objetivo a compreensão do mundo presente, o dever pela busca da unidade do conhecimento. Nicolescu indaga se haveria alguma coisa "entre e através das disciplinas e além delas". Na transdisciplinaridade, há coordenação em níveis múltiplos do sistema de educação, com vistas a uma finalidade comum dos sistemas (JANTSCH, 1972).

A primeira grande manifestação mundial da transdisciplinaridade ocorreu em 1994, no Convento da Arrábida, no "1º Congresso Mundial sobre a Transdisciplinaridade", com apoio da direção-geral da UNESCO e de cuja organização participaram o eminente físico Basarab Nicolescu, presidente do CIRET[57] (*Centre International pour la Recherche et Études Transdisciplinaires*), Edgar Morin e Lima de Freitas, presidente do comitê português do CIRET (SANTOS, 1995).

[57] http://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b12c8por.php#.

Para se ter o entendimento real da transdisciplinaridade, devemos voltar um pouco nos resultados da Física Quântica, com a descoberta do quantum, da descontinuidade, de que não há nada entre dois pontos: nem objetos, nem átomos, nem moléculas, nem partículas. A compreensão da descontinuidade passa por colocar em questão a continuidade, a "causalidade local". Um novo tipo de causalidade deveria estar presente na escala quântica, escala do "infinitamente pequeno e do infinitamente breve." (NICOLESCU, 1999, p. 19).

Uma quantidade física tem diversos valores possíveis, afetados por probabilidades bem determinadas, porém numa medida experimental, obtêm-se um único resultado. Porém, há uma pluralidade de valores possíveis de um observável físico. Tornou-se impossível resolver os fenômenos em acontecimentos locais. Apareceram problemas de ordem e organização. A resolução dos problemas está no estudo da organização e na ordem das partes que as unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando isoladamente e quando trata do todo (BERTALANFFY, 2010).

Assim, surgiu um novo tipo de causalidade, uma causalidade global que concerne o sistema de todas as entidades físicas, em seu conjunto. A mecânica quântica não mostrou que a mecânica newtoniana estava errada, mas que apenas é limitada (CAPRA, 2011).

Segundo Nicolescu (1999, p. 11), a pesquisa disciplinar trabalha com um único nível de realidade, e a transdiciplinaridade se interessa pela dinâmica geral, pela ação de "vários níveis de Realidade ao mesmo tempo", que não são antagônicos, são complementares. A metodologia da transdisciplinaridade é apoiada em três pilares:

1. Considerar vários níveis de Realidade;
2. Abranger a visão da complexidade dos fenômenos;
3. Trabalhar com a lógica do terceiro incluído. A lógica do terceiro incluído permite cruzamento de diferentes olhares, construindo-se um sistema coerente e sempre aberto.

O primeiro pilar, níveis de Realidade, é baseado em estudos da Física Quântica. A compreensão da descontinuidade passa por colocar em questão a continuidade, a "causalidade local" da física clássica. Em nosso mundo habitual, macrofísico, se dois objetos interagem num dado momento e em seguida se afastam, eles interagem cada vez menos. No mundo quântico, as coisas acontecem de maneira diferente. As entidades quânticas continuam a interagir, qualquer que seja seu afastamento (NICOLESCU, 1999, p. 57).

Um novo tipo de causalidade deveria estar presente na escala quântica, escala do "infinitamente pequeno e do infinitamente breve". Assim, um novo conceito é incorporado na física: a "não separabilidade". Esta teoria nos faz acreditar em outro tipo de causalidade, a causalidade global que diz respeito ao sistema de todas as entidades físicas, em seu conjunto. "Uma coletividade – família, empresa, nação - é sempre mais que a simples soma de suas partes" (NICOLESCU, 1999, p. 57).

No entendimento de Nicolescu (1999), realidade é aquilo que contrasta a nossas experiências, representações, descrições, imagens ou formalizações matemáticas. São conjuntos de sistemas invariáveis sob a ação de um número de leis gerais. Na relação das partes com o todo, a articulação (conexão) é que faz a diferença, e isso inexiste como foco central na estrutura disciplinar. A transdisciplinaridade é a tentativa de construção de uma concei-

tuação multidimensional, considerando vários níveis de Realidade. A vida existe na relação com o meio ambiente, com o todo.

O segundo pilar reconhece a complexidade intrínseca aos fenômenos. Pode-se dizer que a teoria da complexidade surgiu, ainda, na microfísica e na macrofísica, mas só foi introduzida ao longo do século XX como um desafio à nossa própria existência e ao sentido de nossa própria existência. Ela está ancorada na explosão da pesquisa disciplinar e ao mesmo tempo determina a aceleração da multiplicação das disciplinas. A complexidade está por toda a parte, em todas as ciências (humanas, exatas, naturais etc.) rígidas ou flexíveis. Ela não é uma resposta ou uma receita, mas um desafio e uma maneira de pensar.

Nicolescu (1999, p. 21) concorda com Edgar Morin quando ele diz que o estudo da complexidade sempre condiciona uma "política de civilização". Ele questiona se a complexidade das ciências teria sido criada pela nossa cabeça ou se ela é encontrada na própria natureza das coisas e dos seres. Ela é produto de nossa cabeça, das equações, dados experimentais e modelos e, portanto, está na natureza das coisas.

Segundo Morin (2007, p. 13), num primeiro momento "a complexidade é um tecido (complexus – tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo". Num segundo momento, a complexidade é um conjunto de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o mundo de fenômenos. Dessa maneira, a complexidade apresenta traços da desordem, da ambiguidade e da incerteza.

A complexidade é um fenômeno quantitativo, de interações e de interferências entre um número muito grande de unidades, mas ela compreende, também, incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios. "É a incerteza no seio de sistemas ricamente organizados" (MORIN, 2005, p. 35). Neste sentido, a complexidade está ligada a certa ordem e a desordem.

O próprio desenvolvimento da ciência física, que se baseava na ordem impecável do mundo, contribuiu para demonstrar a complexidade do real, com princípios de degradação e de desordem. "O Cosmo não é uma máquina perfeita, mas um processo em vias de desintegração e de organização ao mesmo tempo" (MORIN, 2005, p. 14). Assim, percebeu-se que o caminho não é uma substância, mas um fenômeno altamente complexo de "auto-eco-organização" que produz autonomia. Todo sistema auto-organizador combina um número muito grande de unidades.

No estudo da complexidade do Universo, demonstrado por meio da física e da cosmologia quântica, há uma coerência na relação entre o "infinitamente grande e o infinitamente pequeno". O que está ausente na coerência é o "vazio do finito", entre as duas extremidades do bastão, a simplicidade e a complexidade, falta "o terceiro incluído: o próprio individuo." (NICOLESCU, 1999, p. 21).

O terceiro pilar, a lógica do terceiro incluído, baseia-se nos estudos da Física Quântica, na coexistência entre o mundo quântico e o mundo macrofísico que resultou no aparecimento de "pares de contraditórios mutuamente exclusivos" (A e não-A): "onda e corpúsculo, continuidade e descontinuidade, separabilidade e não separabilidade, causalidade local e causalidade global, simetria e quebra de simetria, reversibilidade e irreversibilidade do tempo etc."

Nicolescu (1999) afirma que, se analisados sob a ótica da lógica clássica, os pares de contraditórios são de fato mutuamente opostos e se baseiam em três axiomas:

1. O axioma da identidade, "uma coisa é como ela é": A é A;
2. O axioma da não-contradição, "o que é não pode ser não-é": A não pode ser não-A ao mesmo tempo (A não é não-A);
3. O axioma de terceiro excluído, não admite a interação entre os opostos: não existe o terceiro termo T (T de terceiro incluído) que é ao mesmo tempo A e não-A. Se houver apenas um nível de Realidade, o segundo e o terceiro axioma são equivalentes.

As lógicas quânticas[58] contribuíram para modificar o segundo axioma da lógica clássica, o axioma da não contradição. Lupasco teve o mérito histórico de transformar o terceiro axioma da lógica do terceiro excluído em "lógica do terceiro incluído", como uma verdadeira lógica "formalizável e formalizada multivalente" (A, não-A e T) e não-contraditória (NICOLESCU, 1999, pag. 23) (Tabela **2.4**). Os pares de contraditórios colocados em evidência pela Física Quântica são mutuamente exclusivos, pois não se pode afirmar ao mesmo tempo a validade de uma coisa e seu oposto: A e não-A. Nicolescu (1999) cita como exemplo os pares: a noite é dia, o preto é branco, o homem é a mulher, a vida é a morte.

Tabela 2.4 - Comparação entre lógica clássica e Lógica do Terceiro Termo Incluído da Transcisciplinaridade

Lógica clássica	Lógica do Terceiro Termo Incluído da Transdisciplinaridade
1. O axioma da identidade: A é A;	1. O axioma da identidade: A é A;
2. O axioma da não-contradição: A não é não-A;	2. O axioma da não-contradição: A não pode ser não-A;
3. O axioma do terceiro excluído: não existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A.	3. O axioma do terceiro incluído: existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A

Assim como na teoria das polaridades encontradas no Taoismo, no Yin e Yang que representam a união harmônica de toda antítese, formando um conjunto indissolúvel. Ela trata do equilíbrio dos opostos que se complementam, não de opostos absolutos ou maniqueístas, como o bem e o mal, mas uma oposição relativa, como a, montes e vales, sol e chuva, calor e frio, luz e sombra (na alternância dos opostos se encontra o equilíbrio).

Na lógica do terceiro incluído, a tensão entre os contraditórios promove uma unidade que inclui e vai além que a soma dos termos. Ocorre que um mesmo nível de realidade só pode produzir oposições antagônicas. "O terceiro termo T se estiver situado no mesmo nível de Realidade dos opostos A e não-A, não poder realizar esta conciliação" (NICOLESCU, 1999, pag. 59). A lógica do terceiro incluído é a lógica da complexidade na medida em que contribui para transversalidade dos diferentes campos do conhecimento.

Assim, a lógica do terceiro incluído não anula a lógica do terceiro excluído. Como a busca do "caminho do meio" encontrado no Taoismo. "Em geral a oposição aparece como um obstáculo, mas quando ela representa polaridades contrárias no interior de um todo que as engloba, tem uma função benéfica e importante" (I CHING – Hexagrama 38. Oposição).

Confúcio mostra que:

> a oposição é justamente o pré-requisito natural da união. A oposição gera a necessidade de superá-la, como ocorre entre o céu e a terra, entre o homem e a mulher.

[58] Birkhoff e Vana Neumann por volta de 1930 (NICOLESCU, 1999)

> Do mesmo modo, são as diferenças entre as coisas o que permite distingui-las com precisão, e assim classificá-las. (I CHING – Hexagrama 38. Oposição).

A lógica do terceiro incluído permite cruzamento de diferentes olhares, construindo um sistema coerente e sempre aberto. Perde-se a existência de uma verdade absoluta. Seria o princípio dialógico apontado por Edgar Morin, um princípio que possibilita a articulação de ideias que a princípio são antagônicas mas, ao mesmo tempo, complementares, e possibilita a religação de vários saberes. Ou uma conversa sobre o diálogo e os contrastes entre disciplinas, o próprio "metálogo" apontado por Pickett, Candenasso e Macgrath (2013).

Para melhor compreensão de como seria o pensamento complexo transdisciplinar, foi sistematizado um paralelo entre o pensamento lógico e o pensamento complexo e sistêmico baseado em Morin (2005, 2010 e 2013), Nicolescu (1999), Bertalanffy (2010) e Capra (2002 e 2011) (**Tabela 2.5**).

Tabela 2.5 - Análise comparativa entre o pensamento lógico clássico e o pensamento complexo sistêmico transdisciplinar. (MORIN, 2005 E 2010); (NICOLESCU, 1999); (BERTALANFFY, 2010); (CAMARGO, 2012)

PENSAMENTO LÓGICO CLÁSSICO **Lógica Aristotélica**	**PENSAMENTO COMPLEXO SISTÊMICO TRANSDISCIPLINAR** **Lógica da Complexidade Quântica**
Princípio da simplificação e da disjunção – as partes são analisadas separadamente, reduzidas do conhecível ao manipulável - aparências ingênuas na realidade complexa de nossos seres, das nossas vidas, do nosso Universo.	**Princípio da comunicação (conexão)** – procurar a comunicação entre a esfera dos objetos e a dos sujeitos que concebem esses objetos. O princípio novo é o "holismo", que procura a explicação no nível da totalidade, além da soma das partes.
Totalidade – a totalidade é igual à soma das partes. Com a mente separada do corpo, cada indivíduo foi dividido num grande número de comportamentos isolados de acordo com atividades que exerce, seu talento, seus sentimentos, suas crenças.	**Totalização –** a totalidade é um sistema em evolução, é sempre superior ao somatório de seus subsistemas interconectados. O espaço está sempre em movimento em virtude do princípio da auto-organização.
Ordem – sem norma não há ordem no mundo. A ordem determina a regulamentação social: (1) a existência de leis universais, de caráter matemático; (2) a descoberta destas leis pela experiência cientifica; (3) a reprodutibilidade perfeita dos dados experimentais.	**Diálogo entre ordem, desordem e organiza**ção para conceber os fenômenos físicos, biológicos e humanos. A complexidade é um conjunto de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o mundo de fenômenos.
Visão reducionista e princípios ocultos (cegos) de tudo que é da natureza humana: física, biológica, cultural, social e histórica.	**Visão poliocular**, polioscópica daquilo que é humano. Conexões ocultas, comunicação entre as dimensões físicas, biológicas, espirituais, culturais, sociológicas e históricas.
Noção disciplinar - separação, disjunção**;** natureza-cultura; objeto-sujeito. Não enxerga os princípios ocultos na redução disjunção. Ideia de disciplinar, ordenar e controlar, como conteúdo escolar. Aceita a pluridisciplinaridade.	**Noção transdisciplinar** - unidade da ciência e diferenciação das ciências, não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também, segundo os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização.
Elimina o sujeito da observação - há uma tendência ao anonimato do ser, à acumulação de banco de dados para ser depois computado por instâncias manipuladoras. O saber científico se distanciou da filosofia. Deixou de ser pensado, refletido, meditado, integrado na investigação individual de conhecimento e de sabedoria.	**Inclui o sujeito/observador** – reintrodução do sujeito de forma autocrítica, autorreflexiva em seu conhecimento do objeto, cada um no seu saber, na sua experiência, na sua vida. Sujeito/observador, experimentador e concebedor da observação, da experimentação e da concepção.
Razão cartesiana - cabe à alma a principal função na produção de conhecimento: desvendar o que as coisas são. A razão é único elemento capaz de chegar a leis ou princípios gerais acerca das coisas. Toda a natureza poderia ser dividida em dois domínios exclusivos - o da mente e o da matéria, o que iria resultar no progressivo afastamento entre as ciências humanas, concentradas na "coisa pensante", e as naturais, voltadas	**Razão dialógica** – permite grandes unidades teóricas de caráter complementar, concorrente e antagonista. O princípio associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagônicos, permitindo manter a dualidade (diversidade individual) no sentido da unidade (sociedade). Estabelece a relação entre as ciências naturais e as ciências humanas, sem reduzir umas às outras. Nem o humano se reduz ao biofísico e nem a ciência biofísica se reduz às

à "coisa extensa". Separação entre as ciências naturais e as ciências humanas.	condições antropossociais de elaboração.
Objeto: estudo das normas da verdade	**Objeto: estudo da complexidade**
Exclui a aleatoriedade, o aparecimento de contradição é um sinal de erro de pensamento.	Inclui a aleatoriedade, o acaso e a necessidade. Reconhece e enfrenta as contradições, a noção ambígua ou fantástica.
Certeza – Crença de que o conhecimento científico poderia levar à certeza final e absoluta.	**Incerteza –** Sabe-se que os conceitos atuais são limitados e que a ciência nunca deixa de evoluir.
Unidimensional – o objeto é um corte, uma aparência, uma construção simplificada, que mutila e abstrai uma realidade complexa que se enraíza na organização física e na organização psíquica e cultural	**Multidimensional** - Associa em si mesmo as ideias de unidade e de multiplicidade que, em princípio, repelem-se e se excluem. Não se pode reduzir o todo às partes, nem as partes ao todo. Elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo.
Macrofísica – apoia-se na mecânica newtoniana, o mundo da matéria é uma máquina cujas operações podem-se determinar exatamente por meio de leis físicas e matemáticas, um mundo estático e eterno a flutuar num espaço vazio, um mundo onde o racionalismo cartesiano se torna cognoscível por meio da decomposição das partes.	**Microfísica** – apoia-se na teoria geral dos sistemas, na teoria da informação, na Física Quântica. A compreensão da descontinuidade passa por colocar em questão a continuidade, a "causalidade local". Espaço-tempo quadridimensional que surge a partir da teoria da relatividade e da teoria do caos.
Esquema mecanicista – baseia-se em séries causais isoláveis e do tratamento das partes. Nega o que é essencial nos fenômenos da vida. Parte de premissas tais como: a legislação universal, a sistematização do real, o absoluto, o determinismo mecanicista, a separação sujeito/objeto, o rigor metodológico, a razão e a máquina. A tarefa do cientista social é identificar uma realidade causal oculta por baixo do nível superficial dos fenômenos (causa e efeito). Identifica os fatos sociais como as causas dos fenômenos sociais.	**Pensamento sistêmico** – fundamenta-se no organismo como totalidade ou sistema, uma unidade complexa, um todo que não se reduz à soma de suas partes constitutivas. Sistemas abertos tendem a estados superiores de organização por causa de sua complexidade, isso ocorre em virtude das condições internas do sistema, da organização de suas estruturas interconectadas após sofrer flutuações e encontrar espaço-temporalmente seu estado de criticalidade.
Tecnoburocracia, opinião média – a paixão ou obsessão diferente da dos outros conduz ao consenso sobre o mínimo comum desprovido de "originalidade e de invenção". Toda novidade se manifesta como desvio e aparece como ameaça, ou como insanidade aos defensores das doutrinas e disciplinas estabelecidas.	**Incentivo à criatividade, à inovação, à diversidade** - Necessidade de um campo intelectual aberto, "proteção ao desvio" de um pluralismo teórico em todas as instituições e comissões científicas.
Processo de conhecimento - crença de que o universo pode ser regido por leis perfeitas e imutáveis.	**Processo de consciência** - os cientistas devem-se colocar em crise (intelectual e espiritual) e descobrir as contradições fundamentais em que se desembocam as atividades científicas (as injunções contraditórias).
Controle intelectual da ciência pelos dominantes - Domínio incontrolado da natureza e domínio controlado pelos poderes dominantes (Estado/nações). Ex: ONU.	**A volta do controle intelectual da ciência pelos cientistas** - Reforma-chave da ética do conhecimento e da ética cívica e humana.

Em se tratando da temática da sustentabilidade, em suas várias dimensões, torna-se relevante a lógica do terceiro termo incluído e o princípio dialógico multidimensonal. No entanto, nem sempre um sistema é visto como "sustentável" em diferentes níveis de Realidade por diferentes áreas do conhecimento.

Os cientistas sociais nunca se interessam pelo mundo da matéria, tratam das estruturas sociais, compreendidas como conjunto de regras de comportamento. Identificam as características que definem a realidade social e depois a ampliam integrando-a com conceitos correspondentes no campo das ciências naturais e depois excluem o sistema biológico (CAPRA, 2003). Os cientistas naturais lidam com estruturas materiais, exploram menos as relações, qualidade dos fenômenos, padrões e processos.

Na visão transdisciplinar, a coerência e a unidade de fundamentação de cada disciplina se mantêm, mas ao transgredir as fronteiras disciplinares, em outros níveis de realidade, as disciplinas articuladas se transformam em um sistema fluido, com aspectos convergentes passando a fazer parte de um sistema mais abrangente, emergindo para outro nível de realidade.

Ainda há muito que evoluir para resolver problemas, promover a alfabetização ambiental e gerenciar recursos de uma maneira transdisciplinar, uma abordagem de níveis múltiplos e escala ampla que envolva sistemas inteiros de inovação e educação. Portanto, o desenvolvimento continuado da ciência da Ecologia, que trata do "estudo da casa" ou "lugar onde vivemos" provavelmente evoluirá para a ciência integrativa do futuro (ODUM E BARRETT, 2007).

A Ecologia como estudo da Terra como lar amadureceu o suficiente para ser considerada uma ciência básica e integrativa do ambiente, contribuindo a ponte necessária entre a ciência e a sociedade. É a disciplina que remete aos mais altos e complexos níveis de organização biológica, permanece como um estudo do holismo e da emergência, porém, agora é vista não só como uma Ciência Biológica, mas como uma Ciência Humana. (ODUM E BARRETT, 2007, p. xiv).

Desde a década de 1970 vêm aumentando os campos do conhecimento que têm interface de estudo com a Ciência Ecológica, como a Economia Ecológica, a Engenharia Ecológica, a Arquitetura Ecológica, o Urbanismo Ecológico. Essas interfaces estabeleceram linhas de comunicação, porém, segundo Odum e Barret (2007), para que um campo de interface se torne uma nova disciplina, algo novo tem que emergir.

Assim, acredita-se nesta tese que apenas tendências do urbanismo ecológico não são suficientes para estabelecer uma linguagem dialógica. É importante investigar a evolução histórica da Ciência Ecológica, no âmbito da Ecologia da Cidade e da Ecologia da Paisagem, da ciência do Desenho Urbano, bem como a interdisciplinaridade existente no Urbanismo Ecológico para se ter o entendimento dos conflitos teóricos, dualidades existentes, princípios, métodos, aplicações.

Ainda há muito que evoluir. As novas abordagens integrativas, de níveis múltiplos e escalas amplas, devem envolver sistemas inteiros de educação e inovação. É necessário avançar nos estudos para desvendar explicações de causa e efeito por meio das disciplinas e entre elas, alcançando-se o entendimento transdisciplinar. Essas abordagens estão sendo denominadas de "consiliência", de "ciência da sustentabilidade" e de "ciência integrativa" (ODUM E BARRETT, 2012, p. 16).

No entanto, é necessário avançar e buscar uma linguagem que possa dar uma unidade ao sistema urbano, por meio de conceitos como totalidade, auto-organização, estruturas hierárquicas, padrões de organização, fluxos, processos naturais que, assim, possam estabelecer conexões importantes no contexto da sustentabilidade urbana.

2.5 A teoria geral da Ciência Ecológica

A Ciência Ecológica de hoje evoluiu desde a teoria geral dos sistemas, que inicialmente, tinha a visão determinista, para a análise dos sistemas complexos, considerando, assim, a não-linearidade, a incerteza, e emergência, relações hierárquicas e auto-organização.

A Ciência Ecológica tem um amplo escopo, mas sempre centrada em torno de interações, envolvendo organismos, estruturas e processos que eles geram ou neles são envolvidos. Para Pickett, Cadenasso, McGrath (2013), a chave da percepção do entendimento da Ecologia como ciência está em duas coisas: a atividade que leva a descobertas sobre organismos, interações ambientais e as estruturas e processos que resultam disso; e o corpo de conhecimentos, em todas as suas formas, que resumem aquelas descobertas.

Na 5ª edição do livro, Odum e Barrett (2007) preservam a abordagem holística clássica ecológica encontrada nas versões anteriores. No entanto, dão ênfase à abordagem multinível, baseada na teoria hierárquica, e mais atenção à aplicação dos princípios ecológicos dos dilemas humanos, como crescimento populacional, gerenciamento de recursos e contaminação ambiental, temas que estão diretamente relacionados a esta pesquisa.

Não há como dissociar as necessidades básicas do ser humano, dependentes contínuas da natureza, em termos de ar, água e, indiretamente, alimento, da assimilação dos resíduos, recreação, e muitos outros serviços fornecidas pelo meio ambiente. Por outro lado, os sistemas econômicos valorizam as coisas feitas pelos seres humanos que beneficiam, em primeiro lugar, o indivíduo, mas atribuem pouco valor monetário aos bens e serviços da natureza que nos beneficiam como sociedade.

A Ecologia é uma disciplina ampla, com vários níveis, que se integra às disciplinas tradicionais, que tendem a ter o foco mais estreito. Para que o campo de interface se torne uma nova disciplina, algo novo deve emergir como um novo conceito ou tecnologia. A ideia de sistema é a chave que consiste de partes, mas o sistema é caracterizado pelas propriedades que emergem da interação entre as partes.

Entendendo o sistema como um conjunto de sistemas, cujos "componentes regularmente interativos e interdependentes formando um todo unificado". (ODUM E BARRETT, 2007, p. 4). O funcionamento dos sistemas contém componentes vivos (bióticos) e não vivos (abióticos) que constituem biossistemas, e que incluem desde sistemas genéticos até sistemas ecológicos ou ecossistemas, numa hierarquia de níveis de organização. Esse espectro pode ser concebido ou estudado em qualquer nível ou em qualquer posição intermediária conveniente ou prática para análise.

Os organismos individuais se adaptam ao ambiente físico, e sua ação combinada nos ecossistemas também adapta o ambiente geoquímico às suas necessidades biológicas. A hipótese Gaia considera que os organismos evoluíram com o ambiente físico para proporcionar um sistema de controle intricado e autorregulatório que mantém as condições favoráveis para a vida na Terra (LOVELOCK 1979, *apud* ODUM e BARRETT, 2004).

Pickett, Cadenasso, McGrath (2013) acreditam que não há uma única teoria da ecologia. Entretanto, uma análise profunda de Sheiner e Willing (2008, p. 21-28) propõe um alto nível de conjunto de princípios que se aplicam através de uma teoria geral da ciência ecológica (**Tabela 2.6**).

Tabela 2.6 - Princípios da teoria geral da Ciência Ecológica (Pickett, Cadenasso, McGrath, 2013).

TEORIA GERAL DA CIÊNCIA ECOLÓGICA	
Princípios	**Descrição**
Heterogeneidade no tempo e no espaço	Organismos são heterogeneamente distribuídos no tempo e no espaço;
Várias escalas	Organismos interagem um com o outro em várias escalas;
Diferenças	Organismos, mesmo dentro de uma dada espécie, diferem dos outros;
Contingência às condições iniciais e ao acaso	Sistemas ecológicos são contingentes, eles são sensíveis às suas condições iniciais e ao acaso;
Heterogeneidade das con-	Condições ambientais são heterogêneas;

dições ambientais	
Heterogeneidade e limite dos recursos	Recursos são finitos e heterogêneos;
Mortalidade	Todos os organismos são sujeitos a fatores de mortalidade;
Causas evolucionárias	Processos ecológicos têm causas evolucionárias.

Para Pickett, Cadenasso, McGrath (2013, p. 18) Ecologia é "o estudo científico de padrões e processos influenciando a distribuição e abundância de organismos, as interações entre organismos, e as interações entre organismos e a transformação e fluxo de energia, matéria e informação"[59]. Acomoda um novo tipo de terreno observacional, tal como conexões globais ou das paisagens do padrão espacial, mas insiste na exploração do processo bem como das dinâmicas. Portanto, requer uma abordagem de sistemas no qual a alimentação e interações multifacetadas são importantes. O paradigma contemporâneo e do "não-equilibrio" da Ecologia tem como princípios (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. 18) (**Tabela 2.7**):

Tabela 2.7 - Princípios paradigma contemporâneo e do "não-equilibrio" da Ecologia

PRINCÍPIOS	DESCRIÇÃO
Sistemas abertos	Sistemas ecológicos são abertos para a troca de energia, matéria e informação;
Regulação por processos	Sistemas ecológicos podem ser regulados por processos que chegam fora de suas fronteiras;
Dinâmicas sistêmicas	Dinâmicas sistêmicas são probabilidades e múltiplos caminhos;
Ponto de equilíbrio	Um único ponto de equilíbrio pode estar faltando
Distúrbio	Distúrbio é um importante regulador de sistemas
Humanos e Artefatos	Humanos e seus artefatos são componentes dos ecossistemas

O sistema consiste de partes, mas é caracterizado por propriedades que emergem das interações destas partes. Portanto, a propriedade emergente de um nível ou uma unidade ecológica não pode ser prevista com base no estudo dos componentes desse nível ou unidade. Cada nível do biossistema tem propriedades emergentes e variâncias reduzidas, bem como um somatório dos atributos dos componentes de seu subsistema.

A hierarquia dos níveis de organização ecológica contém sete processos ou funções transcendentes: regulação, desenvolvimento, evolução, energética, comportamento, diversidade, integração, que estão representados como componentes verticais de 11 níveis integrados de organização: células, tecidos, órgãos, sistema de órgãos, organismo, populações, comunidades, ecossistemas, paisagens, biomas, ecosfera (ODUM E BARRETT, 2007).

Na visão de Capra (2002), em todos os níveis de vida no espectro hierárquico, desde as redes metabólicas das células até as teias alimentares dos ecossistemas, os componentes e os processos dos sistemas vivos se interligam em forma de rede.

O padrão em rede é um dos padrões de organização mais básicos de todos os sistemas vivos. Para Jonhson (2003), a ciência da auto-organização reconhece um "padrão comum", que pode ser encontrado em vários contextos. Apenas quando um padrão é detectado, é que as pessoas podem começar a pensar em estudar os sistemas de auto-organização por seus próprios méritos.

2.6 O entendimento do padrão de organização para conexão de saberes

[59] www.caryinstitute.org/definition_ecology.htm.

A teoria dos sistemas identifica um padrão de rede comum a todas as formas de vida, e auxilia no estudo de padrões de organização dos sistemas vivos. O estudo dos sistemas vivos é o estudo da configuração das relações entre os componentes do sistema.

Capra (2002, p. 78) defende que o foco do pensamento sistêmico é o entendimento do padrão de organização, que é uma configuração de relações características de um sistema em particular. A vida é dotada de uma unidade fundamental, os diversos sistemas vivos apresentam padrões de organização semelhantes que a evolução operou por bilhões de anos, mesmo que os padrões sejam cada vez mais elaborados. Assim "o entendimento da vida começa pelo entendimento do padrão", o padrão de organização (Capra, 2002, p. 78).

A natureza não poderia ter criado grandes estruturas do nada, ela conseguiu organizar as coisas de forma tal para que os seres vivos, como os animais ou plantas, seguissem algumas "regras específicas" à medida que crescem e se desenvolvem. Utilizou-se dos mesmos padrões, mesmo tornando-se cada vez mais elaborados (Capra, 2002, p. 78).

O padrão de organização de qualquer sistema vivo ou não vivo, é a configuração de relações entre os componentes do sistema que determina as características essenciais desse sistema. As formas repetitivas que a natureza utiliza para resolver problemas de adequação aos espaços, aos fluxos de energia, as relações e outras necessidades dos sistemas formam padrões. A ecologia como ciência trata da relação da estrutura do sistema de interesse com os processos que ocorrem naquele sistema (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Capra (2002, p. 77) apresenta três ideias sobre a natureza dos sistemas vivos: o estudo da forma (padrão), o estudo da matéria e os processos naturais (fluxos). O estudo da forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões, padrões de organização da rede autogeradora, da força geradora. Os padrões não podem ser medidos, devem ser mapeados. No estudo da matéria da estrutura material, as coisas são pesadas ou medidas.

Na visão de Capra (2002, p. 78), o legado cartesiano dificulta o estudo sob a ótica das três perspectivas, as Ciências Naturais tratam apenas dos fenômenos materiais. A maioria dos cientistas concebe o padrão como uma propriedade emergente da matéria e uma ideia abstrata a partir da matéria, e não como uma força geradora. Há que se considerar ainda o caráter mental dos fenômenos sociais, a "dimensão hermenêutica" ou interpretativa. A linguagem humana, por ser de natureza simbólica, envolve, antes de tudo, a comunicação de um significado. Assim, as ações humanas decorrem do significado que atribuímos ao ambiente que nos rodeia.

Na visão de Capra (2002, p. 78), a compreensão sistêmica da vida pode ser aplicada ao domínio social se acrescentarmos o ponto de vista do significado aos três outros pontos de vista sobre a vida. "O significado é a expressão sintética do mundo interior da consciência reflexiva que contém uma multiplicidade de características inter-relacionadas".

A estrutura conceitual de Capra (2002) forma um tetraedro que integra os quatro pontos de vista, e cada um deles tem uma importante contribuição a dar para a compreensão dos fenômenos sociais (**Figura 2.5**). A cultura é criada e sustentada por uma rede (forma) de comunicação (processo), na qual se gera o significado, que é corporificado em matéria como textos escritos, artefatos, dos quais os significados são transmitidos de geração em geração.

Nesse sentido, o campo conceitual da Arquitetura e Urbanismo, ou a ciência do Desenho Urbano, considerando a corporificação da matéria em artefatos gerando significados, abrange o do nível dos ambientes construído e natural, o das relações sociais e o da subjetividade humana, e pode contribuir para o estudo da forma, dos padrões de organização.

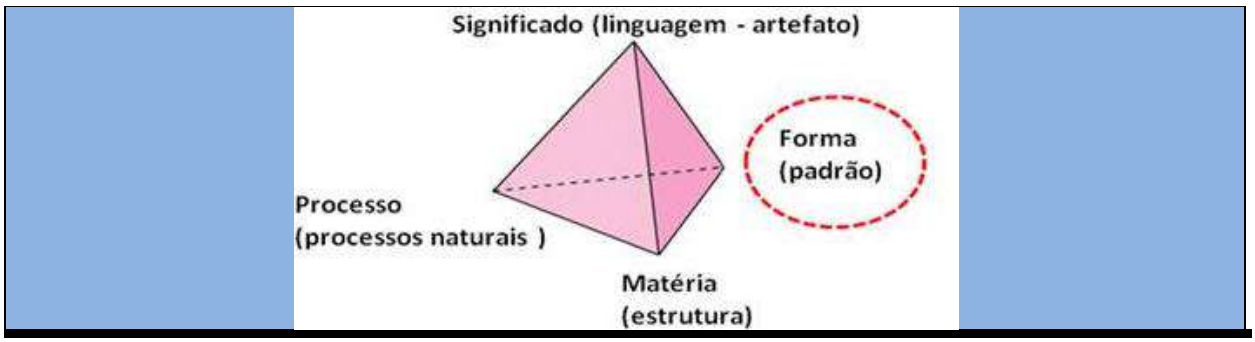


Figura 2.5 - Tetraedro da estrutura conceitual de Capra
Fonte (Capra, 2002)

Porém, no campo da Arquitetura e Urbanismo ainda há uma tendência a analisar os assentamentos urbanos dissociada do contexto, sem uma visão ampliada de sua estrutura. Observam-se avanços nos estudos dos elementos e das formas geométricas, as "substâncias", e poucos esforços são vistos na direção do entendimento das "relações entre as partes" da cidade, de sua organização e da complexidade existente (MEDEIROS, 2006, p. 90).

O estudo da substância sempre se sobressaiu ao estudo do padrão. A "ideia da substância material é predominante e os padrões, quando explorados, tornam-se levantamento estatístico e não investigação qualitativa que subsidie novas interpretações" (MEDEIROS, 2006, p. 90). No entanto, com visão do pensamento sistêmico sua interpretação ganha novo impulso por ser entendida como a chave para a compreensão da vida.

Assim o estudo da forma-espaço (os padrões), a morfologia, resultará na pesquisa das relações dos atributos existentes, de seu padrão. Para Medeiros (2006, p. 91), a cidade como um organismo vivo interpreta todos os componentes materiais visíveis, "contudo a configuração de relações entre ele – o padrão que o mantém vivo, interativo e dinâmico – é destruído", principalmente nas cidades planejadas com baixas densidades com predominância de espaços vazios sem vida, que Holanda (2003) denomina de formalidade espacial.

Para Salingaros (2003, p. 2), o reconhecimento de "padrões" que estão escondidos no observador casual é chave para o desenvolvimento científico, pois permite um melhor entendimento da natureza. Um padrão (neste caso, urbano) pode ser entendido como uma solução recorrente para resolver um problema de arquitetura e urbanismo ou técnico ou, até mesmo social. "[...] Qualquer que seja a maneira pela qual a solução tenha sido obtida, tão logo os seres humanos identifica um padrão e o comunicam - tanto oral como graficamente". Essa capacidade em se comunicar gerada pelos padrões possibilita um conhecimento reutilizável em desenho. Neste caso, a linguagem dos padrões fica vinculada às atividades humanas, à cultura e à tradição.

> [...] Cada padrão representa uma regra governando uma parte funcional de um sistema complexo. Uma linguagem de padrões permite que padrões da escala pequena apoiem e se combinem com os padrões da escala grande. Os padrões de larga escala são, eles mesmos, necessários porque contém mais informações do que os padrões das escalas menores — nas quais eles se apoiam — e, desta maneira, mostram novas propriedades (SALINGAROS,2003, p. 2)

Nessa pesquisa, interessa precisamente a abordagem dos padrões pela integração das relações de proximidade que se estabelecem do ambiente e das pessoas com a natureza, do convívio social e da vida em comunidade e aos tipos de ambientes que a fomentam. Serão levantados métodos que auxiliam a identificação de padrões espaciais importantes para o sistema urbano, que nessa pesquisa precisamente será denominado de "ecossistema urbano".

Portanto, a hipótese desta tese é que o estudo sobre a configuração das relações espaciais encontrada na forma urbana, nos padrões de organização dos sistemas urbanos e dos ecossistemas pode contribuir para promover uma linguagem entre áreas do conhecimento, no processo de planejamento e projeto urbanos mais sustentáveis, especialmente nessa pesquisa para o desenho urbano sensível á água. Considera-se, aqui, ser o processo de desenho mais importante que o produto estático acabado.

Christopher Alexander, matemático e arquiteto, reconheceu que havia uma versão informal dos padrões nas práticas e nos conceitos tradicionais que foram redescobertos e reinventados ao longo da história e em diversas localizações geográficas, enraizados nas tradições orais e escritas, herdadas das diferentes culturas.

Pode-se dizer que isto reflete uma dinâmica evolutiva complexa (MEHAFFY E SALINGAROS, 2011). Os trabalhos desenvolvidos por Christopher Alexander e pesquisadores associados do Centro para Estrutura Ambiental da Universidade de Berkeley, na visão de Guerreiro (2010), representam uma tradução dos princípios da Física Quântica e, consequentemente, da teoria sistêmica.

Os padrões (*patterns*), para Alexander (1979), são padrões de acontecimento que estão diretamente ligados com seu espaço. Os padrões de espaço nos mostram o que é a estrutura de uma cidade ou edifício. A cidade é formada por certos elementos físicos, que se inter-relacionam com os padrões de acontecimento. Assim, é possível identificar certos elementos que se repetem infinitamente, dispostos em uma variedade quase infinita de combinações.

A grande estrutura da cidade, então, é formada por padrões de relações entre esses elementos. Cada padrão é uma lei morfológica, que estabelece um conjunto de relações que imprimem diversas sensações.

As relações entre elementos são necessárias a eles e os compõe. O que se considera elemento é, de fato, o padrão de relação entre o elemento e as coisas do mundo circundante. Então, o espaço não seria formado por elementos, como se identifica inicialmente, mas sim pelos padrões de relação, que se repetem ao longo do tempo, de acordo com o contexto físico como relevo, paisagem ou condições climáticas, etc. Padrões referem-se a comportamentos, tempos e espaços.

Um padrão é, simultaneamente, a forma e a descrição do processo que dá origem a essa forma (ALEXANDER, 1979). Quando Christopher Alexander e seus colegas pesquisadores introduziram o conceito de padrão, em 1977, estavam tentando resolver problemas de configuração do ambiente humano no campo da Arquitetura e Urbanismo, e partiram de uma hipótese de que um padrão é uma solução configuracional, descoberta após muitas experiências, em tentativas e erros. Nesse caso, os pesquisadores entendem padrões como soluções boas e já experimentadas para construir e vivenciar.

Entretanto, essa hipótese foi combatida por muitos arquitetos na época, e até hoje sofre preconceito, porque eles pensavam que os padrões podem diminuir o poder de criar desenhos novos e criativos. Paradoxalmente, em outras áreas do conhecimento, onde a efetividade é mais valorizada que no campo visual, como na informática, na biologia e hoje, no desenvolvimento sustentável, essa “linguagem de padrões”, segundo Mehaffy e Salingaros

(2011, s.p.) se tornou uma ferramenta poderosa. Mesmo assim, ainda são poucos pesquisadores[60] que os utilizam no campo da Arquitetura e Urbanismo no Brasil.

No campo da Biologia, Mehaffy e Salingaros (2011, s.p.) comparam-no ao "pacote genérico" do DNA, que incorpora informações sobre adaptações evolutivas anteriores, permitindo a construção da complexidade ao longo do tempo. É como falar de morfogênese na Biologia, a maneira como organismos crescem e se transformam em um número sem fim de formas lindas e variadas. Esse processo agora está sendo delineado a partir do estudo da maneira como esses processos funcionam, partindo de estudos da transformação dos padrões a partir de configurações prévias. Os padrões existem no DNA e na estrutura das proteínas que formam as células.

Eles se adaptam ao meio e, também, uns aos outros, enquanto se transformam, em um processo chamado "morfogênese adaptativa". O padrão é codificado em sequências moleculares, e se transformam ao longo do tempo. Os biólogos moleculares estão agora se baseando no conceito de "Uma linguagem de padrões" de Alexander et al. (1977) para explicar como essa morfogênese adaptativa funciona (MEHAFFFY E SALINGAROS (2011, s.p.)

Apesar de ter contribuído para a evolução de outras áreas do conhecimento no passado, como a informática e, mesmo agora, na Biologia e, na aplicação dos princípios de sustentabilidade e ecológicos, o trabalho de Christopher Alexander, segundo Barros e Kowaltowski (2013, s.d), tem recebido críticas significativas, principalmente no campo da Arquitetura. Elas vão desde o pouco conteúdo (científico) dos padrões à negação da legitimidade de um pluralismo de valores em Arquitetura.

Porém, seu grande clássico, escrito em 1965, "*A city is not a tree*" teve grande impacto no pensamento subsequente sobre o desenho urbano, vindo a influenciar teorias como a da Lógica Social do Espaço (BARROS, 2013).

Barros (2013) sustenta que, apesar da pouca possibilidade de verificação das afirmações de Christopher Alexander e demais pesquisadores, por falta de referências, elas demonstram uma conexão direta à vivência humana no ambiente construído, percebida por um senso comum e entendimento natural. Além disso, esta abordagem é considerada uma base preciosa para a comunicação racional no projeto ambiental, principalmente se associada a outras abordagens, como da Ecologia da Cidade.

Nesta pesquisa, acredita-se que os estudos sobre padrões de organização existentes nas comunidades urbanas, desenvolvidos pelo desenho urbano, e os estudos dos padrões de organização dos ecossistemas e da paisagem, na ciência ecológica, podem promover um "metálogo"[61], uma conexão por meio de uma "linguagem de padrões" (ALEXANDER ET AL., 1977) entre as áreas do conhecimento.

2.7 Possibilidades de conexões transdisciplinares entre os campos da Arquitetura e Urbanismo, Ecologia e contexto social.

---

[60] Com ressalva para grupos de pesquisa como o do NORIE da UFRGS, em "Edificações e Comunidades Sustentáveis", liderado pelo professor Miguel Aloysio Sattler, e pelo grupo da UNICAMP, liderado pela professora Doris Kowaltowski. Entre os estudos se destacam a tese de doutorado da professora Raquel de Paula Barros e a dissertação de mestrado da Juliana Moehlecke, que foram importantes para o conhecimento da autora desta pesquisa.

[61] Metálogo ou metadiálogo, termo adotado por Gregory Bateson, é um diálogo do mesmo diálogo (semelhante à metalinguagem), é uma conversa a respeito de um assunto que apresenta um problema que deve ser discutido pelos participantes em uma estrutura da conversa significativa para o mesmo problema (PISTÓIA, 2009). A partir das descobertas de Gregory Bateson, desenvolveu-se nos Estados Unidos um campo de pesquisa da pragmática da comunicação humana que se utilizou de modelos matemáticos para análise, tratamento e interferência no comportamento das pessoas por meio do estudo de relações e padrões de relações. http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16401/000703912.pdf?seque

O conceito de transdisciplinaridade deve ser pensado como a possibilidade de construir pontes entre as disciplinas. Nas palavras de Nicolescu (1999, p. 53) “está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina”. A transdisciplinaridade transgride as fronteiras epistemológicas de cada ciência disciplinar e constrói um novo conhecimento “através” das ciências, um conhecimento integrado em função da humanidade, resgatando as relações de interdependência, pois a vida se constitui das relações mantidas pelo indivíduo com o meio ambiente (NICOLESCU, 1999).

Trata-se, ao mesmo tempo, de desenvolver uma teoria, uma lógica e uma epistemologia da complexidade que possam convir ao conhecimento do homem (MORIN, 2005). Porém, a ciência clássica desconfia das ideias gerais, duvida de uma concepção organizadora comum, como o caso das Ciências da Terra, ou se associa a uma disciplina globalizante de um tipo novo como a Ecologia. (MORIN, 2007 e 2010).

Conforme já colocado por Morin (2007 e 2010), a Ecologia aparece como a primeira ciência sistêmica e transdisciplinar. Por outro lado, o que caracteriza o ensino de Arquitetura e Urbanismo é a sua interface com várias disciplinas e não uma disciplina. A constante busca de uma ampliação da compreensão do que sejam os fenômenos do espaço e da cidade contribuiu para aproximar o urbanismo de disciplinas de outras áreas do conhecimento. E, por outro lado, essa complexificação tornou possível o reconhecimento do desenho urbano como campo disciplinar.

O processo de projeto dentro do campo disciplinar da Arquitetura e Urbanismo, quer dizer, o *design em ateliê*, como conhecimento e ofício, na visão de Campomori (2004) é uma das áreas que mais permite a incorporação e utilização do conceito transdisciplinar no projeto se considerarmos a potencialidade de transposição dos resultados dessa congregação de saberes das áreas de teoria e história e tecnologia. Os projetos em ateliês contribuem para a revelação de novas realidades com simulação de cenários futuros, de uma maneira sempre nova, criativa o que supera a simples ideia de integração, como nas imagens abaixo, sobre cenários de fluxos de água no ambiente urbano (**Figura 2.6**).

Figura 2.6 - Simulação de técnicas de infraestrutura verde aplicadas ao projeto de urbanismo.
Fonte: Desenho Erika Felix Ferreira

Somados a isso, ocorre uma particularidade na regulamentação profissional da área no Brasil, a habilitação única em arquitetura, urbanismo, planejamento urbano e paisagismo contribuindo para uma visão mais abrangente. Ao mesmo tempo, o processo de projeto faz a ponte entre as disciplinas e seus representantes (CAMPOMORI, 2004).

Entretanto, diante das incertezas socioeconômicas, escassez de recursos ambientais, vulnerabilidade e riscos ambientais que envolvem o espaço urbano, deve-se ainda incorporar conteúdos das áreas de Economia, Sociologia, Psicologia, Educação, Ecologia, Geologia,

Hidrologia e Climatologia nos processos de projeto, sejam eles participativos ou não. A sustentabilidade urbana requer profissionais que trabalhem ao mesmo tempo a noção de políticas públicas, qualidade de vida e consciência ecológica, além de técnicas ambientais mais sustentáveis.

As disciplinas responsáveis pela forma da cidade e seus "padrões espaciais", no campo das Ciências Humanas ou das Ciências Sociais Aplicadas, apesar de seu impacto direto no ambiente físico e natural, no campo de investigação científica no Brasil ainda têm pouca interface com as Ciências Naturais.

A interface passa por estudos sobre o desenho espacial que atenda de maneira mais sustentável as necessidades básicas do ser humano (água, abrigo/moradia, energia, produção de alimentos e tratamento de dejetos) e, também, de outros seres vivos, além de atender às questões da subjetividade humana como percepção ambiental, estética, expressividade e simbolismo.

O urbanismo sustentável, ou urbanismo ecológico, tem sido usado para interligar essas áreas do conhecimento. No entanto, conforme pondera Guerreiro (2010), essa interdisciplinaridade é entendida como especialidade, e isso muitas vezes tem gerado oportunidade para separar mais ainda as coisas, criando novos conflitos de visões, colocando-se do lado oposto de sua preocupação original. Por outro lado, no âmbito do Planejamento Urbano multidisciplinar, os planos diretores lançam diretrizes que acabam favorecendo a incorporação imobiliária e as classes dominantes , seja pela conquista do espaço urbano, seja pela falta de conhecimento.

Assim, como na ciência moderna, na transdisciplinaridade, os três pilares metodológicos - níveis de Realidade, complexidade dos fenômenos e a lógica do terceiro termo incluído - geram "diferentes graus de transdisciplinaridade" (NICOLESCU, 1999). Dependendo dos estudos, aproximar-se-á mais da multidisciplinaridade, da interdisciplinaridade ou da disciplinaridade. Portanto, segundo Nicolescu (1999) todas as quatro flechas disciplinares fazem parte do mesmo arco, o do conhecimento.

No caso dessa tese, a pesquisa pode se aproximar mais da interdisciplinaridade, com o urbanismo ecológico, pela interface com o campo da Arquitetura e Urbanismo e até mesmo pela formação da pesquisadora. Por outro lado, com novos estudos sobre sistemas urbanos complexos e ecossistemas urbanos, espera-se que este estudo consiga avançar para o nível da transdisciplinaridade, considerando o contexto social e humano do planejamento e desenho urbanos, o contexto social, ambiental e humano da Ecologia, incluindo os processos biogeoquímicos, como o ciclo urbano da água e estudos de hidrologia das engenharias.

Como será visto mais adiante, o conceito de ecossistema urbano permite um olhar transversal pela visão sistêmica que engloba todos os organismos vivos e seus padrões espaciais de organização da sociedade e dos ecossistemas ao longo do tempo.

O desafio está em encontrar uma base, "uma linguagem comum" para apreender um objeto complexo como o sistema urbano, abandonar certos preconceitos ou prerrogativas, princípios e objetivos. Em outras palavras, aceitar a perda de alguns de seus interesses por outros. Nicolescu (1999) concorda com Edgar Morin na afirmativa de que é necessária uma cultura epistemológica para o mundo do diálogo, da compreensão.

O diálogo deve aumentar as polaridades disciplinarmente usuais, ambiente e *design*, humano e natureza, urbano e meio ambiente, sociológico e ecológico. Pickett, Cadenasso, McGrath (2013) sugerem que se estabeleça um metálogo sobre os contrastes entre disciplinas.

Dentro desses contrastes, é importante ressaltar que há diferentes conotações da mesma palavra, bem como estilos bem diferentes de comunicação. As conotações, que aparecem em primeiro lugar, podem representar muitas estruturas teóricas diferentes e conceituais, especialmente quando elas representam normas e ideologias não tão distintas.

Na questão do estilo, os *designers* usam linguagem altamente imagética, e pode parecer repugnante para os cientistas analisar seu conteúdo. Em algumas apresentações realizadas pela pesquisadora sobre desenho urbano sustentável no âmbito do planejamento urbano do Distrito Federal, em workshops organizados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Paranoá, alguns comentários sugeriram certos despeitos em relação aos desenhos.

O ato de desenhar é o ato fundamental dos *designers* e requer um pensamento primeiro em imagens e, posteriormente, em palavras. Eles têm como foco a análise qualitativa, e muitas vezes, não se adaptam às análises quantitativas. Já os cientistas naturais se esforçam para entender os desenhos. Eles estão acostumados com experimentos de campo ou de laboratório, são guiados por meio da relação entre figuras e textos e não valorizam o significado das palavras como no campo das ciências humanas (logocentrismo) (PICKETT, CADENASSO e MCGRATH, 2013).

Por outro lado, Carvalho (2007) faz uma comparação do ato de projetar (o desenho) diante das questões a serem solucionada ao ato de fazer ciência diante de um problema, lembrando Karl Popper. Segundo Popper (1993) o método hipotético-dedutivo pode ser dividido nas seguintes etapas: (1) conhecimento prévio (teorias existentes) – a partir dos quais podemos detectar uma (2) lacuna, contradição ou problema (normalmente expresso por meio de uma pergunta). Uma vez que o problema foi detectado, passamos à etapa seguinte que é a de (3) propor uma solução para ele (criação de uma hipótese).

De acordo com Loyola (s.d.), a pesquisa em Ecologia, hoje em dia, é basicamente orientada pelo uso do método hipotético-dedutivo. É uma ferramenta que deve ser empregada em pesquisas ecológicas para a geração de novos conhecimentos e críticas a conhecimentos já estabelecidos.

O projeto é uma idealização de um acontecimento para se alcançar o objetivo final, uma vez que o *designer* opta por uma alternativa, toma uma decisão, ele formula uma hipótese. Mesmo que a decisão do projeto ocupe o campo das ideias, que não é racional, ele é uma alternativa possível (CARVALHO, 2007). Porém, o processo envolvido para criá-lo não se sustenta pela idealização, mas sim pelo rigor e pela sistematização racional de todos os aspectos nele envolvidos. Assim, configuram um sistema conceitual por onde tem o início o desenvolvimento do projeto (CAMPOMORI, 2004).

O procedimento do cientista diante do problema é semelhante porque um cientista formula o enunciado ou sistema de enunciados e os verifica um a um, ele acaba por formular uma hipótese ou sistemas de teorias e os testa, confrontando-os na experiência e por meio da observação. Existe uma diferença entre conceber uma ideia nova e testá-la, como no caso do projeto. Nesse sentido, *designers* e cientistas têm algo em comum, se houver um método de processo de projeto consistente, como um método científico. A **Figura 2.7** ilustra como poderia ser a conexão entre o desenho e a ciência ecológica, entre o ato de projetar e o ato de fazer ciência.

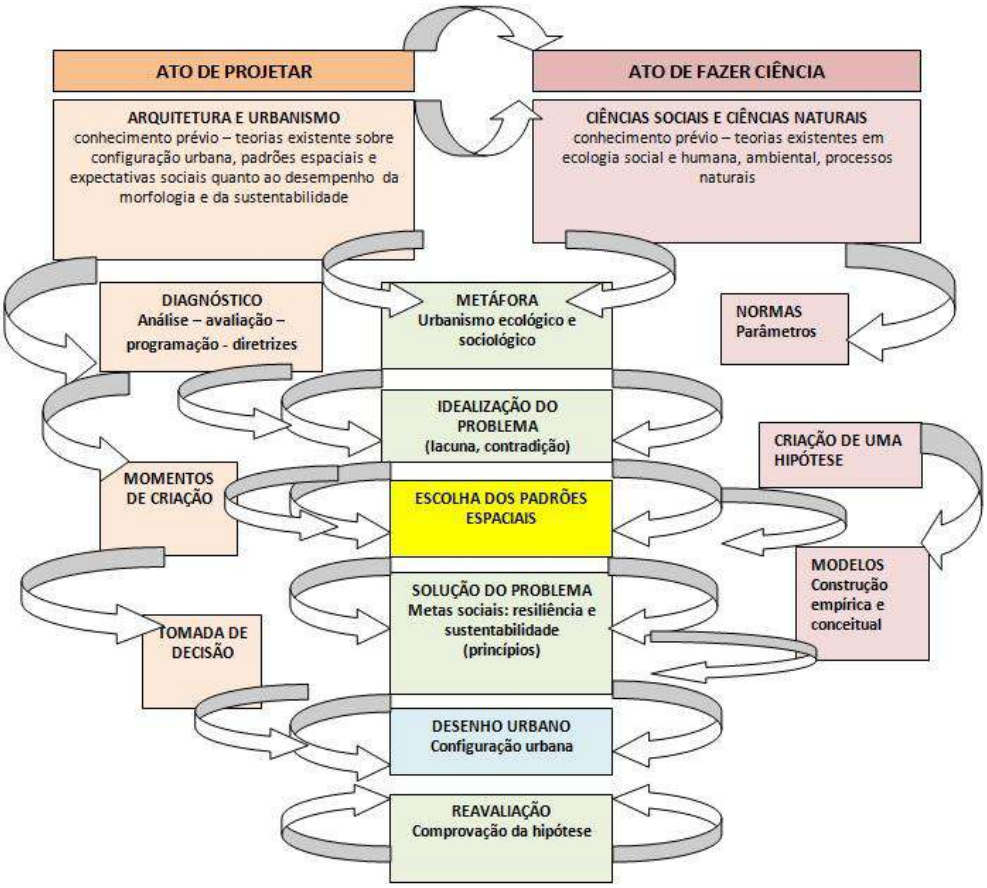


Figura 2.7 - Como poderia ser a conexão entre o desenho e a ciência ecológica, entre o ato de projetar e o ato de fazer ciência.

Ocorre que grande parte dos *designers* não trabalha com sistematização de método de avaliação de desempenho do projeto e, muitas vezes, têm dificuldade para entender análises quantitativas. Na tomada de decisão são levados por emoções, sentimentos de convicção e subjetividade (CARVALHO, 2007). Enquanto isso, cientistas se esforçam para entender os desenhos técnicos.

É fato que, no estudo sobre a evolução da ciência com a física moderna e a transdisciplinaridade, ficou evidente que a realidade analisada sob o ponto de vista do sujeito é fundamental para o resultado da análise, o que permite a percepção de vários níveis de realidade. No entanto, segundo Carvalho (2007) deve-se pensar em dois momentos no processo de projeto.

O primeiro, bem mais subjetivo, é aquele do momento da idealização do problema e da apresentação de alternativas, no qual a experiência pessoal, seja uma experiência vernacular ou profissional, fazem a diferença. No campo da arquitetura, esse momento criativo ainda é considerado uma "caixa preta". São poucos estudos que trabalham nessa direção. Muitos professores acreditam que os estudantes de arquitetura têm que ter o dom do desenho, caso contrário, não serão bons *designers*.

O segundo momento do processo de *design*, mais racional, utiliza-se do rigor e da sistematização para verificar o desempenho de forma adequada Nesse sentido, os métodos de processo de projeto deveriam incorporar conhecimentos que tenham caráter transdisciplinar, para que fiquem mais claro os padrões espaciais para outras áreas, bem como para processos participativos nas comunidades.

Pickett, Cadenasso e McGrath (2013) acreditam que tentar estabelecer uma linguagem comum para grupos multidisciplinares talvez possa ser uma armadilha, visto que um

vocabulário comum pode esconder diferenças de significado ou até mesmo diferentes campos podem reunir diferentes assuntos para o mesmo termo. Ou podem incorporar os valores sociais de sua profissão ou de um grupo social se um determinado grupo for predominante em números de uma dada disciplina. Isto quer dizer que um dado termo pode inocentemente levar, para caminhos diferentes, estruturas teóricas ou filosóficas de aplicação em distintas disciplinas.

Como por exemplo, a palavra "resiliência", para os geógrafos ou sociólogos, tem uma conotação diferente que para os ecólogos e biólogos. A capacidade de um sistema de se adaptar às perturbações e choques gerados, e se ajustar às mudanças, é interpretada por aqueles como não sendo necessário o investimento governamental naquela região, uma vez que as comunidades tem a capacidade de se autorrecuperar dos danos causados. Na verdade não é bem isso, mas os governos podem se apropriar dessa abordagem como justificativa para direcionar recursos para outras ações.

De acordo com Pickett, Cadenasso, McGrath (2013), dar voz a diferentes disciplinas pressiona autores a explorar os assuntos e normas que estão subjacentes, seus termos bem como suas imagens. Investigar, avaliar e promover retornos (*feedback*) no espaço conceitual complexo depende de novas ferramentas. As metáforas, modelos e normas são usados de diferentes maneiras em diferentes disciplinas que abordam a temática da cidade.

As metáforas são as imagens que capturam alguma visão essencial do que as cidades são e como elas operam. São quase sempre o ponto inicial de diálogo entre disciplinas, mas são apenas o ponto de entrada. Os modelos são construções empíricas ou conceituais que explicam os detalhes e mecanismos de estrutura e processos. É o ponto importante de mudança substantiva entre disciplinas acadêmicas e de conversão de cidades para modelos.

As normas introduzem os valores que asseguram a sociedade e as ações que resultam delas. Variam em contextos sociais diferentes e entre diferentes grupos sociais. Tratam do que deveria ser, no sentido social. Novas normas devem ser introduzidas durante o período de extrema mudança. A resiliência urbana só será alcançada por meio da habilidade de se ajustar para a nova ordem.

Nesse sentido, a sustentabilidade deve ser vista como um conjunto de metas sociais, mas no Brasil ou nos países em desenvolvimento, isso ainda não acontece. A sustentabilidade é algo ainda distante, tratada como um complemento. Quando é aplicada no campo do planejamento urbano, gera conflitos entre atores que trabalham com agendas distintas, como as Agendas Verde e Marrom. As normas desacompanhadas de desenhos da escala local prejudicam o entendimento do sistema como um todo, como ocorre, por exemplo, em audiências públicas.

O zoneamento tradicional trabalha com distribuição homogênea dos espaços em forma de manchas, com especificação ou diretrizes de densidade, uso, coeficiente de ocupação do lote, recuos obrigatórios exigências de estacionamento, alturas máximas permitidas e, em algumas situações, frequência de aberturas e articulação de superfícies. Isso cria uma homogeneidade das quadras e parcelamentos gerando monotonia, não cria estímulos mútuos entre distribuição heterogênea de acessibilidade na rede de ruas e a distribuição de atividades e densidades nessa rede (NETTO e SABOYA, 2013).

Nesse caso, os códigos baseados na escala refinada do desenho detalhado definem o parcelamento de uma quadra com especificação de tipos de ruas e edificações (mistura de tipos), alinhamentos obrigatórios, número de pavimentos e percentual de áreas construídas, com demarcação de números de aberturas para rua principal, atributo importante para ge-

rar vida na cidade. O Desenho Urbano vai além de um simples desenho técnico: ele contribui para o entendimento da totalidade do sistema urbano.

2.7.1 A importância do Desenho Urbano para o entendimento das expectativas sociais e para aplicação dos princípios de sustentabilidade.

A hipótese desta tese é que o desenho da escala local contribui para promover a totalidade dos sistemas urbanos, aproximando-o de outras áreas, por meio de cenários e soluções mais sustentáveis, como o uso de infraestrutura verde, agricultura urbana, ecossaneamento, reciclagem de matéria orgânica, eficiência energética e gestão integrada da água na cidade. E como não podia deixar de ser, contribui para o bem estar emocional, gerando espaços vivos com boa orientação e identidade, sentido de lugar, aconchego e qualidade estética.

Um bom exemplo disso são os instrumentos que estão sendo utilizados pelo Novo Urbanismo americano, movimento encabeçado por Andrés Duany. A estrutura do transecto natural, por exemplo, é um desenho longitudinal usado em Ecologia para descrever os nichos ecológicos singulares encontrados ao longo de uma paisagem e que estão sendo aplicados no espaço urbano como transecto urbano-rural, para descrição de assentamentos humanos ou tipo de lugares. Isso se dá por meio de um espectro de intensidade de ocupação, que vai das áreas silvestres aos centros urbanos (FARR, 2013, p. 98).

Os biólogos e ecológos utilizam o transecto para estudar os muitos elementos simbióticos que contribuem para os habitats, onde certas plantas e animais se desenvolvem. Os arquitetos urbanistas estudam as zonas do Transcecto, as chamadas T-zonas, ilustradas de acordo com a relação e nível de intensidade de seus componentes naturais, construídos e sociais. Apesar de poder ser utilizado em todas as escalas de planejamento, a partir da escala da região passando pela comunidade, até o lote individual e a construção, o zoneamento (T-zona) é aplicado na escala da comunidade (municipal) (**Figura 2.8**).

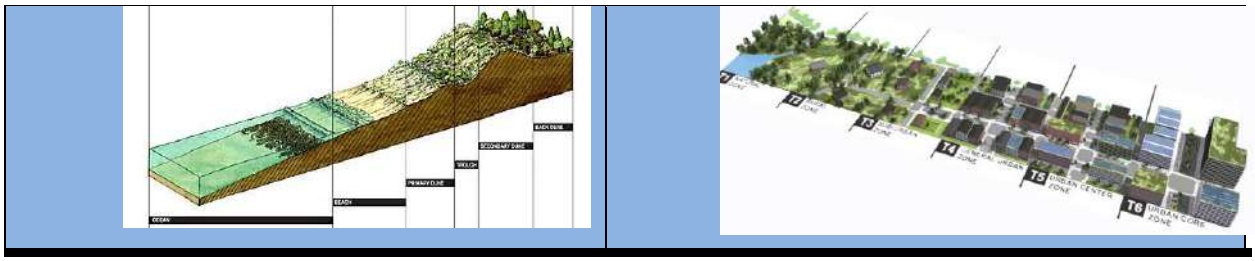


Figura 2.8 - Exemplo de transecto urbano-rural
Fonte: Disponível em http://www.transect.org/transect.html.
http://www.transportationtechnologyventures.com/simwiki/index.php?title=File:Screen_Shot_2013-11-07_at_5.43.30_PM.png . Acesso em 23/04/2014

Esta ferramenta está sendo usada para estabelecer novos códigos baseados na forma urbana, e pode ser integrada ao estudo de áreas ambientalmente e ecologicamente sensíveis. Hill (2009), similarmente, propõe uma ferramenta de ensino, que ela denomina de "heurística", para integração entre quadros analíticos baseados em marcos regulatórios desenvolvidos por cientistas, *designers* e planejadores, com o objetivo final de promover o desenho urbano sensível aos ecossistemas aquáticos urbanos.

"Heurística" é uma ferramenta de pensamento conceitual, que pode levar a uma solução integrativa ou insight, que não tem base somente em exemplos prévios. Várias disciplinas, incluindo a Física e a Engenharia, assim como os campos do Planejamento e do Desenho urbano, pensam que é útil desenvolver diagramas heurísticos, com o intuito de promover mudanças no modo como os praticantes lidam com o seu trabalho (Hill, 2009).

No caso dos ecossistemas aquáticos urbanos, trata-se de uma heurística direta e baseada na paisagem, utilizando categorias simples de funções hidrológicas para classificar, mapear e propor mudanças, que venham a diferenciar os usos da área urbana dentro de uma bacia de drenagem urbana.

Ela sustenta a hipótese de que os novos desenhos vão precisar de suporte de um quadro de integração para análise e aplicação, a fim de mudar significativamente o desempenho hidrológico geral urbano. Essa hipótese está alinhada com o desenho urbano sensível á água, proposto pelo governo australiano (WSUD, 2013), para promover cidades que saibam valorizar este recurso.

Hill (2009) considera o desenho físico uma subcategoria de estratégias urbanas, em que cada instância abrange objetivos específicos e propõe táticas sociais, materiais e espaciais. O rigor científico deve ser empregado para ajudar a identificar esses objetivos específicos, baseados em padrões históricos e contemporâneos, e processos de um ecossistema urbano, incluindo a comunidade humana. Por outro lado, os *designers* podem ajudar os cientistas nas investigações sobre os processos tendo uma mudança significativa, e projetar cenários futuros, e como essas mudanças estão interligadas com outros processos e padrões importantes.

Por meio do estudo de padrões espaciais, representado por vários elementos de desenho urbano, é possível identificar a heterogeneidade espacial dos ecossistemas, na forma de manchas ou mosaico da paisagem, impactos socioambientais, problemas sociais, tipo de classe social, conforto ambiental, identidade das comunidades, relação com os fluxos de água, áreas para compostagem de resíduos, ilhas de calor etc.

O exemplo da **Figura 2.9** ilustra um estudo sobre os e padrões espaciais existentes no "Mosaico Morfológico", em Brasília, identificados por Holanda, Kohlsdorf e Kohlsdorf (1996, p. 680-687).

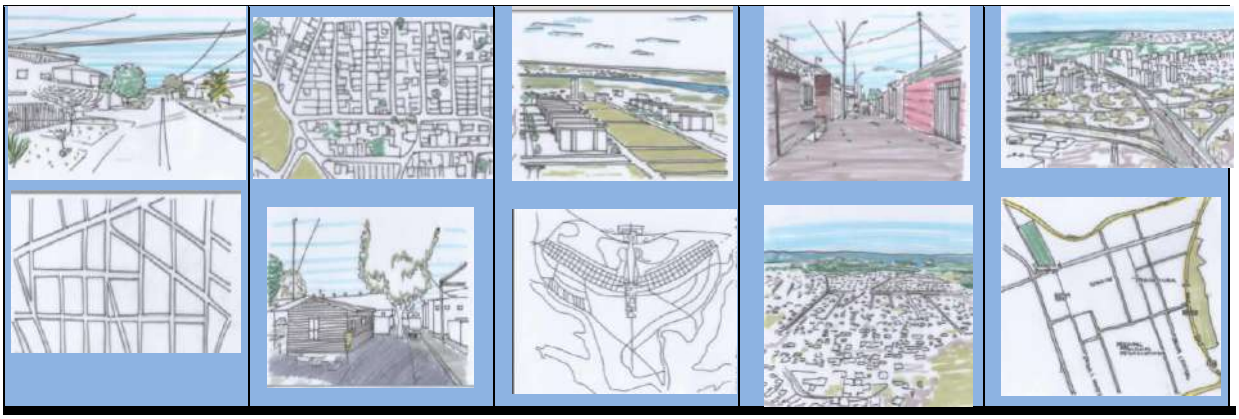


Figura 2.9 - Tipos Mórficos de Brasília, classificados por Holanda, Kohlsdorf e Kohlsdorf (1996): Vernáculo, Acampamento de obra, Modernismo genuíno, Favela, Modernismo Periférico .
Fonte: Debora Canuto, em exercício de ateliê de Projeto de urbanismo 1, ministrado pela autora.

Assim como foi dito por Carvalho (2007), o processo de desenho em si pode ser tratado como um experimento, que é primeiro testado e depois implementado. idealmente em um processo em etapas, onde se vai incorporando as lições iniciais em futuras etapas. De acordo com Hill (2009), essa parceria entre ciência e desenho tem sido, historicamente, a base para Engenharia, considerando as técnicas utilizadas, e pode ser um ponto vital para desenho e planejamentos urbanos.

Na visão de Kohlsdorf (2006), o Desenho Urbano, como proposta, é um processo sequencial e interativo de momentos de criação e de avaliação. O ensino, a pesquisa e as ações

de planejamento e projeto precisam oferecer respostas por meio de características espaciais pertinentes a expectativas socialmente definidas.

Os desenhos expressam, não apenas a criatividade dos *designers*, mas também os valores apresentados às diferentes comunidades, que usarão os sistemas desenhados. Na visão de Capra (2002, p. 73), o projeto é "parte integral de um processo mais amplo de dar forma aos objetos". O processo de projeto envolve a criação, que é puramente conceitual, com visualização de imagens, o arranjo de elementos em um padrão em resposta a necessidades específicas. O desenho representa as ideias do projetista.

Um bom *designer* tem a capacidade de sistematizar informações, de organizar os elementos conhecidos, transformando-os em novas configurações e criando novas relações, que são transmitidas aos usuários. À medida que o processo de criação amadurece e se aproxima da fase de implementação, aumenta a dependência de outras disciplinas (CAPRA, 2002, p. 73). Assim, pode contribuir na comunicação entre áreas do conhecimento e na transformação do problema em solução.

O Desenho Urbano é um conjunto amplo de abordagens conceituais e atividades, com várias características importantes para os ecologistas compreenderem e, consequentemente, poderem ficar mais envolvidos. Ele tem uma linha de ação diferente daquela da ciência, como, por exemplo, a intervenção no mundo e a conquista do benefício social por meio de soluções propostas.

Assim, o campo teórico do Desenho Urbano pode ser definido como um "campo disciplinar", que trata da dimensão físico-ambiental da cidade e suas relações com as atividades humanas, com os elementos fundiários, os elementos de circulação, os elementos de espaços livres públicos, elementos de vegetação, elementos de infraestrutura, elementos do sítio físico, das edificações, de engenharia urbana e do mobiliário. Essas relações geram expectativas nas populações (KOHLSDORF, 2006).

O espaço arquitetônico deve ser entendido como qualquer espaço físico socialmente apropriado por presença humana. De acordo com Holanda e Kohlsdorf (1996), a forma física dos lugares é aspecto essencial do espaço arquitetônico: assim como não há sociedade sem espaço arquitetônico, não há espaço arquitetônico sem configuração física. A análise, a avaliação e proposição de espaços arquitetônicos dão-se por meio de seus atributos morfológicos.

O grupo de pesquisa Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização (Holanda, F.; Kohlsdorf, G.; Kohlsdorf, M.E. e Villas Boas, M., Brasília: FAU-UnB / FINEP / CNPq, 1985 - 1994)[62] desenvolveu método para o processo de desenho urbano que consiste na avaliação do espaço arquitetônico em relação a cada expectativa social; tem-se, portanto, várias avaliações de um mesmo lugar, cada uma relacionada a determinada dimensão. Entendendo-se por dimensão "todo plano, grau ou direção no qual se possa efetuar uma investigação ou realizar uma ação" (ABBAGNANO, 1982, p. 260).

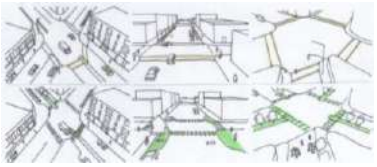
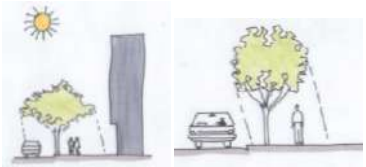
Holanda e Kohlsdorf (1996) propõem entender arquitetura como qualquer espaço socialmente utilizado e, portanto, situação relacional e dimensional. A qualidade de um mesmo espaço arquitetônico pode variar conforme cada expectativa/dimensão considerada; seu juízo global é uma ponderação entre avaliações parciais, pois as expectativas/dimensões recebem priorizações diferentes para cada indivíduo ou grupo social considerado. A classificação de expectativas sociais gera taxonomia dos lugares que são as dimensões com várias

[62] http://www.unb.br/fau/dimpu/index.html

descrições de um mesmo lugar, segundo diferentes atributos (categorias e elementos analíticos) (**Tabela 2.8**).

A meta do desenho urbano é atender às expectativas sociais quanto às características espaciais. Expectativas sociais variam individual e culturalmente, logo, são historicamente definidas, mas podem ser classificadas quanto a suas características genéricas, e assim também as Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU[63.] (KOHLSDORF, 2006).

Tabela 2.8 - Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU

Dimensões	Expectativas sociais	Ilustrações dos atributos Morfológicos[64]
Funcional	Resposta do espaço a expectativas de realização de certas atividades: quantidade de espaço disponível; qualidade dos espaços funcionais, configuração dos espaços disponíveis; relações locacionais entre as unidades funcionais.	Funcionais 
Bioclimática	Resposta do espaço a expectativas de conforto higrotérmico, acústico, luminoso e de qualidade do ar.	Bioclimáticos 
Copresencial ou Sociológica	Resposta do espaço a expectativas por facilidade de encontros não programados nas áreas livres públicas. Níveis analíticos: padrões espaciais; vida espacial; vida social.	Copresenciais ou sociológicos
Topoceptiva	Resposta do espaço a expectativas de orientar-se nos lugares e os identificar. Níveis analíticos: percepção; imagem mental; representação geométrica secundária.	Topoceptivas
Econômica	Resposta do espaço a expectativas por certos custos de sua construção e manutenção. Níveis Analíticos: Custos de formação (origem: planificação e construção); Custos de funcionamento / utilização (manutenção, substituição)	Econômico-financeiras
Expressiva e Simbólica	Resposta do espaço a expectativas de representações simbólicas e correlaciona a forma física dos lugares às expectativas por satisfação emocional: qualidades semânticas; fenômenos de configuração; Leis de composição plástica.	Expresssivo-simbólicas

Fonte das ilustrações: Desenhos de Debora Canuto desenvolvido na disciplina de Projeto de Urbanismo 1, FAU/UnB, do quarto semestre do noturno, para o Manual de Desenho Urbano, orientada pela professora Liza Andrade.

[63]Metodologia de projetação arquitetônica fundamentada na taxonomia por resposta dimensional a partir da pesquisa Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização (Holanda, F.; Kohlsdorf, G.; Kohlsdorf, M.E. e Villas Boas, M., Brasília: FAU-UnB / FINEP / CNPq, 1985 - 1994). Consiste na avaliação do espaço arquitetônico em relação a cada expectativa social; tem-se, portanto, várias avaliações de um mesmo lugar, cada uma relacionada à determinada dimensão.

64

Além do vínculo entre pessoas e espaços da cidade, registram-se relações mais abrangentes em seu cotidiano, porém envolvendo necessariamente as articulações que se estabelecem entre os indivíduos e os lugares onde estão. Isto porque, em todos os tempos e situações onde haja processo social, sempre existem relações entre pessoas, de pessoas com o meio ambiente e de pessoas com o mundo simbólico. Desenvolveram-se áreas de conhecimento para tratar de cada uma dessas "macrodimensões": as primeiras são objeto do campo da ética, as segundas, da ecologia e, as terceiras, do campo da estética.

Ocorre que nas macrodimensões, a sustentabilidade deve ser associada ao projeto de lugares que abrigam vidas às nossas necessidades básicas de sobrevivência: habitação (envolvendo arquitetura e materiais), água, energia, alimentos, tratamento de dejetos, e nossos resíduos e, também, as necessidades dos ecossistemas, pois dependemos deles para sobreviver. Assim, os estudos das dimensões morfológicas devem ser associados a estudos sobre sustentabilidade urbana. Isso pode ser comprovado em vários artigos[65] publicados pela autora desta tese.

Andrade (2005) desenvolveu estudo no Brasil sobre a visão sistêmica ou ecossistêmica para aplicação de princípios de sustentabilidade ambiental, que possam ser adotados no planejamento e desenho das cidades brasileiras, para integrar as Agendas Verde e Marrom. O estudo apresenta uma aproximação ecológica, para os profissionais que trabalham o meio ambiente construído, e uma aproximação urbanística, para os profissionais que atuam no meio natural. Nesse ponto, é um trabalho convergente para diferentes áreas do conhecimento e para o campo disciplinar de Arquitetura e Urbanismo.

Andrade (2005) fez ainda a adaptação para a realidade brasileira dos princípios para reabilitação ambiental de assentamentos urbanos, sistematizando-os em estratégias e técnicas. É uma contribuição para o processo de desenho de assentamentos em áreas ambientalmente sensíveis, a partir de dados obtidos por meio de estudos de impactos ambientais para que, de uma forma coerente, seja possível atender às exigências da legislação vigente brasileira. O estabelecimento de princípios de sustentabilidade para aplicação ao desenho e ao planejamento urbanos é imprescindível, mesmo que as necessidades de cada região sejam diferenciadas quanto aos aspectos físicos, culturais e socioeconômicos.

O método consiste em traduzir os princípios de sustentabilidade, baseados em vários autores[66], em estratégias e técnicas para o processo de desenho do espaço urbano. Tais princípios são: proteção ecológica (biodiversidade), adensamento urbano em área centrais, revitalização urbana de áreas degradadas, implantação de centros de bairro e desenvolvimento da economia local, implementação de transporte sustentável e moradias economicamente viáveis, comunidades com sentido de vizinhança, tratamento de esgoto alternativo, drenagem natural, gestão integrada da água, energias alternativas e, finalmente, as políticas baseadas nos 3R's (reduzir, reusar e reciclar).

Os assentamentos urbanos sustentáveis devem ser guiados pelos princípios de sustentabilidade. Os princípios trabalhados por Andrade (2005) formam uma estrutura sistêmica e integrada para auxiliar a entender o potencial para implantar assentamentos urbanos

---

[65] ANDRADE, Liza Maria Souza de; SILVA, Erika da Costa e, MEDEIROS, André Moreira, TIMO, Charlene Ricardo Franco. Sustentabilidade e urbanidade para projeto de habitação de interesse social multifamiliar: análise crítica e proposta para um novo modelo PAR/CAIXA em Samambaia – DF. In: Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ANDRADE, L. M. S.; RIBAS, O. T.. Desenhando com água na Expansão do Paranoá – DF. In: Anais do 5º PLURIS. Brasília (2012).

[66] Capra (2002), Mollisson (1998), Rueda (2000), Rogers (2001), Register (2002) e Dancey e Peck (2002).

sustentáveis com soluções simples, capazes de resolver vários problemas de uma só vez, ou várias soluções combináveis entre si.

Eles são úteis na fase de diagnóstico da região para identificação de impactos e conflitos socioambientais e proposição de diretrizes. No entanto, na fase de proposição, não foram propostos padrões ou parâmetros de desenho que auxiliem na configuração urbana. A pesquisa de Moehlecke avançou e selecionou padrões relacionados aos princípios.

Na visão de Moehlecke (2010) o princípio é uma característica orientadora de intervenções no ambiente físico dos assentamentos humanos, de interesse comum a diferentes sociedades, e pode ser aplicado em diferentes contextos. Ele norteia o desenvolvimento de características desejáveis.

Os princípios estabelecidos por Moehlecke (2010) são resultado da tradução de "ideias-chave", baseadas em vários autores. A tradução adotou como matriz as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) e as três escalas urbanas (lugar, bairro e assentamento).

Cada escala urbana, segundo Moehleke, precisa ser representada por três princípios, sendo cada um deles representativo de uma dimensão. Compondo assim um total de nove princípios: interação social, diversidade urbana, uso misto do solo, biodiversidade, habitabilidade, compacidade, eficiência energética, mobilidade sustentável e economia local. Essa identificação não é definitiva, mas introdutória, outros princípios podem ser agregados. Ela selecionou 108 padrões de Alexander et al. (1977, p. xxii a p. xxxv), associados aos princípios estudados, que serão apresentados no capítulo 4.

Sattler (2007, p. 22 e 26) propõe a construção de lugares mais sustentáveis, pautados nos seguintes temas: questões econômicas e educação, implantação urbana, energia, edificações, materiais, produção de alimentos, água e resíduos. O projeto de lugares mais sustentáveis deve transmitir às pessoas como elas devem viver, como ser mais eficiente em termos de energia e recursos hídricos, como empregar materiais de baixo consumo energético, energia incorporada ou de emissão zero de carbono, como utilizar madeira de manejo sustentável, como evitar o descarte de materiais tóxicos e fazer a compostagem de materiais orgânicos, como evitar a destruição da paisagem circundante e a diversidade biológica, como produzir alimentos no próprio local, em harmonia com espaços de convivência.

Desenhar a cidade, na visão de Lynch (1999, p. 275), "é a arte de criar possibilidades para a utilização, gestão e forma dos aglomerados populacionais ou das suas partes mais significativas". O desenho manipula os padrões no tempo e no espaço e é justificado pela experiência humana diária desses padrões de acontecimento.

Acredita-se que o estudo sobre a forma urbana e seus padrões de organização espacial, associados à ecologia da cidade e da paisagem podem contribuir para promover o "metalogo", tendo em vista os momentos de tomadas de decisão para aplicação das normas. Os estudos sobre Ecologia da Cidade e da Paisagem se tornam importantes para fazer conexão com o Desenho Urbano.

2.7.2 As questões-chaves para conexão entre Ecologia, Desenho Urbano e o contexto social

A ciência ecológica representa um diálogo entre os constructos conceituais sobre como o mundo funciona e as observações do próprio mundo material. Porém, segundo Pickett, Cadenasso, McGrath (2013, p. 12), a ciência ecológica tem mudado com o tempo, e poucos campos do conhecimento têm tido acesso ao último estágio evolutivo da ciência ecológica. Embora ela tenha conteúdo conceitual e empírico, eles a utilizam ricamente como metáfora, como em alguns casos de estudos sobre o urbanismo ecológico.

A metáfora é a porta de entrada, utilizada na comunicação com o público e entre as diferentes especialidades na ciência. Pode, inicialmente, assegurar um ponto em comum e importante para gerar novos modelos na Ecologia. Porém, a ciência vai além da metáfora para especificar questões e ideias nas ferramentas conceituais que ela desenvolve. Uma vez que a ciência passa além da metáfora, outros fenômenos aparecem (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. xxii).

Conceitos técnicos e modelos que os conectam com lugares e condições específicas são também importantes para aplicar a ciência ecológica. As teorias científicas afinadas, que são explanações gerais e vários tipos de modelos articulados às questões específicas, como redes de ideias e conexões casuais, geram hipóteses e organizam observações.

A abordagem da Ecologia sobre os sistemas urbanos está mudando: daquela focada no sistema análogo ao natural, tais como parques florestados, lotes vagos, a Ecologia "na" cidade, para aquela que considera o sistema urbano inteiro, para o qual requer engajamento com as teorias e práticas de outras ciências e do Desenho Urbano, Ecologia "da" cidade.

A Ecologia da cidade é substancial para promover o entendimento de um modo emergente de sistemas urbanos - a "metacidade" -, com espírito de promover a integração com *designers* urbanos pela melhoria da compreensão da ciência ecológica e suas contribuições para o entendimento nos sistemas urbanos e, também, para intervir neles (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. 23).

"Metacidade" aqui é entendida como "o que está além do espaço da cidade", buscando compreender a essência do contexto urbano, os lugares específicos que são conectados aos seus contextos maiores sociais e ecológicos, e reconhece o dinamismo existente nos edifícios, nas comunidades e na paisagem, em oposição à arquitetura tradicional dos monumentos permanentes, isolados e estáticos. Assim, os autores sugerem um futuro compartilhado para pesquisadores e focando os *designers* para pensar as cidades do futuro, adaptativas, com malhas desiguais e dinâmicas.

A abordagem do Desenho Urbano possui conceitos e atividades com vários atributos importantes, que deveriam ser compreendidos pelos ecólogos, principalmente na escala local dos assentamentos urbanos e seus espaços públicos. O foco é diferente da ciência ecológica, com direcionamento para intervenções no espaço e conquistas de benefícios sociais. A criatividade é importante no *design* para buscar soluções aos problemas identificados e às expectativas sociais nas análises morfológicas das condições existentes e de história locais para geração de modelos e cenários futuros (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Por outro lado, os *designers* urbanos podem se beneficiar dos estudos científicos da Ecologia da Cidade e construir conexões importantes, como estudos sobre heterogeneidade espacial, mosaicos urbanos, manchas urbanas e silvestres, fluxo de água na área urbana sobre os processos biofísicos, resiliência, adaptação e mudança.

No livro "Resiliência em ecologia e desenho urbano", Pickett, Cadenasso, McGrath (2013, p. 99), que aborda um tema ainda carente de maiores referências bibliográficas no âmbito nacional, propõem alguns temas que consideram dimensões-chave para conectar

ecologia e desenho urbano: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana.

A heterogeneidade espacial é uma evolução da ciência ecológica, que relaciona a estrutura do sistema de interesse com os processos que nele ocorrem. Ela é exemplificada como uma nova classificação de cobertura do solo, um modelo de estrutura que leva à heterogeneidade urbana para ser um híbrido resultante de processos sociais e biofísicos, um modelo de classificação.

Representa o mosaico[67] natural das aglomerações urbanas, nas quais predominam manchas urbanas, rurais ou silvestres, misturadas espacialmente nas vias complexas. As mudanças que ocorrem ao longo do tempo são acomodadas no conceito de manchas[68] dinâmicas, que inclui a complexidade de padrões espaciais e as mudanças de mosaico de manchas ao longo do tempo.

A questão social deve ser representada por atores e organizações, porém pode ser interpretada na Arquitetura e Urbanismo na relação que as pessoas estabelecem com o espaço por meio da apropriação ou da transformação deste, com o objetivo de satisfazer as expectativas sociais, em função de valores ecológicos, estéticos e éticos historicamente determinados. A forma urbana pode ser relacionada às estruturas sociais.

Nesse sentido, os estudos científicos em Desenho Urbano sobre padrões espaciais, uso e ocupação do solo, que ocorreram ao longo da evolução urbana são importantes para identificar essa conexão entre os padrões de organização social e dos ecossistemas e, consequentemente, sua relação com os processos naturais, como os fluxos de água na área urbana.

Os fluxos de água têm um importante papel nos sistemas urbanos. No passado foram negligenciados e canalizados, o que tem causado grandes impactos ambientais em quase todas as cidades do mundo. Assim, a releitura desses fluxos pode contribuir para a conexão da ciência do Desenho Urbano e a ciência ecológica, como o desenho urbano sensível à água.

A resiliência é um mecanismo para alcançar a sustentabilidade e para avaliar o movimento e a efetividade de alterações que podem ajudar as cidades a se adaptarem às condições de mudança. A sustentabilidade é socialmente construída como um conjunto de metas que incorporam valores, compromissos e o poder das relações. As cidades podem ser movidas em direção à sustentabilidade, e a adoção de mecanismos de resiliência pode ser promovida e monitorada.

Portanto, pretende-se fazer essas conexões, indo além da metáfora do urbanismo ecológico ou "sustentável", da seguinte forma (**Tabela 2.9**):

Tabela 2.9 - Conexões entre Desenho Urbano, Ecologia e contexto social

Heterogeneidade espacial	Estudo sobre Ecologia da Cidade e sobre padrões espaciais e modelos de cidades verdes e cidades compactas (Jacobs, Hillier e Hanson, Holanda, Medeiros, Gehl, Kostof, Alexander, Guerreiro, Salingaros, Olmsted, Howard, Ian McHarg, Mollison e Holmgren)
Contexto social	Estudo sobre a ausência de integração entre planejamento regional e desenho urbano que resulta na dicotomia entre modelos de cidade. Contexto social e desenho urbano - estudo sobre padrões de organização e padrões de acontecimento (Alexander, Barros, Moelecke), padrão espacial, vida espacial e vida social (Hillier e Han-

[67] O mosaico da paisagem é formado pela paisagem que apresenta sua estrutura contendo manchas, corredores e matriz.

[68] A matriz é geralmente a área que recobre a maior parte da paisagem ou tem um maior grau de conexão e menor grau de fragmentação. As manchas são áreas homogêneas, com extensões espaciais reduzidas e não lineares.

	son, Holanda e Tenório) e expectativas sociais quanto ao bom desempenho da forma urbana (Holanda e Kohlsdof) para o processo de projeto Análise de estudo de caso de uma região com alta sensibilidade ambiental e com organizações sociais envolvidas.
Fluxos de água	Estudo sobre infraestrutura ecológica e desenho urbano sensível à água, que envolve a heterogeneidade espacial e a relação do desenho com o ciclo da água no meio urbano (UNESCO. TUCCI, WSUD, EPA)
Resiliência e Sustentabilidade	Estudo sobre princípios de sustentabilidade aplicados ao desenho urbano como processo e não como produto acabado, relacionados aos padrões espaciais (Andrade, Sattler, Moehlecke). Entender a dicotomia entre sustentabilidade ambiental e espacial.

Um plano de sustentabilidade deveria ser pensado e sustentado por mecanismos de resiliência nos três âmbitos: ambiental, social e econômico. Deveria manter os processos ecológicos adaptativos e de fluxo de nutrientes, fluxo de energia e dinâmica de materiais, emergir de processos sociais inclusivos, justos para qualquer grupo social, e, por fim, proporcionar suporte econômico para satisfazer o modo de vida e o bem estar (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. 19).

O conceito de resiliência enfatiza a capacidade de um sistema se adaptar as mudanças, seja de repende ou de forma gradual, no ambiente biogeofísico, em contextos e processos sociais, e recursos e controles econômicos. Deveria ser o pano de fundo para as preocupações de todas as disciplinas.

Na visão de Rob Hopkins, fundador do movimento *Transition Towns*, o conceito de resiliência se torna mais útil à aplicação do que conceito de sustentabilidade, uma vez que a definição de sustentabilidade em si, não dá nenhuma indicação de como alcançá-lo e quais recursos devem são necessários à sociedade que se define como sustentável. Assim, o conceito de resiliência, se torna eficaz para construir um conjunto de indicadores da sustentabilidade na prática.

A definição de resiliência, trazida do campo da ecologia para o “Manual de Transição”, desenvolvido por Rob Hopkin, é "a capacidade de um ecossistema de resistir a choques externos e reorganizar as mudanças a tempo, a fim de reter essencialmente a mesma função, estrutura, identidade e mecanismos de retroalimentação".

A permacultura, com seu desenho integrado, é vista pelos ambientalistas como a “arte da resiliência”. Desenvolvida por Bill Mollison e David Holmgren na década de 1970, ela abrange diversos conhecimentos como arquitetura, ecologia, botânica, economia, engenharia, antropologia, paisagismo entre outros.

Abrange um conjunto de conhecimentos que reúne praticas vernaculares, técnicas e métodos que busca promover o desenvolvimento humano dentro de um padrão holístico, que possui uma visão integral, se transformando em uma filosofia de vida. Assim, ela fornece um entendimento multidisciplinar, mas também transdisciplinar porque procura a “unidade do conhecimento” no sistema integrado e holístico. Porém, ainda não é considerada pela ciência tradicional cartesiana como um campo do conhecimento.

O Centro de Resiliência de Estocolmo[69], um dos lugares onde a resiliência é estudada no âmbito acadêmico, define-a como a capacidade de lidar com a mudança e continuar a se desenvolver. O conceito de resiliência pode ser empregado e compreendido para melhorar

[69] É centro internacional de pesquisa transdisciplinar, que trabalha a governança de sistemas socioecológicos com ênfase especial na resiliência. Disponível em http://www.stockholmresilience.org/. Acesso em maio de 2014

os assentamentos urbanos da humanidade. É a ferramenta pela qual os sistemas urbanos podem tentar alcançar a sustentabilidade. “Resiliência refere-se habilidade de um sistema experienciar internamente e externamente perturbações e choques gerados, mas ainda se ajustar às mudanças que resultam” (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. 8).

Pickett, Cadenasso, McGrath (2013, p. 8) acreditam que os assentamentos urbanos determinarão o futuro da humanidade. Questiona-se como serão as cidades do futuro, se elas encontrarão as necessidades básicas de todos os seus futuros residentes, se elas poderão amenizar o impacto do consumo humano de recursos, de apoio à vida tecnológica e suas consequências. Além disso, indaga-se como o metabolismo ecológico, que é a origem, fonte de recursos e suporte à vida humana, continuará funcionando e adaptado ao mundo crescentemente urbano.

A configuração urbana, segundo seus padrões de organização, é determinante para minimizar ou aumentar os impactos sociais, econômicos, ambientais e culturais. Isso, considerando que qualquer intenção dos *designers* deve ser acompanhada de políticas públicas de planejamento, representadas por leis (normas), que irão assegurar a programação espacial, como um processo dialético.

Para pensar a cidade do futuro será necessário promover a integração entre *designers*, cientistas sociais e cientistas ambientais para discutir amplamente sobre mudanças climáticas, pico do petróleo, alta do preço dos alimentos, escassez de água potável, redução da biodiversidade, ilhas de calor, poluição, emissão de gases, inundações, tempestades, efeitos de tráfego. Será necessário promover a integração da teoria ecológica dentro das realidades práticas, sociais, estéticas do desenvolvimento urbano contemporâneo (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013, p. 19).

A sobrevivência dos seres humanos como espécie depende de como vamos adaptar nossas cidades ou nossos assentamentos a antigos ou novos padrões de organização, harmonizando contextos que “reconhecem as conexões entre o ar, a terra, a água, a vida, e uns aos outros, e que nos ajudam a sentir e compreender estas conexões, as paisagens que são funcionais, sustentáveis, significativas e artísticas” (SPIRN, 1998, p. 26) (**Figura 2.10).**

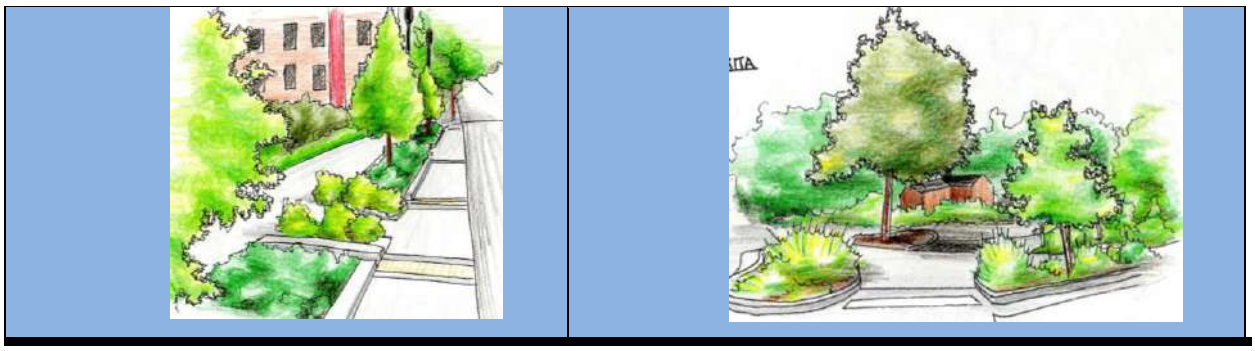


Figura 2.10 - Desenho urbano sensível à água (jardins de chuva)
Fonte: Desenho Gustavo dos Santos Souza.

Não há como dissociar as necessidades básicas do ser humano, dependentes contínuas da natureza, em termos de ar, água e, indiretamente, alimento, a assimilação dos resíduos, recreação e muitos outros serviços ambientais, fornecidos pela natureza. Por outro lado, os sistemas econômicos valorizam as coisas feitas pelos seres humanos que beneficiam, em primeiro lugar, o indivíduo, mas atribuem pouco valor monetário aos bens e serviços da natureza que nos beneficiam como sociedade (ODUM E BARRETT, 2007, p. xiv).

Em pesquisas realizadas no âmbito da sustentabilidade urbana com suas representações nas políticas públicas, na questão da qualidade de vida, na representação técnico-material da cidade, muitas vezes geram dúvidas quanto ao desempenho na ocupação do solo urbano, entre o que seria o ideal para a sustentabilidade ambiental ou ecológica e a sustentabilidade espacial.

O conceito de sustentabilidade espacial reconhece que alguns tipos de arranjo da malha viária das cidades proporcionam melhores desempenhos no sistema de transporte urbano, reduzindo gastos energéticos e emissões de resíduos, e ainda possibilita o desenvolvimento de dinâmicas socioeconômicas essenciais para o desenvolvimento sustentável de uma cidade. Estudos realizados por Hillier (2009) apontam para a existência de alguma relação entre a estrutura da rede dual das cidades (em primeiro plano a rede viária e o segundo plano de espaços predominantemente residenciais) e a sustentabilidade ambiental, considerando em termos da minimização da energia necessária para movimentos úteis dentro do sistema.

Por outro lado, dentro da visão do urbanismo ecológico, a sustentabilidade ambiental preocupa-se em introduzir e manter os elementos naturais na cidade, principalmente quanto ao equilíbrio do trinômio água/solo/ vegetação, com a ocupação urbana para a manutenção da qualidade de vida, para a produção de alimentos bem como melhorar a eficiência da rede de infraestruturas de transporte e de saneamento ambiental, próprias da Agenda Marrom, como fornecimento de sistema de esgotamento sanitário e o tratamento de seus resíduos de modo a não impactar os corpos hídricos onde serão lançados.

A configuração da estrutura urbana possui propriedades intrínsecas que a análise da estrutura espacial primária, a rede de vias, pode ser mais sustentável para a proposição de espaços multifuncionais (Hillier, 2009). A forma de articulação da malha viária, por si só, é capaz de engendrar padrões de movimento diferenciados, tendo em vista que a maneira de conexão entre vias interfere no modo de deslocamento dos indivíduos no espaço. (Hillier, 1996; Medeiros, 2006).

Na visão de Hillier (2009), por meio da Sintaxe Espacial[70,] é possível identificar as variações na hierarquia da estrutura urbana, permitindo análises globais e locais que esclarecem a interação entre aspectos da estrutura e fatores sociais, econômicos e ambientais. Estudos realizados apontam para a conclusão de que a estrutura das cidades resulta de forças sociais, econômicas e ambientais, e que cidades com bom desempenho sintático acabam de alguma maneira a responder de maneira adequada a essas forças. Portanto as propriedades da malha podem influenciar na sustentabilidade de uma cidade.

Nesse sentido, espera-se demonstrar, com o estudo de padrões espaciais de organização da sociedade e dos ecossistemas no âmbito do Desenho Urbano e da Ecologia, a dualidade existente e, ao mesmo tempo, a importância das duas dimensões da sustentabilidade, a ambiental/ecológica e a espacial/territorial, mas sem perder a noção das outras dimensões: social, econômica, cultural, institucional e política. Para isso, será feito uso dos três pilares da transdisciplinaridade, do pensamento sistêmico complexo, dos níveis de realidade e da lógica do terceiro termo incluído. Nesta pesquisa o Desenho Urbano sensível á água será o elemento de conexão.

---

[70] Bill Hillier e Julienne Hanson foram idealizadores da Teoria da Lógica Social do Espaço, na década de 1970, em Londres. No Brasil teve continuidade de estudos por meio do grupo de pesquisa das faculdades de arquitetura e urbanismo nas universidades brasileiras como na UFF, UFRGN, UFRJ, UFRGS, UFSC. Entre eles se destaca o grupo DIMPU da UnB.

2.8 Síntese analítica do capítulo

Diante de um quadro alarmante de degradação ambiental, crise econômica e desigualdade social fica evidente a necessidade de se fazer conexões entre as ciências da natureza e as ciências sociais e humanas para manter a capacidade de "auto-eco-organização" do planeta, lembrando Edgar Morin, nas quais se encaixam as áreas do conhecimento ecologia e desenho urbano, foco dessa pesquisa. Para construir as cidades do futuro é necessário promover uma visão "transdisciplinar" com integração entre *designers*, cientistas sociais e cientistas ambientais.

No campo da investigação científica no Brasil, as disciplinas responsáveis pela configuração urbana e seus "padrões espaciais", no campo das Ciências Humanas ou das Ciências Sociais Aplicadas, apesar de causar impacto direto no ambiente físico e natural, tais disciplinas ainda têm pouca interface com as Ciências Ecológicas, uma das questões-problema levantadas nesta tese. Não há uma devida conexão entre as Ciências Ecológicas e as Ciências Sociais no planejamento das cidades, o que acentua o conflito de visões entre as agendas verde e marrom e a ausência de articulação dos planos do território, comprometendo a sustentabilidade das cidades.

No âmbito das reuniões de Cúpula, nas conferencias da ONU para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), essas abordagens evidenciam as diferenças de prioridades entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento para as políticas ambientais urbanas. Mesmo conscientes das diferenças e da gravidade dos problemas, essas conferências acabam não chegando a resultados práticos, porque as políticas públicas para o meio ambiente ainda se baseiam em políticas econômicas capitalistas, e são fragmentadas, ancoradas em uma política ecológica neoliberal. E, muito do que se produz em termos de conhecimento científico nas universidades ainda está a favor do pensamento dominante cartesiano.

A sustentabilidade pode ser ainda classificada em várias dimensões, conforme visto em Ignacy Sachs. Representando as Ciências Ecológicas, a sustentabilidade ambiental e ecológica, dimensões que serão tratadas nessa pesquisa, evocam o respeito à capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais e a preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis e à limitação do uso dos recursos não renováveis.

Por outro lado, representando as Ciências Sociais e Humanas, a sustentabilidade social, preconiza a justiça social com patamares razoáveis de homogeneidade social, com qualidade de vida decente e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais. A sustentabilidade espacial ou territorial refere-se a configurações urbanas e rurais balanceadas, com melhoria do ambiente urbano e redução de concentração excessiva nas áreas metropolitanas.

Alguns autores já reconhecem que o arranjo da malha viária das cidades, atrelado à sustentabilidade espacial, proporciona melhores desempenhos no sistema de transporte urbano, reduzindo gastos energéticos e emissões de resíduos, e ainda possibilita o desenvolvimento de dinâmicas socioeconômicas essenciais para o desenvolvimento sustentável de uma cidade.

A junção dessas dimensões da sustentabilidade pode-se tornar um desafio, uma vez que dependem de conhecimentos especializados e reforçam as dualidades existentes. Levando em consideração a diversidade e dualidade existentes entre as ciências, esse capítulo inicial teve a intenção de buscar o entendimento do pensamento sistêmico complexo e transdisciplinar que permite a unidade dialógica das áreas do conhecimento.

Por meio desse conhecimento, foi possível ter o entendimento sobre os fundamentos e pilares da transdiciplinaridade apontados por Edgar Morin e Basarab Nicolescu (níveis

de Realidade, pensamento complexo e a lógica do terceiro termo incluído) e sobre padrões de organização identificados por Fritjof Capra, Nikos Salingaros, Christopher Alexander, como base para entender os sistemas vivos e, portanto, passíveis de conectar as áreas do conhecimento, como se pretende nesta tese.

Para ascender na compreensão da visão transdisciplinar, foi necessário fazer uma investigação da ciência ao longo da história, para se ter uma noção da mudança de paradigma, antes e posterior a Revolução Científica do século XVII, e a origem do campos disciplinares abordados nessa pesquisa.

As raízes da ciência ocidental tiveram origem numa cultura multidimensional, no período inicial da filosofia grega, na qual a ciência, a filosofia e a religião não se encontravam separadas. Naquela época, a Terra era vista como organismo vivo, espiritual, e as leis humanas eram interligadas por leis cósmicas. Porém, posteriormente, essa visão monoística, que integrava espírito e matéria, foi dividida, e o conhecimento científico da Antiguidade, representado por Aristóteles, tal qual como conhecemos hoje, foi disseminado com a Lógica Clássica.

A separação efetiva do reino da mente e do reino da matéria, das ciências do homem e das ciências da natureza, ocorreu com a ascensão da ciência moderna de Galileu, Bacon e Descartes, nos séculos VI e VII. O pensamento de Descartes permitiu aos cientistas tratar a matéria como algo morto, destacando a propriedade de cada parte para ser analisada individualmente para se compreender o funcionamento do todo.

Essa visão racional é reforçada pela mecânica de Newton no século seguinte, com a Física Clássica, que adota a ideia de continuidade, causalidade local e determinismo, como se todo o fenômeno físico compreendesse um encadeamento contínuo de causas e efeitos. Essa visão predomina até os dias de hoje no mundo acadêmico.

A primeira oposição ao pensamento cartesiano mecanicista partiu do movimento dos poetas e filósofos românticos alemães no final século XVIII, com forte embasamento na forma orgânica. Porém, no Renascimento, Leonardo da Vinci já compreendia o fenômeno relacionando-o a outros fenômenos por meio da similaridade de padrões, do estudo das formas vivas, o que Capra denomina de padrões orgânicos. Goethe pensava a morfologia como um padrão de relações dentro de um todo organizado, e Kant foi o primeiro a utilizar o termo “auto-organização” para definir a natureza dos organismos vivos.

No século XIX, o idealizador do urbanismo, Ildenfonso Cerdá, também, considerava a cidade como organismo vivo e utiliza métodos e certos conceitos operatórios da biologia em a “Teoria Geral da Urbanização”, mas se referia à cidade como um objeto inanimado. Nessa mesma época, em 1869, o biólogo alemão Ernest Haeckel propôs o termo "ecologia" como o estudo do ambiente natural, das relações dos organismos entre si e com seus arredores.

Porém, com as consequências da Revolução Industrial, a Lógica Clássica da não contradição, como instrumento analítico, era insuficiente para tratar fenômenos que se mostravam contraditórios e interligados no século XIX. Marx e Engels postularam sobre o isomorfismo e o materialismo dialético, no entanto, na visão de Basarab Nicolescu, os fundamentos de Marx ainda se baseavam nos conceitos da Física Clássica: continuidade, causalidade local, determinismo e objetividade. Esses conceitos da Física Clássica, também, influenciaram o positivismo do filósofo social Auguste Comte, deixando o legado da “causalidade social”.

A Sociologia, então, nasce como conhecimento a partir da visão das leis gerais do comportamento humano, com ênfase na quantificação. Posteriormente, para explicar os fenômenos sociais Émile Durkeim e Max Weber consideravam a relação de causa e efeito,

combinando as análises causais e funcionais que vieram influenciar o estruturalismo e o funcionalismo no século XX. Os estruturalistas enxergavam as estruturas sociais, que estão subjacentes, apesar de tratá-las como materiais: compreendiam-nas como conjuntos integrados. Já os funcionalistas postulavam a existência de uma racionalidade social subjacente, que faz com o que os indivíduos ajam de acordo com as "funções sociais" de suas ações, de maneira que suas ações atendam às necessidades da sociedade.

As teorias do funcionalismo e do estruturalismo influenciaram as interpretações sociológicas da cidade da Escola de Chicago nos EUA de 1920, que também recebeu contribuições da Ecologia com princípios para explicar as organizações sociais, sendo denominada posteriormente de Ecologia Humana, uma síntese abrangente de diversos campos das ciências naturais. Paradoxalmente, sob a influência da Ecologia, nasce então a Sociologia Urbana, um ramo de estudos especializados, centrados exclusivamente nos fenômenos urbanos.

Outra contribuição importante do estruturalismo foi o reconhecimento da relação entre a realidade social, a consciência e a linguagem. No decorrer do século XX, essa analogia do estruturalismo à linguagem teve reflexos no campo da Arquitetura e Urbanismo. Christopher Alexander, arquiteto e matemático, influenciado por Piaget, propõe a noção de totalidade (*wholeness*) do espaço urbano, que define que os elementos de uma estrutura são subordinados a leis, e é nos termos dessas leis que a estrutura de um todo, ou sistema, é definida.

Posteriormente, Bill Hillier, Julienne Hanson e equipe, influenciados pelo pensamento estruturalista de Lévi-Strauss, entre outros fundamentos, propõem a lógica social do espaço, que faz uma analogia dos componentes físicos do espaço urbano às palavras, por meio da análise sintática da malha viária, a "sintaxe espacial", para interpretar o fluxo do movimento das pessoas. A leitura dos sistemas complexos urbanos se dá por meio de sua configuração, baseada na linguagem de sua estrutura.

Fritjof Capra lembra que o uso do termo "estrutura" aproximava-se bastante da forma e, inicialmente, adotava o termo "padrão de organização". Paralelamente, pelo viés biológico, nasce o pensamento sistêmico baseado na concepção organísmica, que trata o organismo como totalidade ou sistema. Valério Medeiros faz uma pequena distinção entre o estruturalismo e o pensamento sistêmico: o primeiro trata das regras de combinação de elementos da estrutura que os compõe, que formam configurações e, o segundo, analisa as interações e relações de suas partes para entendimento do todo.

Paralelamente, nasce o pensamento sistêmico na Biologia, baseado na concepção organísmica, que trata o organismo como totalidade ou sistema. Após a introdução da teoria geral dos sistemas, os especialistas em cibernética fizeram dos ciclos de realimentação e de outros padrões dinâmicos um assunto básico de investigação científica, com rebatimento nos ecologistas, que começam a tratar da relação da estrutura do sistema de interesse com os processos que ocorrem naquele sistema.

A teoria quântica veio revelar a unidade do universo e mostrou que não há partes em absoluto, há apenas um "padrão" numa teia inseparável de relações. Com a mecânica quântica, surgiu um novo tipo de causalidade, uma causalidade global que diz respeito ao sistema de todas as entidades físicas, em seu conjunto. Ao longo do século XX, a ciência da complexidade foi introduzida como um conjunto de teorias e subteorias interrelacionadas, entre as quais se destacam a teoria do caos, as várias teorias vinculadas à auto-organização e outras, como a dos fractais.

A ciência complexa estaria promovendo uma aproximação com a natureza real, fenomênica segundo uma ordem universal implícita, baseada nas leis da natureza. A complexidade de Edgar Morin é um tecido de constituintes heterogêneas, inseparavelmente associadas e, um dos pilares da transdisciplinaridade de Basarab Nicolescu. A transdisciplinaridade é a tentativa de construção de uma conceituação multidimensional, considerando vários níveis de Realidade, como era na origem da formação da ciência ocidental na Grécia antiga.

No contexto da transdisciplinaridade, com raízes nas ciências biológicas, físicas e sociais, a Ecologia tem a difícil tarefa de tentar unir as ciências naturais e sociais. Ela trata de estudos de padrões e processos influenciando a distribuição e abundância de organismos, as interações entre organismos, e as interações entre organismos e a transformação e fluxo de energia, matéria e informação.

O "padrão de organização" é uma configuração de relações características de um sistema em particular. O estudo da forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões, padrões de organização da rede autogeradora, da força geradora. Porém, ainda é necessário considerar o caráter mental dos fenômenos sociais, a "dimensão hermenêutica" ou interpretativa. A linguagem humana, por ser de natureza simbólica, envolve, antes de tudo, a comunicação de um significado, corporificado em matéria como textos escritos, artefatos, que é transmitido culturalmente de geração em geração.

Assim, o campo da Arquitetura e Urbanismo, reconhecido por dar forma à matéria em artefatos, gerando significados, abrangendo o nível dos ambientes construído e natural, o das relações sociais e o da subjetividade humana, pode contribuir para o estudo da forma, dos padrões de organização.

Um padrão pode ser entendido como uma solução recorrente para resolver um problema de Arquitetura e Urbanismo, técnico ou até mesmo social, vinculado às atividades humanas, à cultura e à tradição. Os seres humanos identificam um padrão e os comunicam. Essa capacidade de se comunicar, gerada pelos padrões, possibilita um conhecimento reutilizável em desenho.

Christopher Alexander e equipe reconheceram que havia uma versão informal dos padrões nas práticas e nos conceitos tradicionais que foram redescobertos e reinventados ao longo da história e em diversas localizações geográficas, enraizados nas tradições orais e escritos, herdados das diferentes culturas. A grande estrutura da cidade, então, é formada por padrões de relações entre esses elementos.

Cada padrão é uma lei morfológica que estabelece um conjunto de relações que imprimem diversas sensações. Com essa visão, alguns biólogos moleculares estão agora se baseando no conceito de "Uma linguagem de padrões" para entender como o padrão é codificado em sequências moleculares, e se transformam ao longo do tempo.

Na visão da cidade como sistema complexo, na segunda metade do século XX, a ciência do Desenho Urbano nasceu como uma tentativa de nova atitude de abordagem do espaço da cidade, a partir da interface com várias disciplinas, para apreender o que sejam os fenômenos do espaço e da cidade como Sociologia, Psicologia, Ecologia, Engenharias, entre outras. Nesse sentido, também possibilita a interface entre as Ciências Sociais e as Ciências Ecológicas, o que lhe conferindo um caráter transdisciplinar.

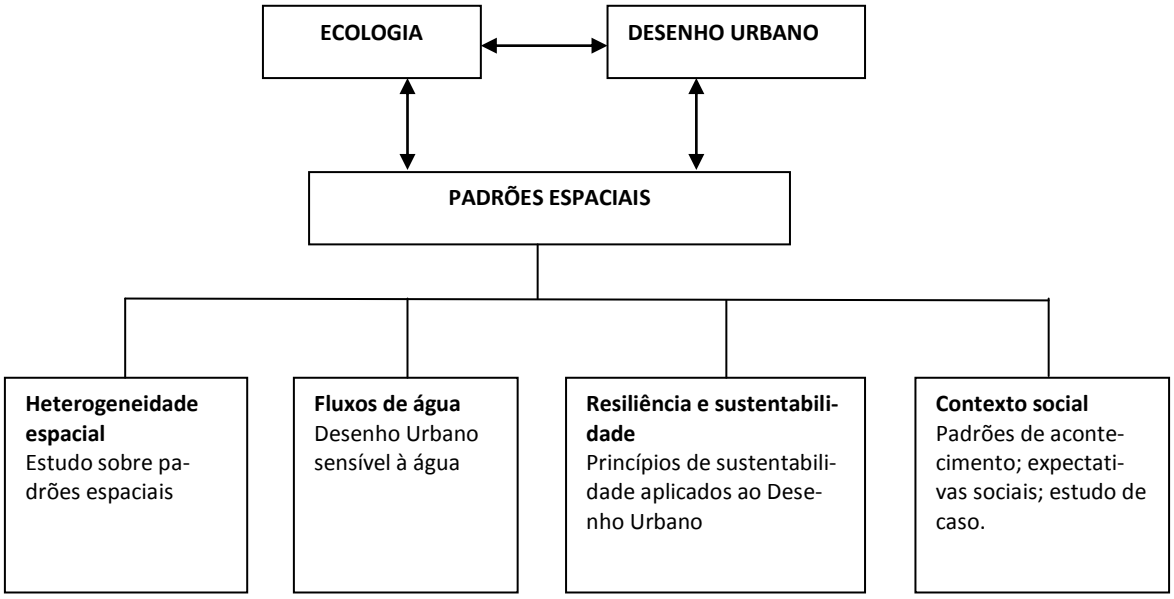
Os pesquisadores do *Cary Institute of Ecosystem Studies* dos EUA defendem que a abordagem do Desenho Urbano possui conceitos e atividades com vários atributos importantes que deveriam ser compreendidos pelos ecólogos, principalmente na escala local dos assentamentos urbanos e seus espaços públicos. Ao mesmo tempo, os *designers* urbanos

podem-se beneficiar dos estudos científicos da nova Ecologia da Cidade e construir conexões importantes, como estudos sobre heterogeneidade espacial, mosaicos urbanos, manchas urbanas e silvestres, fluxo de água na área urbana sobre os processos biofísicos, resiliência, adaptação e mudança.

A nova Ecologia da Cidade é substancial para promover o entendimento de um modo emergente de sistemas urbanos - a "metacidade", entendida como "o que está além do espaço da cidade", buscando compreender a essência do contexto urbano, os lugares específicos que são conectados aos seus contextos maiores, sociais e ecológicos, e reconhece o dinamismo existente nos edifícios, nas comunidades e na paisagem, em oposição à arquitetura tradicional dos monumentos permanentes, isolados e estáticos.

Portanto, a hipótese desta tese é que o estudo sobre a configuração das relações espaciais encontradas na forma urbana, que estão subjacentes nos padrões de organização dos sistemas urbanos e dos ecossistemas na paisagem, pode contribuir para promover uma linguagem entre áreas do conhecimento no processo de planejamento e projeto urbanos mais sustentáveis, integrando a sustentabilidade espacial e ambiental. O estudo da forma-espaço (os padrões), a morfologia, resultará na pesquisa das relações dos atributos existentes, de seu padrão.

Ao longo da pesquisa, pretende-se seguir na direção das dimensões-chave dos pesquisadores do *Cary Institute of Ecosystem Studies* para conectar Ecologia e Desenho Urbano, nos estudos sobre padrões espaciais. São elas: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana. Essas dimensões-chave foram tratadas ao longo dos capítulos



No capítulo seguinte, para demonstrar a primeira conexão, a heterogeneidade dos padrões espaciais, foi feito um estudo sobre a Ciência Ecológica no âmbito urbano e a ciência do Desenho Urbano, como uma Ciência Social Aplicada, as tendências e interfaces entre as duas, como a arquitetura da paisagem e a arquitetura sociológica, para compreender a dualidade e interface entre as duas e como as duas ciências podem contribuir para estudos transdisciplinares.

CAPÍTULO 3

3 CONEXÃO ENTRE DESENHO URBANO E ECOLOGIA, URBANA E DA PAISAGEM, E SEUS PADRÕES DE ORGANIZAÇÃO

3.1 Introdução

A dualidade ou polaridades comentadas no final do capítulo anterior parecem sempre ter existido ao longo da história do Urbanismo, seja pela questão da própria utopia urbana de construir novas cidades ou revitalizar as cidades existentes, seja pelos aspectos relacionados à densidade, a forma urbana, à segregação socioespacial, ao contexto e às preexistências.

Esse capítulo tem como objetivo organizar o estado da arte no campo do Desenho Urbano e da Ecologia. Busca trazer uma visão interdisciplinar, sem perder foco da noção transdisciplinar, a visão polioscópica, considerando os vários níveis de realidade, abrangendo a complexidade dos fenômenos que envolvem ambos os campos do conhecimento, como a ecologia urbana, a ecologia da paisagem e o desenho urbano voltado para a arquitetura sociológica e para arquitetura da paisagem. A visão poliocular aceita as conexões ocultas, a comunicação entre as dimensões físicas, biológicas, culturais, sociológicas e históricas.

A teoria geral da urbanização nasceu na segunda metade do século XIX, juntamente com os primeiros estudos sobre Ecologia. No século seguinte, tiveram origem os primeiros estudos sobre ecologia humana, que resultou na sociologia urbana da Escola de Chicago - e, posteriormente, a multidisciplinaridade do Planejamento Urbano. Este último nasceu como uma crítica ao urbanismo do início do século XX, mas foi a partir da segunda metade do século XX que ocorreram os primeiros estudos interdisciplinares.

Os estudos multidisciplinares desenvolvidos com o planejamento urbano buscavam olhar a cidade como uma entidade global fazendo com que a problemática urbana se tornasse objeto de várias disciplinas. Porém, ao receber a colaboração de várias áreas do conhecimento deixaram de explorar a potencialidade do desenho urbano como ciência.

Os estudos interdisciplinares nas décadas de 1960 e 1970 colocam o campo disciplinar do desenho urbano como uma “ciência urbana” capaz de auxiliar a integração de saberes por meio de estudos da “cidade vista como um sistema complexo”, que tiveram influência do estruturalismo e do pensamento sistêmico. Estes estudos relacionam a questão social à configuração espacial e identificam o movimento da auto-organização do sistema na ordem orgânica e nas propriedades emergentes.

Assim, os estudos sobre padrões urbanos tiveram início. Pesquisadores daquela época, como Jane Jacobs e Christopher Alexander tinham a cidade tradicional orgânica como exemplo de bom desempenho de sistemas urbanos complexos auto-organizados, que favorecem o nível das comunidades urbanas, diferente dos modelos de cidade planejada dos séculos XIX e XX, que favorecem a relação da cidade na paisagem.

Por outro lado, na mesma época, a evolução dos estudos em ecologia urbana e, na década seguinte, o aprofundamento de estudos em ecologia da paisagem permitiram uma aproximação da ciência ecológica com o desenho urbano como o trabalho desenvolvido por Ian McHarg, entre outros. A partir de então, os estudos em desenho urbano foram cami-

nhando em duas direções: um com foco mais ampliado na arquitetura da paisagem e outro com foco na arquitetura mais humana e sociológica.

Com a evolução da ciência ecológica urbana para a nova ecologia "da cidade" tornou-se possível uma visão mais ampliada dos padrões espaciais com o desenvolvimento do conceito de ecossistema urbano, que trata dos componentes físicos, biológicos, sociais e construídos.

Nessa pesquisa, buscou-se uma aproximação de teorias e métodos por meio de estudos das tendências no âmbito da ecologia da cidade e da paisagem e de estudos científicos no campo do Desenho Urbano. Dessa forma, foram feitos estudos sobre padrões urbanos procurando demonstrar a dicotomia existente e novas formas de integração com o urbanismo sustentável do século XXI e a infraestrutura ecológica, indicando a importância de estudos sobre o Desenho Urbano sensível à água.

3.2 Do Urbanismo do século XX ao Planejamento Urbano e o surgimento do Desenho Urbano.

As raízes da tradição do urbanismo com preocupações ambientais podem ser encontradas nos tratados gregos e romanos, desde o Tratado de Hipócrates, quando o médico grego descreveu os efeitos dos condicionantes ambientais sobre a saúde e os assentamentos humanos, até o Tratado "*De architectura libri decem*", do arquiteto romano Vitrúvius, que determinava o desenho das ruas e a orientação e disposição dos edifícios de acordo com o sol e o vento.

Choay (2010) acredita que os fundamentos do urbanismo não se iniciam no século XIX, mas na Renascença, com os textos instauradores, como de Alberti, que definiu um campo de saber autônomo, baseado na racionalidade e lógica. Para ela, as teorias da arquitetura constituem um gênero textual, que conserva traços das utopias e dos tratados renascentistas. Em "*De re aedificatoria libri decem*" ou "Dez livros sobre arquitetura", o primeiro grande tratado moderno de Arquitetura, Alberti trata dos elementos necessários à construção da cidade como muralhas, ruas, pontes, esgotos e portos, e suas relações com o terreno natural e os elementos da natureza.

Alberti reconhecia que os fatores ambientais e as normas higiênicas eram fundamentais e deviam ser finalidade do assentamento humano. A cidade deveria apropriar-se e alimentar o território com terrenos férteis e abundantes, além de estar próxima de rios ou lagos que facilitassem a importação e exportação dos bens. Segundo Loewen (2004), Alberti sustentava que a configuração urbana deveria variar, de acordo com a diversidade e a natureza dos lugares, além de ser bela e bem protegida.

Na visão de Kostof (2006), a origem de muitas cidades é espontânea e gradual. Ruas vão-se acomodando em lugares onde, uma vez, foram campos e terras montanhosas para pastos, conectando espaços públicos singelos e encobrindo a vida coletiva de forma segura. Pode-se dizer que possuem uma ordem orgânica e propriedades emergentes, que serão analisadas neste capítulo, a partir de Jane Jacobs (2007), Alexander (2002) e Guerreiro (2010).

A trama urbana é encorpada pelas edificações, acomodadas da melhor maneira em inclinações e curvas. Assim, com o tempo, esses arranjos naturais tornar-se-ão "autoconscientes". As casas geminadas sugerirão hierarquias institucionais e sociais. Ao se caminhar pelas ruas, os deleites visuais poderão ser explorados e, a complexidade de seus volumes, de-

preendida. Assim, o “fazer cidade” ousado recria esses efeitos, onde não há causa inerente para criá-los (Kostof, 2006).

A tendência contra a teoria e prática renascentistas, em direção ao endosso de um Desenho Urbano não geométrico, ocorreu no final do século XVIII. Por três séculos, as cidades europeias responderam aos imperativos de cidades ordenadas, com a visão de que as velhas cidades medievais estavam obsoletas: ruas irregulares, muros e torres.

No século XVIII, então, há um retorno ao traçado orgânico, uma visão retrospectiva do passado, o “reviver gótico” e a redescoberta dos padrões de assentamentos medievais, primeiramente a imagem de vilas e pequenas cidades rurais. A partir desta volta ao passado, ao pensamento medieval, duas correntes se instalaram no final do século XVIII e, depois, no século XIX: os subúrbios pitorescos para as classes mais abastadas e as vilas industriais para as classes menos favorecidas. Assim, vem a promoção do planejamento estético, que é a afirmação moderna da incidência eterna do padrão orgânico.

Entretanto, segundo Choay (1965), os espaços pré-urbanos de modelo progressista[71], como a vila modelo de New Lanark, de Robert Owen (1817), o palácio social, de Fourier (1822) e a vila de Saltaire, de Sir Titus Salt (1851), prevalece a lógica racional dos espaços aplicados para qualquer lugar. Este princípio foi criticado por sociólogos, uma vez que a cidade não era vista como um processo, mas como um objeto racional reprodutível, extraído da temporalidade concreta, portanto, utópica.

Essas vilas foram concebidas de modo a proporcionarem melhores condições de trabalho aos empregados, ao passo que se acreditava que os conjuntos habitacionais desenvolvidos junto às fábricas e implantados próximos ao campo poderiam ter um efeito saudável sobre os trabalhadores, o que, consequentemente, retornaria em benefícios para a indústria.

Bournville e Port Sunlight, implantadas por Cadbury, em 1879, e Lever, em 1887, respectivamente, seguem o modelo que Choay classificaria como culturalista, com assentamentos situados próximos às indústrias para proporcionar melhores condições de vida aos trabalhadores, com moradias e jardins individuais e grandes áreas de espaços públicos abertos, parques, campos de lazer, acompanhado as curvas de nível, que influenciaram os modelos urbanos do século XX na Inglaterra e nos EUA. Esse modelo é denominado, por Kostof (2006), de padrão orgânico planejado.

Na visão de Monte-Mór (2008), os estudos urbanos especializados tiveram origem a partir do questionamento da cidade industrial, do seu crescimento e da industrialização na Europa no século XIX e, no Brasil, tardiamente, um século depois (MONTE-MÓR, 2008). A origem conceitual dos estudos urbanos partiu dos estudos realizados por historiadores, economistas e políticos do século XIX, que desenvolveram uma análise crítica global da sociedade, enfocando a cidade como um elemento integrado e decorrente do processo sócio-econômico-político.

[71] Segundo Choay (2010), os progressistas, em seus modelos de desenho urbano para a cidade pós-industrial, defendiam o progresso industrial e a eficiência capitalista e, os culturalistas, a volta aos valores culturais pré-industriais.

Foi, também, no final do século XIX, que a palavra Ecologia[72] teve origem como o estudo do ambiente natural, das relações dos organismos entre si e com suas proximidades. Foi Ildelfonso Cerdá, quem criou o termo Urbanismo, na segunda metade do século XIX, quando escreveu “A Teoria Geral da Urbanização”. Ele apresenta, então, a “ciência urbanizadora”, que tem como base a própria história, e, ao mesmo tempo, se utiliza dos conceitos da biologia (CHOAY, 2010 e RUEDA, 2009).

Ele usou o termo "urbe" para designar, de modo geral, os diferentes tipos de assentamentos humanos, e cunhou o neologismo "urbanização", designando a ação sobre a urbe. O termo *urbs*, de origem romana, expressa tudo que está dentro de um espaço circunscrito por um perímetro. Para Cerdá, esse novo conceito interdisciplinar relaciona componentes físicos com a atividade humana em um espaço para estabelecer um conjunto de princípios, doutrinas e regras a serem aplicados nas edificações e seu agrupamento, como uma forma de mudar o pensamento humano, servindo para a promoção do seu desenvolvimento.

Ele tinha como meta criar instrumentos técnicos, econômicos, legais e sociais que servissem de sustentação para solução desse novo conceito. Ele observou atentamente a comunicação constante entre os elementos que exerciam, um sobre o outro, uma ação, às vezes muito direta e, consequentemente, formariam uma unidade. Essa combinação de todas as coisas seria chamada de cidade. Essa nova ideia dever-se-ia apoiar no conceito de forma (**Figura 3.1**).

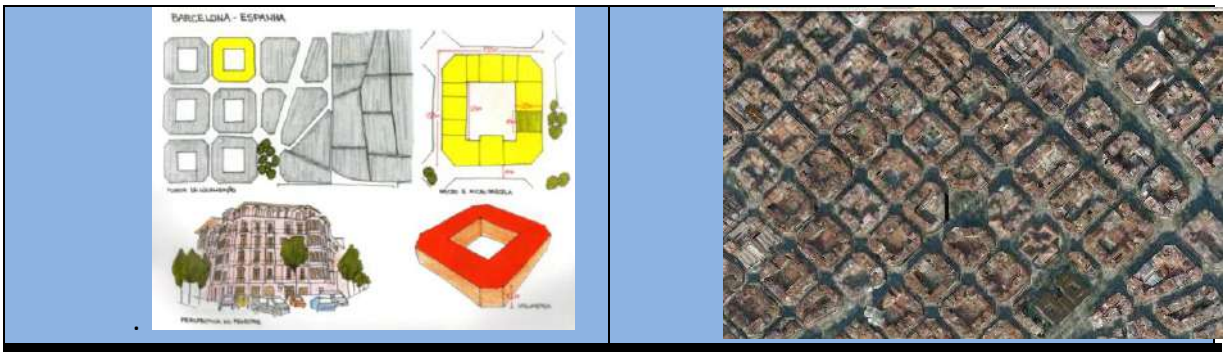


Figura 3.1 - Desenho do modelo de Cerdá para Barcelona e Vista aérea
Fonte: Desenho Jéssica Schimit e Google Earth

A teoria de Cerdá foi original ao fornecer uma visão geral do urbanismo para resolver grandes conflitos da época nas cidades industriais: a higiene, a mobilidade, o acesso à cidade, o equilíbrio entre as áreas de compressão e descompressão. Ele já pensava no dualismo público-privado, rural-urbano, e tinha a intenção de propor soluções para modificar a realidade de Barcelona no século XIX, tornando-a uma área destinada à alocação da explosão demográfica, posterior à Revolução Industrial. Uma época em que as realizações urbanas seguiam princípios teológicos, não levando em conta os reais problemas existentes, dificultando a justificativa de cada solução.

Nessa mesma época, no século XIX, também ocorreu a Reforma de Paris[73], de George Haussmann (1853 a 1870), considerada uma reforma “higienista”, não só por questões sanitárias, mas por liberar o tecido urbano para facilitar manobras militares. Bairros degradados foram eliminados, as ruas foram arborizadas e receberam sistema de iluminação. O traçado orgânico da antiga cidade medieval, configurado com ruas estreitas, foi atravessado por

[72] A palavra foi proposta primeiramente pelo biólogo alemão Ernest Haeckel, em 1869, apesar de as questões ecológicas terem aparecido na Grécia antiga nos textos de Hipócrates e Aristóteles e outros filósofos. A Ecologia passa a ser reconhecida como campo da ciência distinto a partir de 1900 (ODUM E BARRET, 2011).

[73] Inspirou a Reforma do Rio de Janeiro, de Pereira Passos.

grandes eixos, com vários bulevares e novos elementos nos cruzamentos, como rotatórias, praças com monumentos, tudo isso contornado por um anel rodoviário.

A partir de então, foi produzido um urbanismo totalmente racionalista, visando apenas à técnica e desconsiderando o aspecto histórico. Essas intervenções regularizam o traçado, não aproveitando o existente, transfigurando a cidade, ao contrário do que ocorreu com as cidades pós-romanas, conforme será analisado nos estudos sobre o padrão orgânico. Paralelamente, nasce uma corrente que defendia a análise das cidades por meio do contexto histórico, composta de arquitetos historiadores, como Camillo Sitte, Lewis Mumford e Gordon Cullen.

Camillo Sitte foi autor do livro "A construção das cidades, segundo seus princípios artísticos". Ele analisava os espaços das cidades, principalmente suas praças, monumentos e igrejas. Ele tinha como objetivo questionar as transformações de Viena, no planejamento de Ringstrasse, segundo os princípios de Haussmann.

No início do século XX, o Urbanismo se especializou como matéria de estudo específica, nas mãos dos arquitetos, ligados à classe dominante, à qual prestavam seus serviços na organização formal do espaço, segundo um sistema de valores culturais da sociedade hierarquizada. Com a particularização do seu enfoque profissional, na visão de Monte-Mòr (2008), o urbanismo tornou-se uma matéria despolitizada, quase um elemento físico-espacial, a ser tratado segundo uma visão formal-estética, à arbitrariedade dos postulados urbanistas e ao distanciamento da realidade em que vinha incidindo e favorecendo a dominância ideológica, reforçando o novo modo de produção capitalista.

A cidade industrial era vista como uma desordem social e urbana à qual deveria ser imposta uma nova ordem social e espacial. Os urbanistas se propunham a desenhar a cidade exatamente da "forma como deveria ser". Assim, a partir do grande questionamento da cidade industrial, foram surgindo os vários modelos, que Choay classificou como culturalistas e progressistas.

Segundo Monte-Mór (2008), em ambas as vertentes, do historicismo culturalista, que buscava no passado a unidade da cidade comunitária, o espaço de convivência harmônica, ao tecnicismo progressista, que sonhava com uma nova cidade grande, atual e moderna, ambientalmente limpa e saudável, onde todos pudessem ter acesso ao solo, o ar, a luz e a água, não se reconhecia na cidade industrial o espaço essencial da luta de classes. Os autores dessas vertentes enxergavam a forma da cidade como a solução para todos os problemas sociais, com a proposição de novos modelos.

De acordo com Andrade (2002), nos EUA as primeiras vozes do planejamento na segundo metade do século XIX não foram de industriais preocupados com os trabalhadores e o desenvolvimento socioeconômico, mas de profissionais de arquitetura da paisagem, que davam ênfase ao desenho físico e aos aspectos da vida em comunidade como Olmsted, Vaux e Cleveland, os primeiros idealizadores de unidades ambientais - os parques - que hoje seriam as unidades de conservação.

Alguns modelos são internacionalmente conhecidos, como o de Cidades-jardins[74], do inglês Ebenezer Howard, da Inglaterra ("Cidades-jardins de amanhã", 1889). Ele não era arquiteto, mas esboçou seus diagramas para as cidades, e os projetos de urbanismo foram desenvolvidos pelos arquitetos Unwin e Parker (1903). Surgiram, também, o modelo do arqui-

[74] Ebenezer Howard foi militante socialista e escreveu sua obra em 1989 com o título : Tomorrow: A Peaceful Path to Social Reform (Amanhã: um caminho pacífico para a reforma social), que foi editada em 1902 com o título: Garden Cities of Tomorrow (Cidades-jardins de amanhã).

teto e urbanista francês Tony Garnier para a Cidade Industrial (1901); o modelo da Cidade Radiante, proposto pelo arquiteto, urbanista e pintor francês, de origem suíça, Le Corbusier (Villa Radieuse[75], 1930) e o modelo da City-Beautiful (1930) do arquiteto e planejador norte-americano Daniel Burnham.

Posteriormente, na cidade racionalista modernista, o foco é tornar agradável o espaço habitacional, restringindo-se o convívio social no nível das unidades de vizinhança para amenizar os conflitos sociais gerados pela luta de classe no interior do espaço urbano (MONTE-MÓR, 2008). As diversas funções urbanas são tratadas de forma isolada, com o conceito de zoneamento rígido, onde cada espaço corresponde uma atividade funcional. A circulação é altamente desenvolvida, a vivacidade das ruas é substituída pela via, cuja função se restringe à circulação (**Figura 3.2**).

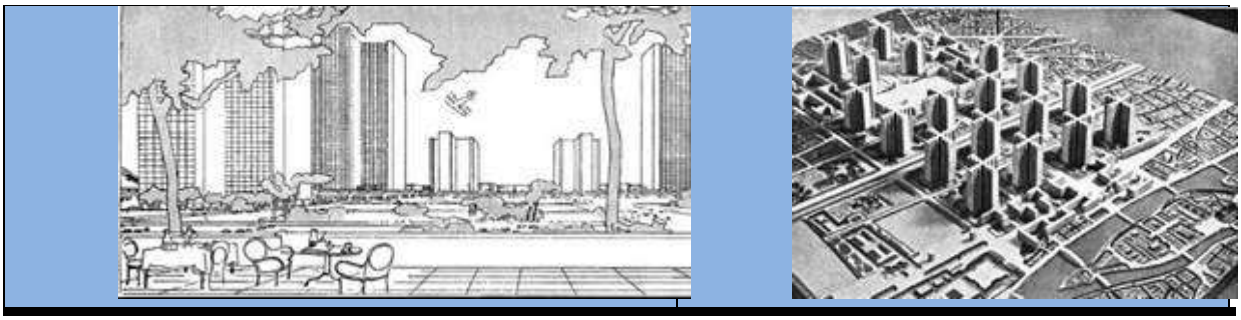


Figura 3.2 - Desenho do modelo da cidade Radiante de Le Corbusier "Nós, homens, estamos sob as folhagens". Fachada principal do edifício do Palácio das Nações, Genebra e une ville contemporaine.
Fonte: Le Corbusier, 1922 http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/94
http://arquiteturascontemporaneas.wordpress.com/page/3/

No início do século XX, foram introduzidas certas posturas contra o urbanismo de "modelos", a partir de estudos em contato direto com a realidade, de observação in loco, visando à predominância da prática e a visão processual no estudo e no planejamento das cidades. Nessa linha, vemos trabalhos de Patrick Geddes, biólogo e filósofo escocês, que escreveu "Cidades em evolução", em 1910; de Lewis Mumford, crítico, historiador de cidade, que publicou "A cultura das cidades", no final da década de 1930 (KOHLSDORF, 1985).

Alguns pensadores discordaram sobre se o ideal era reconstruir cidades existentes ou construir novas "cidades-jardins" no campo. Em oposição à abordagem de Howard, Patrick Geddes defendia que a utopia era o "aqui", com a análise do contexto regional, e não a construção de novas cidades em qualquer lugar. A análise do lugar passa a identificar cada região que serviria como instrumento para planos urbanísticos e projetos de cidade adaptados ao caráter e espírito particular de cada lugar.

Ele pensava a cidade e sua paisagem circundante, como um todo, em evolução orgânica, cujo futuro plano deveria ser baseado em uma compreensão de sua história natural e cultural e seus processos de vida no presente. Ele propôs um diagrama ilustrativo de planejamento regional, baseado em setores, cidades, pequenas cidades, vilas e pequenas aldeias isoladas (SPIRN, 2011).

Na visão de Hill (2009), Geddes inventou a ideia geográfica de uma "região" urbana, uma entidade mapeável ligada por fluxos de pessoas, bens, água, cultura e capital. Foi o primeiro a resumir a análise dos fluxos de uma maneira que atravessou fronteiras disciplinares e trouxe a Ecologia, Sociologia, Economia para olhar juntas para a cidade e sua região

[75] O livro a Cidade Radiante é resultado das discussões ocorridas durante o IV congresso dos CIAM, publicado em 1935, que consequentemente exerceria influência na elaboração da Carta de Atenas.

como um sistema, e, depois, aplicar essas ideias para reais planos urbanos. Geddes rejeitou a ideia de que as cidades industriais eram necessariamente insalubres, que era a crença predominante de seu tempo.

Lewis Mumford, como seu mentor Geddes, defendia a compreensão orgânica por meio das interrelações complexas da cidade e da sua região, que poderiam influenciar a arquitetura e o urbanismo, como a relação urbana e rural com o meio ambiente, a unidade de pequena escala e a unidade de grandes dimensões. Ele pensava que os elementos que moldam a natureza - os rios, baías, colinas, clima, vegetação -, bem como o contexto histórico e a cultura humana, com sua complexa interação de grupos, corporações, organizações, instituições e pessoas (SPIRN, 2011).

Curiosamente, na visão de Jane Jacobs (2010) os trabalhos de Geddes e Munford são tidos como continuidade das ideias "descentralizadoras" da cidade industrial, previamente projetados. Para ela, Geddes, ao analisar o contexto regional, propunha o planejamento de cidades em termos de "planejamento de regiões inteiras", no sentido de "cima para baixo" (*top-down*) e não da análise dos padrões de organização, no sentido de "baixo para cima" (*bottom-up*), que será visto no próximo item sobre padrões emergentes.

Geddes "via a ideia de Cidade-Jardim, não como um modo fortuito de assimilar o crescimento populacional que, de outra forma, se dirigia a uma grande cidade, mas como ponto de partida para um modelo muito mais grandioso e abrangente" (JACOBS, 2010, p. 19). Assim, as cidades-jardins poderiam ser distribuídas pelos territórios, integrando-se aos recursos naturais, em equilíbrio com a agricultura e bosques, que na visão dela seria "um todo lógico esparso".

Paralelamente ao trabalho de Geddes e Mumford, surgiram as interpretações sociológicas da cidade nos EUA, na Escola de Chicago,[76] ou escola ecológica, como será visto nas tendências da Ecologia Urbana anteriormente, que alimentou fortemente a Sociologia Urbana, baseada no funcionalismo e no estruturalismo (KOHLSDORF, 1985).

Em ambos, foram transpostos princípios da Ecologia para explicar as organizações sociais urbanas, e tiveram-se como objeto de estudo as relações entre o meio (e não entre o espaço) e a sociedade. A cidade foi considerada um amplo e complexo laboratório social, e as pesquisas sociológicas foram marcadas pelo uso sistemático dos métodos empíricos para coleta de dados e informações sobre as condições e modos de vida urbanos.

É importante ressaltar que, mesmo com tantos estudos sobre Sociologia Urbana, houve uma separação entre o que seja teoria das relações sociedade-espaço e teoria da cidade, que, na verdade, deveriam ser conectadas por serem campos parcialmente sobrepostos (NETTO, 2013).

Na visão de Netto (2013), a primeira abordagem, a das teorias socioespaciais, tende a não incluir a riqueza da transformação urbana, tem como foco a expressão de um conjunto de relações sociais que são parte de uma estrutura mais ampla. A segunda abordagem, a das teorias urbanas, tende a deixar de lado as relações entre a cidade (espaço) e os processos sociais, considerando a cidade uma estrutura em si, com suas próprias leis e transformação e produção interna.

[76]A primeira geração de sociólogos da Escola de Chicago foi composta por Albion W. Small; Robert Ezra Park (1864-1944); Ernest Watson Burgess (1886-1966); Roderick Duncan McKenzie (1885-1940) e William Thomas (1863-1947).

Até hoje ainda há divergência entre as abordagens, com preconceito de ambos os lados, como as discursivas, que analisam dimensões práticas, experenciais e as não-discursivas, que buscam a natureza física e relacional do espaço como estrutura. Isso caracteriza bem a dualidade existente entre o Planejamento e o Desenho Urbano.

De acordo com Kohlsdorf (1985), é da Inglaterra e dos EUA que vem a expressão "*planning*" ou "Planejamento Urbano", traduzindo certos princípios que caracterizam a crítica ao urbanismo. Os países anglo-saxônicos haviam concretizado vários planos, diversas vezes, e é aí que se desenvolve a maioria das tentativas de retomar a visão global de fenômeno urbano.

Com a entrada do Planejamento Urbano nos estudos urbanos, o urbanismo, que antes era trabalho apenas do arquiteto urbanista, passou a ser interesse de várias outras disciplinas, o que foi muito positivo por um lado: a cidade começou a ser observada por diferentes raciocínios que viam seus problemas e propunham soluções. O Planejamento Urbano, então, se afirmou como campo do conhecimento associado e comprometido com o poder público.

Porém, na visão de Kohlsdorf (1985), por outro lado, com a entrada de várias disciplinas no campo do Planejamento Urbano, o papel especializado do urbanismo, como campo disciplinar, diante da organização da sociedade industrial, deixou de existir. Houve uma retração à Arquitetura, cuja contribuição milenar de prática projetual ressentiu-se da ausência de tradição de pesquisa.

> A multidisciplinaridade no planejamento tem, talvez, procedido exatamente no sentido oposto à busca do enfoque da cidade como uma entidade global, pois tem feito com que a problemática urbana seja objeto de várias disciplinas. Porém, ao receber a colaboração dos sociólogos, historiadores, economistas, juristas, geógrafos, psicólogos, etc., a definição da cidade realizada pela arquitetura entrou, talvez, na maior crise de toda a história desta última. (KOHLSDORF, 1985, p. 2).

Assim, as características espaciais da cidade multidisciplinarmente planejada foram pouco diferenciadas daquelas praticadas no Urbanismo. A prática de Planejamento Urbano concentrou-se mais na reorganização e ampliação das estruturas existentes do que na criação de novas cidades. Mas da mesma maneira, modelos e padrões progressistas foram repetidos, que se revelaram adequados à base de sistemas institucionais concentrados no Estado.

Os métodos do Urbanismo e do Planejamento Urbano foram considerados empiristas, instrumentais e idealistas pela crítica psico-comportamental que analisavam os efeitos da cidade, enquanto espaço, sobre o comportamento humano. Com a crítica humanista nos anos de 1940 e a onda de protestos sociais contra intervenções do planejamento centralizado nas cidades, a ampliação da democracia, a crítica ao Movimento Moderno nos anos de 1960, nasceu uma nova forma de planejar, o *Urban Design* ou Desenho Urbano. O espaço não é mais entendido como um objeto isolado, mas integrado aos demais aspectos da realidade urbana (KOHLSDORF, 1985).

Assim, o Desenho Urbano compromete-se com a procura de uma nova atitude de abordagem do espaço da cidade, sem os equívocos das vertentes e da prática do Urbanismo, que permaneceram sob o Planejamento Urbano no que se refere a seus aspectos físico-espaciais. Afinal, foi abastecido pelo encontro multidisciplinar promovido pelo Planejamento Urbano. Assim, procura-se investigá-lo pelas suas relações com outros planos analíticos (KOHLSDORF, 1985) e entram em cena contribuições metodológicas interdisciplinares principalmente de antropólogos, ecólogos e psicólogos.

É importante salientar que, na década de 1950, a teoria geral dos sistemas de Bertalanffy, vinda do campo da Biologia, expandiu-se para várias direções em outras áreas do conhecimento. Nesse sentido, houve uma tendência a considerar a cidade como sistema complexo, a partir da década de 1960, no campo da Ecologia Urbana.

O espaço urbano, então, é assumido como campo disciplinar e as pesquisas consideram o espaço em função de sua relação com o individuo. Choay (1965) identifica três vertentes. Uma, com postura humanista crítica aos princípios racionalistas, mas com viés, geralmente, culturalista. Outra, com enfoque metodológico, que se contrapõe à construção de modelos e valoriza a participação do usuário na análise e configuração dos espaços onde vivem, encontrada no trabalho de Christopher Alexander.

E, por fim, outra, baseada nas relações de causa e efeito, as relações estabelecidas entre os usuários e o espaço urbano, e só posteriormente, em alguns poucos trabalhos procede-se de maneira mais dialética, mas ainda pouco compreendido o processo de produção social que os originou, como nos trabalhos de Rapoport (1971), Hillier (1972 e 1976).

Assim, surgiu a análise sintática do espaço, que teve seu início nos anos de 1970 nos textos de Hillier e Leaman, sob influência do estruturalismo, com algumas ideias fundamentais sobre as quais a teoria seria desenvolvida posteriormente. Mas foi no livro publicado por Hillier e Hanson em 1984 "A lógica social do espaço" que nasceram o referencial epstemológico, os conceitos e as categorias analíticas básicas. A Sintaxe Espacial tem por objetivo principal descrever espacialmente prédios e cidades com o mínimo de intervenções de conceitos linguísticos. Busca descrever, comparar e relacionar as diferenças entre padrões espaciais com o mínimo de termos e significados. (HILLIER, 2009).

Ela estuda o espaço por meio de suas características topológicas, geométricas e métricas, identificando os efeitos da cidade, mais especificamente da sua malha viária, sobre o comportamento da população urbana. Diversos estudos foram realizados por Hillier e Hansosn (1984), Hillier (1986), Holanda (2002), pioneiro no Brasil, Medeiros (2006) e pelo grupo de pesquisadores Urbanidade[77], mostrando uma relação estreita entre as características topológicas da cidade com a forma como o espaço é utilizado pela população.

No entanto, na visão de Kohlsdorf (1985), os resultados são considerados insuficientes para explicação tanto das relações de uso do espaço urbano pelos seus usuários quanto para a definição da problemática de seus agentes de configuração, a apreensão da arquitetura e urbanismo pelos sentidos, a percepção do espaço. Assim, nasce, também, outro tipo de análise, a análise semântica, associada a outros dois grandes pensamentos que são associados ao Desenho Urbano: o comportamentalismo e o psiquismo. (KOHLSDORF, 1985).

O comportamentalismo estuda o efeito da cidade ou do meio ambiente sobre o comportamento humano, mas não se compromete a estudar o conceito de espaço. Alguns estudos demonstraram algumas influências da configuração do meio ambiente sobre o comportamento de seus usuários, mas ainda não foram o suficiente para serem considerados um paradigma científico. Entretanto, Christopher Alexander permitiu uma síntese do desenvolvimento do pensamento comportamentalista até então (KOHLSDORF, 1985).

Christopher Alexander, arquiteto e matemático, teve como embasamento os paradigmas teóricos e enquadramentos ideológicos importados de outras áreas do conhecimen-

[77] Grupo de pesquisa iniciado pelos professores Douglas Aguiar, Romulo Krafta e Vinícius Netto pela internet rede@urbanidade de pesquisadores que incluem pesquisadores das universidades brasileiras que tratam da temática da urbanidade sob a ótica da Sintaxe Espacial.

to, como a teoria linguística, o estruturalismo de Piaget, a fenomenologia de Heidegger, a estética, até mesmo o marxismo e o feminismo (BARROS, 2008).

Lynch, considerando cidades como ecossistemas sociológicos, ao etilo da Escola de Chicago, aplicou métodos cognitivos de mapeamento das cidades, pedindo aos participantes de sua pesquisa para identificar marcos e caminhos que eles utilizavam para se localizar nos distritos urbanos e na cidade, como um todo, ligando o individual, pela percepção do usuário, ao coletivo, por meio de um ambiente físico (HILL, 2009).

Paralelamente, surgiram outros estudos sobre planejamento ecológico da paisagem nos EUA - encontrada mais nas escolas de desenho, planejamento e arquitetura da paisagem do que nas escolas de biologia - que contribuíram para o avanço da ecologia da paisagem. Esses estudos ganharam força com a publicação do livro de Ian McHarg, "*Design with nature*", em 1969, e influenciaram os sistemas de drenagem nos EUA, quando McHarg planejou a nova comunidade de Woodlands. Isso será comentado no tópico mais à frente sobre ecologia da paisagem.

Nesse sentido, para fazer conexão entre ecologia e desenho urbano, é importante compreender as "ecologias" que envolvem os sistemas urbanos, o conceito, as tendências e suas aplicações. Assim, foi feita uma análise das tendências no campo da Ecologia Urbana, passando pela ecologia humana, ecologia "na" cidade, passando pela ecologia da paisagem, até o atual conceito de ecologia "da" cidade, que trouxe importante contribuição com o aprofundamento do conceito de heterogeneidade espacial, fundamental para conectar estudos sobre padrões espaciais.

3.3 As tendências nos estudo sobre ecologia da cidade

Na revisão da literatura, a Ecologia Urbana tem dois significados. Um trata de desenhar instalações ambientais para moradores urbanos e prevalece no campo do Desenho Urbano, principalmente na Europa. Esta abordagem fornece justificativa para abordagens e metas ecológicas no campo do Planejamento Urbano. Nesta tese, será tratada por urbanismo ecológico de modelos. O outro vem da Ciência Ecológica e refere-se a estudos de distribuição e abundância de organismos dentro e fora das cidades, bem como nas entradas e saídas para os processos biogeoquímicos nas áreas urbanas.

Segundo Cadenasso e Picket (2013), o desenvolvimento da ciência da Ecologia Urbana nos EUA não foi contínuo, mas pontuado por períodos de atividades e avanços. Foram três tendências que marcaram o desenvolvimento e estado da arte na ciência ecológica urbana: a ecologia humana da Escola de Chicago, com a compreensão espacial da diferenciação; a cidade como sistema e a ecologia da cidade, como abordagem mais abrangente do ecossistema urbano.

3.3.1. A primeira tendência: a ecologia humana da Escola de Chicago com a compreensão espacial da diferenciação

A primeira tendência ocorreu com a Escola de Chicago no período entre guerras, na década de 1920, quando começaram a surgir os estudos regionais como uma tentativa de estabelecer uma área de influência das cidades e metrópoles, bem como a estrutura das regiões econômicas e culturais (EUFRÁSIO, 2013). Robert Park e Ernest Burgess, do Departamento de Sociologia, o primeiro departamento de sociologia dos EUA, foram os primeiros a aplicar os conceitos ecológicos nas áreas urbanas.

Com forte influência do estruturalismo e do funcionalismo, os sociólogos estavam preocupados com o desenvolvimento da ciência enraizada na pesquisa empírica. Foram transpostos princípios da Ecologia para explicar as organizações sociais urbanas e o contexto urbano, e o objeto de estudo eram as relações entre o meio e a sociedade.

Essa contribuição é reconhecida como a primeira teorização abrangente de uma abordagem social compreensiva da cidade, com primeiros estudos sobre sociologia urbana, onde o intenso crescimento urbano-industrial produzia grande diferenciação de concentrações humanas e funcionais no território urbano (MONT-MÓR, s.d). No período pós-guerra ocorreu a centralidade urbano-industrial a todo o espaço urbanizado, provocando a fragmentação com a saída das classes mais ricas do espaço do poder, gerando uma suburbanização despolitizada e abandonada à sua própria sorte.

Segundo Monte-Mór (s.d.), nos contextos ricos, essa suburbanização significou a redefinição de mosaico urbano, gerando novas centralidades ligadas a regiões abastadas e outras, atendendo às concentrações de populações pobres e parcialmente marginalizadas. Esse efeito de periferização causou a emergência de novas cidades e de mega cidades, deixando as áreas centrais tradicionais para ocupação da população migrante que buscava inserir-se no contexto urbano.

Park e Burgess viram a cidade de Chicago como um laboratório natural para analisar as questões sociológicas importantes, uma vez que ocorria a rápida expansão devido às imigrações da América do Sul e de outros países. As pesquisas foram motivadas a tentar compreender e resolver problemas urbanos que nunca tinham sido investigados antes. O foco da pesquisa era na relação da diferenciação social e espacial na cidade, para entender o processo pelo qual diferentes partes da cidade foram sendo usadas e quais foram os mecanismos utilizados na distribuição por meio da paisagem urbana.

O sentido ecológico desta abordagem se centrava no conceito de área natural, desenvolvido por Robert Ezra Park, entendendo que as forças competitivas naturais tendem a produzir um equilíbrio também "natural" de adaptação social ao ambiente urbano. Ele foi o principal estudioso sobre a problemática da cidade, buscando suas bases teóricas em diversos campos do conhecimento, como a Filosofia, a Psicologia, a Sociologia e a Ciência Natural da evolução darwiniana.

Apesar de ter transposto princípios da Ecologia com abordagem espacialista, não tratou do desenho da paisagem integrado. A abordagem espacial girava em torno de zonas concêntricas, nas quais a classe mais pobre se localizava na região mais central, próxima à área central industrial, e, a mais rica, nas regiões mais afastadas, com separação de usos de trabalho e residência.

O modelo de expansão urbana proposto por Ernest Burguess ficou conhecido por pelo diagrama de cinco zonas concêntricas. Ele identificava os processos necessários de competição, dominação, sucessão e invasão de áreas naturais, que experimentam evolução e mudança, baseada no sentido darwiniano. A teoria da organização espacial da cidade de Burguess propõe que toda a cidade apresenta tendência a crescer radialmente para fora a partir de seu centro em uma série de zonas que se expandem. Esse processo pode ser ilustrado por meio de uma série de círculos concêntricos.

A zona mais interna central, a Zona I, é representada pelo distrito comercial central, o centro da cidade. Circundando a Zona I, há uma Zona de Transição, Zona II, que é invadida

pelo comércio e pela indústria leve, e compõe-se de uma área de deterioração dos cortiços criados por essa invasão. A Zona III é habitada por trabalhadores em indústrias que escaparam da área de deterioração e que desejam viver dentro dos limites de fácil acesso a seu trabalho (EUFRÁSIO, 2013).

A Zona IV é constituída por área residencial, de prédios de apartamentos de alta renda ou de distritos restritos exclusivos de residências de uma só família, com possibilidade de subcentros comerciais. Por fim, na Zona V se encontram as zonas suburbanas ou cidades satélites, áreas das residências das melhores famílias, dentro de uma distância de trinta a sessenta minutos de viagem do distrito comercial. A classe mais favorecida queria ser separada dos menos favorecidos e, continuadamente, foi movida para fora do centro da cidade (EUFRÁSIO, 2013) (**Figura 3.3**).

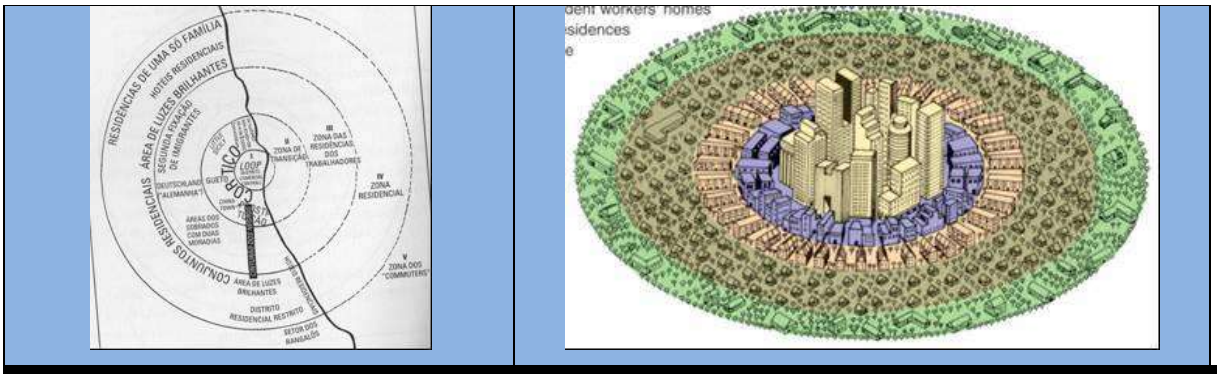


Figura 3.3 - As cinco Zonas Concêntricas de Ernest Burguess.
Fonte: http://aphug.wikispaces.com/Models+To+Know
http://urbanplacesandspaces.blogspot.com.br/2011/12/low-income-high-income-market-and-right.html

Burgess conceitualizou o processo de urbanização como uma expansão para fora com mudança do uso da terra, como um sistema de competição por espaço. Embora ele tenha reconhecido a influência dos fatores sociais e culturais na vida urbana, ele defendia que a organização da comunidade também era baseada no processo não social, em teorias ecológicas como competição, divisão de nichos e sucessão.

Na visão de Burgess, a competição por recursos no ambiente urbano leva à divisão daqueles recursos em diferentes nichos urbanos, que são usados por grupos sociais distintos ou por atividades distintas. Ele foi criticado por ignorar outros fatores que podem influenciar a localização de pessoas e negócios nas áreas urbanas, como decisões individuais baseadas em desejos econômicos ou culturais, dinâmicas urbanas para implantação de autoestradas para cidades em franco crescimento. Além disso, a separação de usos, o lugar do trabalho e o lugar de residência, atravessaram zonas diferentes no modelo proposto (PICKET E CADENASSO, 2013).

Foi caracterizada uma abordagem espacialista (ou naturalista) da região, criticado por alguns autores da época de "vício espacialista", por não corresponder aos processos sociais, aspectos analisados sobre os diversos interesses organizados em torno do território bem como pelo problema teórico-metodológico implícito na observação fenomênica e sua generalização para processos sociais (MONTE-MÓR, s.d.).

A visão sobre as zonas da cidade e sua relação com o desenvolvimento urbano não foram o suficiente para explicar dinâmicas de crescimento, como por exemplo, a acessibilidade à estrutura da expansão urbana para fora dos limites urbanos, por meio de construção de novas vias e rodovias. O foco exclusivo na diferenciação espacial e competição como um

norte de diferenciação, ignorava o papel das decisões individuais baseado em desejos econômicos ou culturais (CADENASSO E PICKETT, 2013).

Assim, essa tendência foi sendo considerada muito abstrata e rapidamente conhecida como não reflexo da realidade. Apesar disso, a Escola de Chicago deixou vários legados positivos que influenciaram o futuro da Ecologia Urbana, como a introdução da ciência social como uma disciplina e o uso do estudo de caso como uma abordagem empírica. Contribuiu, ainda, para o uso de mapa como ferramenta de pesquisa e chamou a atenção para o fato de que os assentamentos urbanos passam por transições na forma e na demografia.

Na visão de Hill (2009), a Escola de Chicago teve forte influência no trabalho do arquiteto e urbanista Kevin Lynch, que no início dos anos 60 considerava as cidades como ecossistemas ecológicos. Ele começou a seguir o trabalho de psicólogos que estudavam a ideia de uma "psicologia ecológica". Essa visão enfatizava o papel do meio ambiente no desenvolvimento da cognição e da autoconsciência.

Lynch defendia que a finalidade do Desenho Urbano era aumentar a legibilidade da cidade como uma ferramenta de desenvolvimento individual saudável e o desenvolvimento paralelo de uma vida cívica coletiva, ligando o individual ao coletivo por meio de um ambiente físico. Ele aplicou métodos cognitivos de mapeamento das cidades, denominado de "mapas mentais", nos quais os participantes tinham que se localizar nos distritos urbanos e na cidade, identificando marcos e caminhos.

Um fato curioso nos estudos de Hill (2009) é que Lynch previa que, um dia, o Desenho Urbano fosse guiar o desenvolvimento de espécies não humanas. Este é um dos argumentos para o estudo desta tese, que sustenta que o Desenho Urbano sensível á água será fundamental para ocupações ecologicamente sustentáveis e para a sobrevivência de todos os seres vivos.

3.3.2. A segunda tendência: a cidade como sistema

A abordagem da Escola de Chicago teve reflexo na segunda tendência, denominada por Cadenasso e Pickett (2013), a "cidade como sistema", por sua abordagem multidimensional, uma vez que incorporava o entendimento físico, político, econômico e social. Muitos ecólogos ignoravam cidades e sistemas urbanos, preferiam estudar campos menos complexos que não incluíam os humanos. Os humanos sempre foram considerados como agentes de desequilíbrio e eram considerados como fora do sistema de interesse.

Os ecólogos demoraram a reconhecer a cidade como um sistema digno de ser estudado até meados do século XX. Depois da Segunda Guerra, ocorreram duas abordagens para a Ecologia Urbana. A primeira foca nas populações de plantas e animais nos espaços abertos urbanos como cemitérios, parques, locais vazios devastados pela guerra, principalmente no Japão e nos EUA. Assim, o estudo natural ocupa a Ecologia Urbana, considerada como parte integrante de sistemas urbanos maiores. Porém, os sistemas urbanos mais amplos não foram o foco dessa abordagem.

A segunda abordagem se concentra na cidade como um sistema e a caracteriza como um organismo, como uma máquina de metabolismo. Foi instituído o Programa Biológico Internacional (IBP – 1964 - 1974). Esse programa foi motivado pela necessidade de tratar as questões de impactos ambientais e tentativa de institucionalização da "ciência grande" em Ecologia, no qual foram estabelecidos os conceitos de déficit materiais e gastos energéticos e de metabolismo de todo o sistema. Seu objetivo era ser explanatório e preditivo na estrutura e dinâmica de sistemas, mas predições não poderiam ser feitas no nível macroscópico

porque os ecossistemas eram complexos e influenciados por contingente históricos (PICKETT E CADENASSO, 2013).

Nesse sentido, houve uma frustração quanto ao estabelecimento de uma ecologia integrada da cidade para pesquisa em sistema urbano total. Assim, a pesquisa focada em comunidade e em população de plantas e animais foram relativamente separadas. O programa IBP durou apenas uma década, mas mesmo assim houve um aumento no fundo para pesquisas em ecossistemas nas décadas seguintes, o que contribuiu para o crescimento da ciência ecológica.

A ecologia ecossistêmica compreende as conexões metabólicas recíprocas entre componentes físicos e biológicos do sistema. Os modelos de ecossistema usam uma rigorosa abordagem contabilizada para medir tal sistema em um lugar particular, que consiste de componentes biológicos (organismos) e físicos (substratos como solo, água) e fluxos de matéria, energia e informação entre eles (CADENASSO E PICKETT, 2013) (**Figura 3.4**)

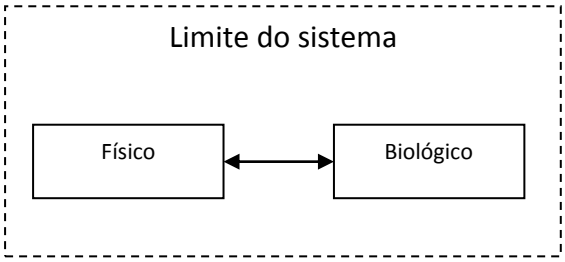


Figura 3.4 - **Modelo de ecossistema**

Os limites do sistema para medição dependem da necessidade do pesquisador ou da questão da pesquisa, que determinam quais componentes e fluxos devem ser considerados. Esses limites em áreas não urbanas podem coincidir com atributos físicos de uma paisagem, como um lago ou uma bacia hidrográfica, bem como unidades de gestão. Se as entradas são equivalentes às saídas, há equilíbrio no déficit contabilizado. Se há diferenças, o sistema está liberando ou retendo o elemento químico que é quantificado.

Essa abordagem, aplicada no âmbito da cidade como um todo, permite calcular o uso e demanda de recurso, como a reserva ou liberação de poluição entre cidades ou em uma específica cidade ao longo do tempo. A bacia hidrográfica pode ser delimitada como um sistema com entrada e saída de material, água, nutrientes, poluentes etc. que podem ser quantificados.

A partir da década de 1970, nasceu o programa O Homem e a Biosfera (MAB) da UNESCO para Ecologia Urbana com o objetivo de estudar assentamentos humanos sob a perspectiva de múltiplas disciplinas para estudos em várias cidades do mundo. Os ecólogos reconheceram que as cidades e as áreas agrícolas e florestais são lugares ecologicamente únicos e dignos de estudo.

Nessa época, os problemas ambientais de grande escala foram aumentando, causando preocupações na sociedade, que teve como marco a publicação de Raquel Carson, "Primavera Silenciosa", sobre uma rede conectada de espécies e as consequências da ação humana nessa rede. Assim, nasceu nos EUA a Agencia de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA), que trouxe contribuições importantes com pesquisas sobre a natureza na cidade, em especial para o desenvolvimento urbano de baixo impacto na década de 1990 (LID – Low Impact Development), detalhado no capítulo 4.

Uma das razões porque a Ecologia Urbana foi perdendo força, segundo Cadenasso e Pickett (2013, p. 38) foi a falta de incorporação da heterogeneidade espacial dentro do sis-

tema, criando uma dissonância entre Ecologia Urbana e a "fina" escala da realidade de muitos sistemas urbanos, a riqueza do detalhe dos "padrões espaciais urbanos". Esta escala é valiosa para checar mudanças ao longo do tempo para uma cidade particular ou para a comparação de cidades. A Figura **3.5** mostra exemplo de espaços heterogêneos em Brasília.

Figura **3.5 -** Vista aérea de Brasília com exemplos de espaços heterogêneos no padrões de uso do solo: Universidade de Brasília, Lago Sul e Candangolândia.
Fonte: Google Earth

Assim, como ocorreu com a ciência social do século XX da Escola de Chicago que não enfatizava a heterogeneidade e tratava dos controladores de distribuição do uso da terra e de pessoas. Fica aqui, então, a hipótese para a segunda questão-problema desta tese: o distanciamento da análise dos padrões espaciais nos estudos do território, gerando uma incompatibilidade de foco e, o que refletiu na lacuna existente entre o Planejamento Urbano e Desenho Urbano que, por sua vez, não favorece a interface com a Ecologia Urbana.

Jane Jacobs percebeu essa contribuição importante da "fina escala" da riqueza e dinâmicas da vizinhança nos bairros. Ela sustentava a importância do papel da heterogeneidade espacial e temporal da vizinhança, como o balé do movimento dos residentes nas calçadas. Outros autores no campo do Desenho Urbano também foram importantes para validar a importância dos espaços heterogêneos para as questões sociológicas e ambientais na década de 1960, por meio de estudos leitura da forma urbana, do desenho de padrões urbanos que tiveram origem no estruturalismo.

Outro aspecto que contribuiu para o enfraquecimento da Ecologia Urbana foi a analogia dos seres humanos aos organismos biológicos. Apesar de considerar a interação dos humanos com o sistema e influência em sua função, essa influência era do mesmo tipo que em qualquer organismo biológico, não incluía uma diferenciação em aspectos culturais por meio das quais comportamentos e escolhas podem ser vistos e influenciados (PICKETT E CADENASSO, 2013).

Posteriormente, esses estudos desenvolveram modelos de fluxo de energia e balanço de massa nas cidades e aprofundaram o conceito de ecologia humana que era aplicável a ecossistemas urbanos, incluindo a investigação sobre a psicologia cognitiva, percepção ambiental, aprendizagem (NILON, BERKOWITZ, HOLLWEG, 1999).

Em suma, a grande contribuição da segunda tendência foi o conceito de ecossistema para a cidade, que abre caminhos para entender o seu funcionamento ecológico, em termos de quantificação de matéria e energia e de investigação de mudanças em sua estrutura que pode influenciar seu funcionamento ecológico.

O uso de limites múltiplos, tais como bacias hidrográficas, parcelamentos, residências e áreas naturais dentro da matriz urbana, enfatiza a capacidade da Ecologia de conectar estrutura de sistema, gestão de escolhas humanas, desenhos, intervenção políticas e suas consequências para o funcionamento ecológico (CADENASSO AND PICKETT, 2013).

3.3.3. A terceira tendência: da ecologia "na cidade" para a ecologia "da cidade" como uma abordagem socialmente inclusiva

A terceira tendência do estado da arte na ciência ecológica urbana inclui várias formas de abordagem. Pode ser dividida em dois ramos: ecologia "na cidade" e ecologia "da cidade". A primeira estuda os padrões e processos ecológicos que ocorrem em ambientes urbanos, compara esses padrões com outros ambientes e verifica de que modo a urbanização interfere na ecologia das espécies animais e vegetais (HERZOG, 2013).

Na ecologia "na cidade", ecologistas urbanos consideram o impacto da urbanização em sistemas naturais remanescentes, incorporados na matriz urbana como sistemas de vegetação em lotes vagos, jardins, ou áreas de plantio intencionadas. Porém, nesse caso, essa abordagem trata de áreas verdes isoladas, as decisões humanas e atividades não são estudadas em conjunto, apesar de tornar possível esta integração (CADENASSO AND PICKETT, 2013, p. 39). Além do mais, não se considera a potencialidade da disposição do traçado urbano.

A segunda abordagem, a ecologia "da cidade", estuda as interações entre os sistemas sociais e ecológicos, de modo a poder propor planos e projetos que mantenham as funções vitais sociais e ecológicas para um ecossistema urbano saudável (HERZOG, 2013). Esse ramo da Ecologia Urbana é complementar ao primeiro e foca no sistema inteiro, não apenas nas áreas vegetadas. Tem apoio da multidisciplinaridade para compreender o sistema ecológico social integrado, por sintetizar a compreensão ecológica de processos e organismos específicos, comportamentos sociais, e retornos entre eles (CADENASSO AND PICKETT, 2013, p. 39).

A ecologia da cidade é um avanço da segunda tendência da ecologia urbana: a cidade como sistema. A diferença é que as heterogeneidades sociais, biológicas e físicas que ocorrem ao longo da cidade são reconhecidas como características importantes que fazem conexão com processos e mudanças que ocorrem dentro dela. Essa tendência da ecologia urbana avançou do estudo dos espaços verdes da cidade para a área inteira urbana, incluindo componentes biológico, construídos, sociais e físicos.

Cadenasso e Pickett (2013) levantam algumas características importantes dessa tendência (**Tabela 3.1).**

Tabela 3.1 - Abordagem mais ampla da ecologia urbana - a Ecologia da Cidade

Característica	Descrição
Unificação do conhecimento biológico e social	Tenta unificar o conhecimento, a abordagem e as preocupações biológicas e sociais. Todas as áreas da cidade estão sujeitas a análise ecológica, não apenas as áreas verdes evidentes;
Heterogeneidade espacial	Reconhece e explora a heterogeneidade espacial e dinâmicas da escala mais fina como característica e causa da mudança urbana;
Controle de processos biogeoquímicos	Procura compreender os controles de processos biogeoquímicos ao longo dos sistemas urbanos, incluindo retenção, fluxos e vazamentos de limites de nutrientes e poluentes;
Natureza híbrida dos sistemas	As cidades são vistas nem totalmente como humanas e nem totalmente como entidades naturais. Ao invés, elas são indissociavelmente tanto construções humanas quanto características biofísicas.

Nessa abordagem, todos os componentes de uma área urbana dentro dos limites escolhidos são reconhecíveis como impactantes no processo ecológico de interesse. Na versão antiga da ecologia urbana, o metabolismo urbano quantificava um grupo de materiais no ar, na água, reservatórios e caminhos através dos quais materiais sólidos, tais como alimentos, edifício, material e resíduos fluíam e eram gerados pela cidade. Segundo Pickett, Cadenasso

e McGrath (2013), esse foco social do metabolismo ecoou ao longo dos tempos desde Karl Marx, que examinava a relação do custo do bem-estar social.

Entretanto, a ecologia do ecossistema tem amadurecido para examinar como a contabilidade de fluxos e reservas são relacionados à identidade de espécies biológicas e à estrutura heterogênea de ambos, o substrato e a comunidade biológica dentro dos ecossistemas. Portanto, atualmente, os estudos em ecossistemas urbanos questionam sobre identidade de espécies, heterogeneidade espacial, dinâmicas de manchas verdes dentro de um sistema urbano e a interação entre a composição biótica, heterogeneidade e fluxos.

A ecologia da cidade ainda permite o foco nas manchas verdes importantes e evidentes que ocorrem dentro de áreas urbanas. Entretanto, também, foca em lugares residuais da cidade, menos evidentes e de menor valor. Trata as escalas da cidade - parcelamento, cidade, subúrbios e espaços periurbanos - em conjunto, como um sistema ecológico. Aborda o mosaico completo de usos da terra e gestão de sistemas, da região metropolitana.

A heterogeneidade espacial é expressa em gradientes ou mosaicos, que são fundamentais para explicar as interações e mudanças na cidade. Seres humanos e suas instituições são parte do ecossistema, não comparecem apenas externamente a ele. O papel dos seres humanos, em múltiplas escalas de organização social (famílias, bairros, instituições) está ligado às escalas biofísicas dos sistemas urbanos.

Cadenasso e Pickett (2013) sustentam que ambas as tendências ainda necessitam ser ordenadas para explicar heterogeneidades e contextos em áreas urbanas. Eles sugerem que a melhor abordagem a ser usada depende de uma questão específica. No caso desta tese, a questão é saber qual a melhor maneira para relacionar a ocupação ecologicamente sustentável com a gestão do ciclo da água no meio urbano e o Desenho Urbano, considerando os serviços ecossistêmicos que possam dar suporte a nossas vidas na cidade.

A ecologia "na" cidade foca nas porções não construídas da paisagem, e pode ser motivada pela conservação do habitat ou espécie (CADENASSO AND PICKETT, 2013, p. 39). Essa abordagem teve repercussão entre os pesquisadores depois da Segunda Guerra para estudar colonização de plantas e animais em áreas remanescentes e, posteriormente, no “Programa Ecologia do Gradiente Rural e Urbano”, nos EUA. Este programa focava na estrutura e função das florestas em conjunto, ao longo do gradiente rural e urbano.

O instrumento de avaliação utilizado no programa foi o transecto, que é um corte ou o caminho através de uma parte do ambiente, mostrando uma gama de diferentes habitats. Ele estuda os muitos elementos que contribuem para as relações simbióticas dos habitats onde certas plantas e animais se desenvolvem. Trata-se de uma seção de uma grande área para demonstrar os níveis de urbanização.

Dentro do programa acima citado, os pesquisadores analisam, dentro da floresta, as dinâmicas de nutrientes em manchas no nível do solo, além de analisar se diversidade e regeneração se encontram abaixo das entradas de nutrientes e poluição. Diferenças nessas variáveis entre florestas ao longo do transecto, hipoteticamente, davam-se devido ao nível de urbanização ao longo da floresta. O nível de urbanização ao redor das manchas de florestas diminui da mais alta até a parte rural. As figuras abaixo ilustram duas formas de estudos de transectos, uma para identificar a intensidade da ocupação nas zonas urbanas e outra para quantificar amostras das ecozonas naturais (**Figura 3.6**).

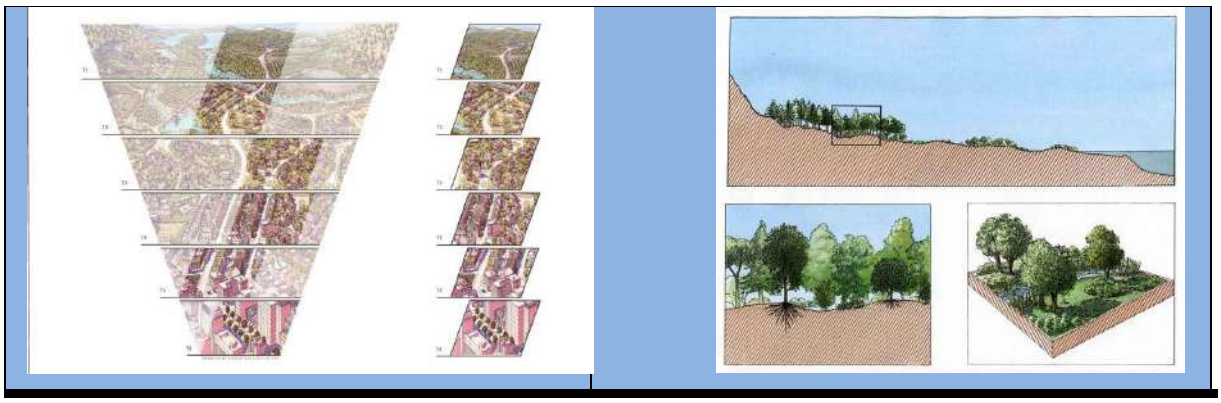


Figura 3.6 - Transectos de Zonas Urbanas do Habitat Humano e Zonas Ecológicas Típicas para quantificação de amostras. Fonte: http://www.transect.org/analysis_img.html

Essa abordagem do transecto já tinha sido utilizada pelo escocês Patrick Geddes, no final do século XIX, com a "seção vale", para mostrar as condições naturais associadas à presença humana, apresentada apenas em termos de exploração. O transecto enfatiza a relação entre o vertical e o horizontal no espaço (**Figura 3.7**).

Geddes reconheceu a região metropolitana como um componente de um sistema urbano e utilizava essa seção para mostrar a relação da topografia que liga uma cidade costeira, onde os produtos são enviados, às montanhas no topo de sua bacia hidrográfica, de onde os produtos-chave se originam (madeira, carvão, rocha e minerais). Ilustrava o poder controlador da topografia, tanto no fluxo de água quanto no fluxo de produtos e transporte, o que era particularmente significante em uma economia regional que dependia de barcos e trens para transportar pessoas e produtos (HILL, 2009).

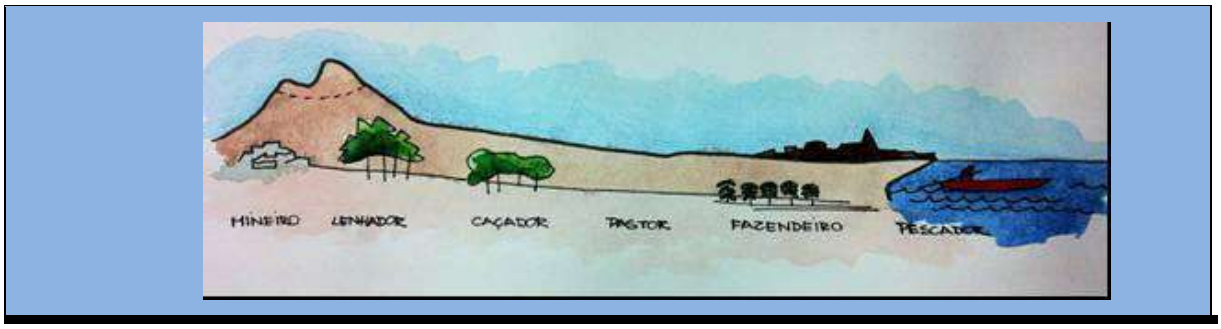


Figura 3.7 - A "seção vale" de Patrick Geddes
Fonte: Hill (2009) Desenho de Carolina Mignon

O transecto também aparece em "Desenhando com natureza" de Ian McHarg, com uma exposição das ecozonas naturais. Esse sistema analítico e operacional de McHarg nunca integrou o habitat humano, que foi simplesmente relegado para onde a natureza foi menos valiosa. Nesse sentido, na visão de Andrés Duany, esse estudo deu um passo para trás a partir do transecto de Patrick Geddes (**Figura 3.8**).

Figura 3.8 – Transecto de Ian Mcharg
Fonte: http://www.transect.org/transect.html

Nessa mesma época, o ecólogo alemão Herbert Sukopp foi outro pesquisador que também utilizava a seção transversal para enfatizar o gradiente vertical e horizontal na temperatura, qualidade do ar, umidade, topografia e mudanças no relevo feitas por humanos, assim como a profundidade do lençol freático, elementos que ele via como guias em potencial para a distribuição de plantas e animais (**Figura 3.9**). Ele relacionava a diversidade de espécies com os padrões de microclimas locais, o que levou ao estabelecimento de listas de espécies ameaçadas na prática de preservação europeia.

Confinado geograficamente pelo muro de Berlim, Sukopp aprimorou seus estudos no campo da Ecologia Urbana e percebeu que os ecossistemas urbanos continham diversidade surpreendente, e pareciam ter padrões característicos que eram únicos no contexto urbano (HILL, 2009).

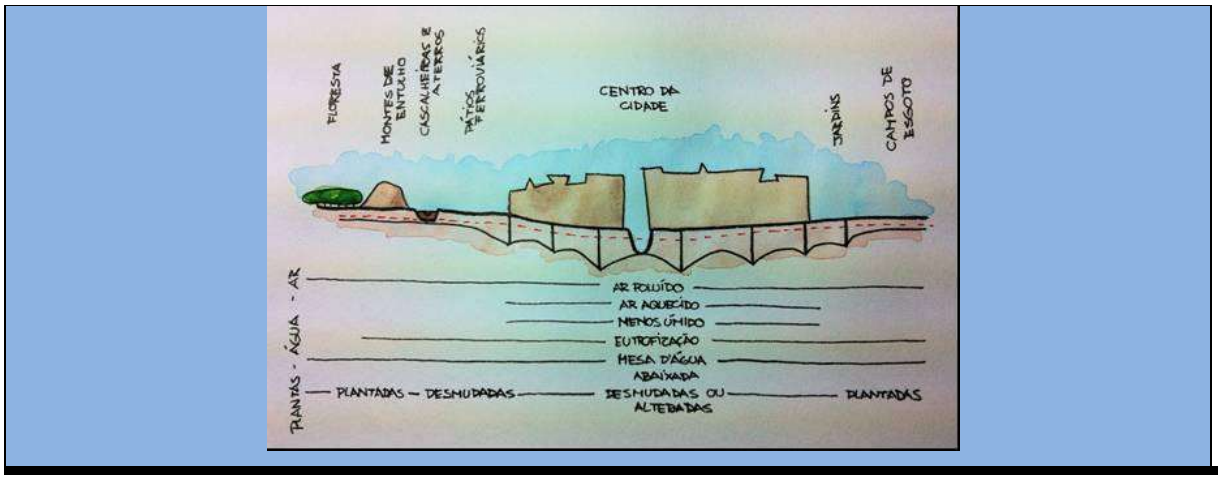


Figura 3.9 - Gradiente vertical e horizontal de Sukopp
Fonte: Hill (2009) Desenho de Carolina Mignon

Atualmente, o Centro de Aplicação de Estudos de Transecto (*Center for Applied Transect Studies* - CATS), nos EUA, promove a compreensão do ambiente construído como parte do ambiente natural, por meio da metodologia de planejamento do transecto rural-urbano. "O CATS apoia a investigação interdisciplinar, a publicação, ferramentas e treinamento para o projeto, codificação, construção e documentação de comunidades baseadas em transectos resilientes".

O CATS tem como objetivo incentivar o cumprimento dos princípios de desenvolvimento do uso do solo e ambiental: comunidades caminháveis conectadas com o trânsito; reforma do zoneamento abrangente; projeto de via baseado no contexto e na infraestrutura ambiental; habitação acessível e diversidade de renda; produção de alimentos individual, local e regional; resposta climática passiva na construção e no desenho urbano; redução dos custos e impactos de infraestrutura ambiental; desenvolvimento e uso de tecnologias baseadas em energias renováveis; reparação de padrões insustentáveis do espraiamento suburbano.

A ferramenta Transecto tem sido usada pelos *designers* que trabalham com urbanismo sustentável, vinculados ao Novo Urbanismo, como Andrés Duany, para descrever escalas, densidades e caracteres variados dos tipos de lugares: de núcleos centrais urbanos a áreas silvestres. Além de determinar o impacto que tem sobre a Terra, o tipo de lugar onde as pessoas vivem tem impacto direto em seu próprio modo de vida, em aspectos como saúde, bem-estar e opções disponíveis.

De acordo com Farr (2013), uma conclusão que se tem, obviamente, ao analisar um transecto urbano-rural é que os lugares mais densos, por terem menos jardins ou áreas verdes para criar zonas de transição ou barreira entre os prédios, exigem um investimento maior em projeto, estética, com técnicas de infraestrutura verde. Por outro lado, nas áreas mais densas encontra-se uma maior mobilidade de pedestres ou de transporte público e número de apartamentos de menor tamanho que o padrão (**Figura 3.10**).

Figura 3.10 - Transecto da densidade construída
Fonte: http://www.transect.org/transect.html

A infraestrutura ecológica, que está sendo utilizada hoje nos países desenvolvidos é uma maneira de integrar as duas ecologias, "da" cidade e "na" cidade, pois faz conexões dentro do ecossistema urbano, ao valorizar os serviços ecossistêmicos proporcionado pela biodiversidade urbana das áreas verdes de todas as formas heterogêneas. Segundo Herzog (2013), ela faz parte de uma nova área de pesquisa chamada de biomimetização, um novo ramo de pesquisa científica, que tem gerado alta tecnologia.

Os estudos e trabalhos que foram desenvolvidos nessa direção, ao longo da história, partiram de estudos da ecologia da paisagem, que tem contribuído para fazer conexão com o campo da Arquitetura e Urbanismo pela arquitetura da paisagem e do planejamento ambiental.

De acordo com Herzog (2013), a ecologia da paisagem trabalha com o conceito de paisagem urbana como um sistema heterogêneo, suscetível a mudanças constantes, em situação de não equilíbrio. Essa paisagem é composta de estrutura (padrão), que depende das interações (conexões) entre os elementos abióticos, bióticos e humanos. Essa abordagem tem uma visão sistêmica sobre o mosaico da paisagem, no qual se encontram fragmentos urbanos, vegetados e florestados, e sobre as conexões ou rupturas (rios e ruas), que existem nos fluxos e processos naturais, determinando o funcionamento do ecossistema urbano.

Os impactos ambientais podem causar alterações nos processos e fluxos dos ecossistemas, provocando uma troca de patamar e de padrão de funcionamento, consequentemente alterando as funções do sistema. Por exemplo: grande tráfego de veículos em locais onde muitos rios foram canalizados, ou estão escondidos em galerias subterrâneas, ou grandes áreas impermeabilizadas, interfere ou corta os processos e fluxos naturais das águas e da biodiversidade.

Com o planejamento sistêmico e projetos integrados a longo prazo, seguindo um bom diagnóstico, é possível criar possibilidades de intervenções que regenerem áreas sem vida, que tiveram a interrupção de fluxos e processos. O desenho urbano sensível á água atual tem esse objetivo, de evitar e mitigar enchentes, deslizamentos, ilhas de calor e outros impactos previsíveis com a criação de cenários futuros.

3.4 Os estudos sobre a ecologia da paisagem e sua interface com o campo da arquitetura e urbanismo

A Ecologia moderna considera os níveis de organização, visto como espectro ecológico e como uma hierarquia ecológica estendida. Hierarquia significa "uma disposição resultando em uma série classificada" (ODUM e BARRIET, 2007, p. 4). A interação com o ambiente físico (energia e matéria) a cada nível produz sistemas funcionais característicos (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013)

A hierarquia dos níveis de organização ecológica contém 7 processos ou funções transcendentes - regulação, desenvolvimento, evolução, energética, comportamento, diversidade, integração - que estão representados como componentes verticais de 11 níveis integrados de organização: células, tecidos, órgãos, sistema de órgãos, organismo, populações, comunidades, ecossistemas, paisagens, biomas, ecosfera (ODUM E BARRET, 2007) (**Figura 3.11**).

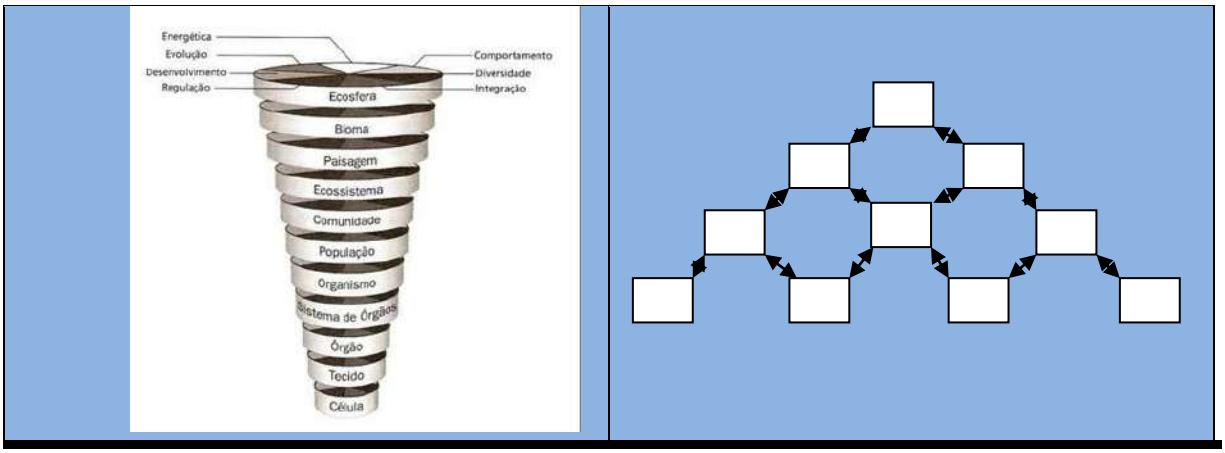


Figura 3.11 - Espectro dos níveis de organização ecológica enfatizando a interação entre os componentes vivos (bióticos) e não vivos (abióticos) e o processo de hierarquia integrativa
Fonte: (ODUM e BARRET, 2007, p. 4)

A comunidade e o ambiente não vivo funcionam juntos como um sistema ecológico ou ecossistema. Comunidade inclui todas as populações que ocupam uma certa área. A paisagem abrange uma área heterogênea composta de um agregado de ecossistemas em interação, que se repetem de maneira similar por toda a sua extensão. Uma bacia hidrográfica é uma unidade da paisagem conveniente para estudo e gerenciamento em ampla escala, porque geralmente tem limites naturais identificáveis (ODUM E BARRET, 2007).

Para Odum e Barret (2007), a Ecologia se preocupa mais com os componentes que estão acima do organismo do que com aqueles que estão abaixo (sistema de órgãos, órgão, tecido, célula). Dessa forma, população, comunidade, ecossistema, paisagem, bioma e ecosfera vão adquirir conceitos específicos na ciência da ecologia (**Tabela 3.2**)

Os que estão abaixo do nível do organismo possuem controle do tipo ponto de viragem, retroalimentação, mantendo estados estáveis dentro do limite (homeostase). Os que estão acima não possuem controle do tipo pontos de viragem, retroalimentação, mantendo estados pulsantes dentro de limites (homeorese).

Tabela 3.2 - Definição no sentido ecológico Odum e Barret (2007, p. 5)

NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO	DEFINIÇÃO NO SENTIDO ECOLÓGICO
ORGANISMO	Organismo individual
POPULAÇÃO	Significa grupo de indivíduos de qualquer tipo de organismo

COMUNIDADE	Inclui todas as populações que ocupam uma certa área.
ECOSSISTEMA	A comunidade e o ambiente não vivo funcionam juntos como um sistema ecológico ou ecossistema.
PAISAGEM	Em Ecologia, é uma área heterogênea composta de um agregado de ecossistemas em interação, que se repetem de maneira similar por toda a sua extensão. Recomenda-se a bacia hidrográfica como uma unidade da paisagem para estudo e gerenciamento em ampla escala porque geralmente em limites naturais identificáveis.
BIOMA	Termo usado para um grande sistema regional ou subcontinental caracterizado por um tipo principal de vegetação ou outro aspecto identificador da paisagem, como o bioma da floresta decídua temperada ou o bioma da plataforma continental oceânica. Uma região é uma grande aera geológica ou política que pode abrigar mais de um bioma
ECOSFERA	É o sistema biológico maior e mais próximo da autossuficiência. Inclui todos os organismos vivos da Terra, interagindo com o ambiente físico como um todo para manter um estado pulsante de autoajuste fracamente controlado.

Apesar de haver uma hierarquia, cada nível do espectro de níveis de organização é integrado ou interdependente de outros níveis. Não existem linhas definidas em um sentido funcional, e nem mesmo brechas: um não sobrevive sem o outro.

Por exemplo, o organismo individual não pode sobreviver sem sua população; o órgão não seria capaz de sobreviver por muito tempo sem o seu organismo; e a comunidade não poderia existir sem a ciclagem dos materiais e o fluxo de energia no ecossistema, que por sua vez faz parte da paisagem, do bioma e da ecosfera. Assim, Odum e Barret (2007) sustentam que a civilização humana não pode existir separada do mundo natural.

Nesse sentido, a propriedade emergente de um nível ou uma unidade ecológica não pode ser prevista com base no estudo dos componentes desse nível ou unidade. “Uma propriedade do todo não é redutível da soma das propriedades das partes” (ODUM E BARRET, 2007, p. 7). Segundo os pesquisadores, “embora descobertas em qualquer nível auxiliam no estudo do próximo nível, mas nunca explicam completamente os fenômenos que ocorrem no próximo nível”.

Há uma distinção entre propriedades emergentes e propriedades coletivas. No primeiro caso, conforme o que foi dito, há uma nova propriedade que emerge a partir da “combinação” dos componentes ou subconjuntos. No segundo caso, a “somatória” dos comportamentos não envolve características novas ou resultados únicos do funcionamento da unidade como um todo. As novas propriedades emergem porque os componentes “interagem”, não porque a natureza básica dos componentes é modificada. As partes não “se fundem” do modo que se encontram, mas interagem para produzir novas propriedades únicas, a totalização. (ODUM E BARRET, 2007, p. 7).

Assim, conforme afirmam, as hierarquias integrativas, tendo como base seus constituintes, evoluem mais rápido, do que sistemas com o mesmo número de elementos não hierárquicos. São, portanto, mais resilientes na resposta às perturbações. “Quando as hierarquias são decompostas em seus vários níveis ou subsistemas, os últimos podem ainda interagir e reorganizar-se para atingir um nível mais alto da complexidade” (ODUM E BARRET (2007, p. 7).

No processo de totalização, as hierarquias dos sistemas da natureza são aninhadas. Cada nível é constituído da totalidade de grupos de unidades de níveis inferiores. Por exemplo, o ecossistema é composto por grupos de comunidades, e a paisagem é composta por um agregado de ecossistemas. Além disso, à medida que os componentes do sistema, ou subconjuntos, combinam-se para produzir um todo funcional, maior, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior.

Nesse sentido, para se estudar qualquer ponto do espectro hierárquico, Odum e Barret (2007) recomendam uma hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima).

O ecossistema é a primeira unidade na hierarquia ecológica que é completa, ele é entendido como:

> qualquer unidade que inclui todos os organismos (a comunidade biótica) em uma dada área interagindo com o ambiente físico de modo que um fluxo de energia leve as estruturas bióticas claramente definidas e à ciclagem de materiais entre componentes vivos e não vivos. (Odum e Barret, 2007, p. 18)

Os conceitos de ecossistema e paisagem diferem pelo fato de o primeiro tratar de uma interdependência de todos os componentes no sistema e existência de um ciclo de matéria e mecanismos de autorregulação, e o segundo tratar da espacialidade e heterogeneidade do espaço onde o homem habita. Porém, o ponto de partida da ecologia da paisagem é semelhante ao da ecologia dos ecossistemas: observação da relação da vida com o ambiente (METZGER, 2011).

A paisagem é composta de manchas de distintos habitats, entendidas como combinações física, química e informacional que diferem uma da outra em termos de padrões espaciais dentro delas. (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013). Na definição de Odum e Barret (2007, p. 4), a paisagem é definida como "uma área heterogênea composta de um agregado de ecossistemas em interação que se repetem de maneira similar por toda a sua extensão". Ela possui um padrão que pode ser determinado pela topografia, pelo ecossistema, pelo tipo de solo. Tais padrões podem sofrer perturbações e alterações, naturais ou de origem antrópica.

Na evolução da ciência ecológica, diferenças entre espécies na sua distribuição e no seu funcionamento, ou diferenças no agrupamento de espécies perpassando variações na macroescala de clima, latitude ou elevação, sempre estiveram presentes como, por exemplo, no nível dos biomas. Entretanto, os ecólogos evitam as variações na microescala, ou na escala mais "refinada", em estudos específicos ou sistemas teóricos, optando pela homogeneidade como tentativa de desenvolver experimentos que permitissem um estudo mais aprofundado que a heterogeneidade presumidamente não comportaria (CADENASSO, PICKETT, MCGRATH e MARSHALL, 2013).

Entretanto, a variação de espécies e de seus agrupamentos observada pelos ecólogos não pôde ser explicada apenas pelas expectativas estabelecidas para diferenças na macroescala do ambiente mais grosseira. Assim, desde a década de 1970, a variação na microescala mais refinada começou a ser considerada para analisar a influência de heterogeneidade de micro e média escalas nos padrões e processos os quais eles estavam estudando.

Assim, surgiu a ecologia da paisagem, como uma subdisciplina da ciência da ecologia para aprofundar estudos sobre o relacionamento recíproco entre heterogeneidade espacial e função de ecossistema (CADENASSO, PICKETT, MCGRATH e MARSHALL, 2013). Portanto, a paisagem não está restrita a nenhuma escala, refere-se a qualquer área de terra que seja internamente heterogênea em ao menos um fator de interesse. Porém, em se tratando de corredores verdes, o estudo deve ser feito com uma visão mais abrangente da escala regional.

As paisagens são caracterizadas pela estrutura, função e dinâmica. A estrutura paisagística descreve o arranjo espacial de elementos, enquanto a função paisagística refere-se a como processos ecológicos operam dentro desta estrutura. A dinâmica analisa a mudança

com o passar do tempo à medida que elementos se transformam por progressões naturais ou por perturbação e o processo de recuperação (CADENASSO ET AL., 2013).

Cadenasso et al. (2013) utilizam o termo paisagem para designar elementos construídos e não construídos de forma que sistemas urbanos possam ser paisagens, possam ser parte de uma paisagem maior e também possam conter paisagens. Assim, as manchas e sua dinâmica são relevantes para descrever e quantificar heterogeneidade em paisagens.

Essa abordagem do ecólogo da paisagem contrasta com a do ecólogo do ecossistema. O primeiro preocupa-se com estudos sobre heterogeneidade espacial, que englobam aspectos geomorfológicos e de recobrimento, tanto naturais quanto culturais, e o segundo busca entender as interações de uma comunidade com o sistema abiótico num ambiente relativamente homogêneo. Essa noção visual, espacial e global está impregnada nas abordagens atuais de ecologia da paisagem (METZGER, 2011).

Segundo Metzger (2011), o termo "ecologia da paisagem" foi introduzido pela primeira vez por um biólogo chamado Carl Troll, quatro anos após Tansley introduzir o conceito de "ecossistema". "A ecologia da paisagem é o estudo do complexo da rede de causa-efeito entre as comunidades vivas e suas condições ambientais que predominam em um setor da paisagem." (TROLL, 1968, *apud* METZGER, 2001)

Há, atualmente, uma grande variedade de visões sobre a questão do estudo da ecologia de paisagens, que geralmente estão ligadas às duas abordagens diferentes sobre o tema. A primeira, nascida na Europa, pode ser associada com a própria história da ecologia e ganhou força a partir da metade do século XX, dá ênfase a tipologia, classificação, nomenclatura e é fortemente relacionada com sistemas construídos, ou seja, com a paisagem cultural.

A segunda, mais recente, surgiu nos Estados Unidos a partir de estudos sobre planejamento ecológico da paisagem, e é encontrada mais nas escolas de desenho, planejamento e arquitetura da paisagem do que nas escolas de biologia. Esses estudos ganharam força com a publicação do livro de Ian McHarg, "*Design with nature*", em 1969.

Na década de 1980, a partir de um workshop realizado em Illinois, definiu-se o objeto de estudo, o domínio intelectual e as ferramentas da ecologia da paisagem. Ao contrário da escola europeia, a abordagem americana tem o foco mais acentuado sobre sistemas naturais ou semi-naturais, sendo mais abordada em teorias e modelos (MARTINS ET AL, 2004). Metzger (2011) considera que ambas as abordagens são igualmente importantes e propõe uma integração entre elas com o intuito de trazer novas perspectivas para a ecologia.

As primeiras referências sobre a paisagem aparecem nos textos escritos por volta de 1000 anos a.C., integrados à liturgia bíblica. A paisagem era representada como uma "bela vista, retratando um valor visual e estético, que anos depois foi muito representado pelos artistas, principalmente os pintores" (METZGER, 2011, p. 2). As pinturas muitas vezes consideravam a paisagem como uma forma de representar, em seu interior, os sentidos de solidão e melancolia.

Atualmente, a paisagem já tem um valor bem abrangente e visões muito diferenciadas para cada pessoa e profissional. Porém, em geral, vinculados a ela estão presentes os conceitos de espaço vivenciado ou espaço inter-relação do homem com o meio ambiente. Essa vivência também pode ser realizada de diferentes formas como contemplação, estudo, projeção de sentimentos, entre outros. Cabe ressaltar que, em todas as interpretações, há sempre a noção de distanciamento, a paisagem nunca está em primeiro plano, o observador não faz parte da paisagem.

A base das emergentes pesquisas e estudos feitos na área da ecologia da paisagem é referente aos padrões espaciais, no que diz respeito ao estudo das causas e consequências geradas na paisagem. Para que esses padrões e os processos ecológicos sejam mais bem compreendidos dentro da paisagem, é necessário que teoria e prática estejam integradas dentro da pesquisa. Alguns conceitos importantes devem ser consideramos antes de se prosseguir com o tema (METZGER , 2011).

Os termos principais e mais usados, segundo Odum (1997), são: mosaico da paisagem que são compostos por matrizes, manchas e corredores. O mosaico da paisagem é definido como uma área heterogênea composta por uma variedade de tipos de comunidades e ecossistemas.

A matriz é o maior elemento, com características de ecossistemas e vegetação basicamente similares. Nela estão inseridas as manchas e os corredores. As manchas são áreas homogêneas que se destacam dentro da matriz pelas características contrastantes com o seu redor. Dependendo das características de cobertura vegetal, planta e composição da mancha, pode-se classificá-la como de alta qualidade ou de baixa qualidade.

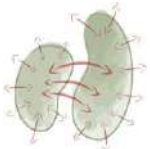
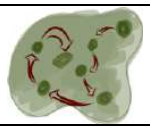
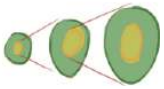
Já os corredores de paisagem são faixas lineares que se destacam na matriz por apresentarem características diferentes das presentes ao seu redor. A função de um corredor é determinada por alguns fatores como: estrutura, tamanho, forma, relação com o entorno e seu tipo. Há cinco tipos de corredores, baseados na questão da origem: corredores de perturbação, plantados, regenerados, de recurso e remanescentes.

A paisagem pode consistir de manchas de arbustos e inúmeras folhas espalhadas que acumulam benefícios debaixo delas, e pode ser uma matriz ao redor de solo aparentemente descoberto que também é composto de uma mistura de pequenos musgos e bactérias e se seguram juntos por secreções desses organismos, ou também pode ser uma matriz urbana. (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Os tipos de manchas podem-se diferenciar na hospitalidade de outros tipos de organismos vivos, tais como insetos, aves e pequenos mamíferos, e ao mesmo tempo podem oferecer diferentes tipos de nutrientes no solo que permitirá diferentes taxas de infiltração para a água da chuva. Algumas estruturas nas paisagens facilitam o movimento de certos fenômenos, tais como fogo, água ou até mesmo doenças, enquanto outras retardam o movimento de organismos e agentes de distúrbios físicos (**Tabela 3.3**).

Tabela 3.3 - Padrões espaciais do suprassistema da paisagem - Ecologia da Paisagem

PADRÃO	DEFINIÇÃO/CONTEXTO	ILUSTRAÇÃO
Paisagem	A paisagem é um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Essa heterogeneidade deve existir para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala.	
Mosaico e Unidade de Paisagem e	O mosaico da paisagem é formado pela paisagem que apresenta sua estrutura contendo manchas, corredores e matriz. A unidade de paisagem é composta por cada tipo de componente da paisagem, resultando no sistema mancha-corredor. Deve-se denotar relação entre as atividades que acontecem em determinada unidade e suas características ecológicas.	
Bordas	As bordas são consideradas a transição entre duas unidades de paisagem.	

Conectividade	Conectividade representa a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos. Deve-se equilibrar os fatores como proximidade dos elementos da paisagem, densidade de corredores e permeabilidade da matriz a fim de se alcançar o nível de conectividade desejado.	
Elementos de Paisagem	Os elementos de paisagem são as manchas, corredores ou área de matriz.	
Matriz	A matriz é geralmente a área que recobre a maior parte da paisagem ou tem um maior grau de conexão e menor grau de fragmentação. Deve-se considerar a mancha como o elemento que desenha o principal papel funcional da paisagem estudava, levando em conta que uma matriz em determinada escala pode ser a mancha em uma escala menos detalhada.	
Corredores	Corredores são áreas homogêneas, relativamente estreitos, de uma unidade de paisagem e dispostas de forma linear. Há cinco tipos de corredores, baseados na questão da origem: corredores de perturbação, plantados, regenerados, de recursos ou remanescentes. A função do corredor deve ser determinada por fatores como estrutura, tamanho, forma, relação com o entorno e seu tipo.	
Mancha	As manchas são áreas homogêneas com extensões espaciais reduzidas e não lineares.	
Fragmento	A mancha originada por fragmentação de uma área que antes se apresentava de forma contínua, como matriz. A alteração da estrutura de uma unidade de paisagem através de atividades humanas resulta em uma grande perda da diversidade biológica.	
"Stepping Stone" Trampolim ecológico	São pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz. A função dos trampolins ecológicos "*stepping stones*" deve ser de facilitar os fluxos entre as manchas	
Sistema Fractal	Sistema fractal é aquele sistema que mantém as características iguais em todas as escalas.	

Sistematização e Ilustrações: desenvolvidas por Fernanda Galvão no âmbito da pesquisa de PIBIC "Identificação dos princípios de sustentabilidade ambiental relacionados aos padrões espaciais dos ecossistemas", orientada pela professora Liza Andrade no projeto de pesquisa "Estudos sobre métodos e ferramentas para promover a regeneração ambiental urbana", do Edital ProIC/DPP/UnB – PIBIC (CNPq) e FAPDF 2012/2013. Esta pesquisa recebeu menção honrosa no 19º. Congresso de Iniciação Científica da UnB e 10º. Congresso de Iniciação Científica do DF em novembro de 2013.

Segundo o documento "Panorama das Cidades e da Biodiversidade" (CBD, 2012), a paisagem, área heterogênea composta de ecossistemas, é composta de biodiversidade urbana, que é a variedade e riqueza de organismos vivos (incluindo variações genéticas) e diversidade de habitats encontrados dentro e nas bordas de assentamentos humanos. Essa biodiversidade abrange do entorno rural ao núcleo urbano (**Tabela 3.4** e **Figura 3.12**).

Tabela 3.4 - Tipos de paisagem

Remanescentes de paisagens naturais intocadas	Resquícios de florestas antigas
Paisagens agrícolas tradicionais	Campos, áreas de terra arável
Paisagens urbano-industriais	Centros urbanos, áreas residenciais, parques industriais, parques e jardins formais, áreas contaminadas

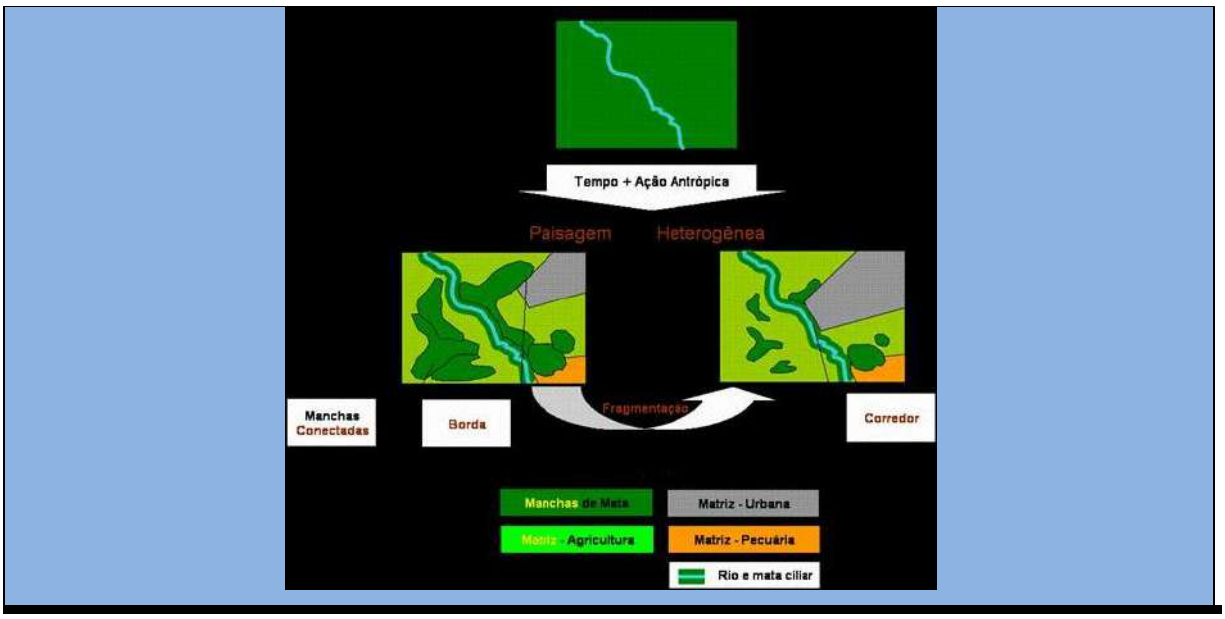


Figura 3.12 - Análise da Paisagem. Fonte: Instituto de Biociências da USP – Departamento de Ecologia http://www.ib.usp.br/~delitti/projeto/alexandre/analise%20da%20paisagem.htm

A questão-chave é entender como as atividades humanas e a forma urbana interagem com processos naturais do ar (transferência de calor e fluxo de ar), da terra (geologia e solos), da água (fluxo de água), da vida (reprodução, crescimento e comportamento) e dos ecossistemas (fluxos de energia, informações e materiais, sucessão de espécies de plantas e comportamento de plantas e animais) (SPIRN, 2011).

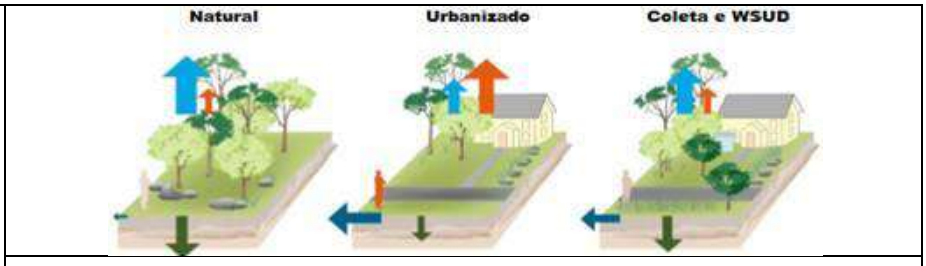
Nas cidades, a biodiversidade expõe as pessoas à natureza e, desse modo, facilita a sua apreciação, por meio de oportunidades para recreação, saúde e relaxamento, além de coesão comunitária. O acesso a áreas verdes foi relacionado com uma redução na mortalidade da população e uma melhora na percepção de saúde e na saúde em geral. Esses benefícios são fornecidos pelos ecossistemas terrestres e aquáticos (naturais ou alterados). A **Tabela 3.5** reforça os serviços ecossistêmicos prestados aos seres humanos.

Tabela 3.5 - Serviços ecossistêmicos nas cidades (adaptado do programa australiano Desenho Urbano Sensível à Agua, *Water Sensitive Urban Design* - WSUD, 2013)

Qualidade da água	Manutenção da qualidade da água por meio de retenção, filtragem e transformação de poluentes a partir dos processos naturais
Conforto Térmico	Redução do aquecimento urbano e aumento do conforto térmico com a evapotranspiração, no âmbito da cidade como um todo e no âmbito dos edifícios
Equilíbrio nos fluxos de águas pluviais	Melhoria dos regimes de fluxo para vias urbanas, devido ao processo atenuante de escoamento de águas pluviais e redução de fluxos de pico
Redução de vulnerabilidades ambientais	Redução de riscos de infraestrutura e condição ecológica mais adequada por meio da complexidade do canal fluvial e dos níveis satisfatórios de estabilidade
Captação de CO2	Aumento da captura de carbono, sombra para redução da carga de calor nas pessoas
Biodiversidade e produção de alimentos	Apoio à biodiversidade por meio da vegetação produtiva e possibilidade de compostagem do lixo orgânico nas áreas verdes
Qualidade do ar	Melhoria da qualidade do ar, devido à remoção considerável de poluentes pela vegetação

O processo de urbanização das cidades, com seus condicionantes, causa alterações ao meio ambiente natural e, consequentemente, as mudanças climáticas agravadas por tais ações têm alterado a capacidade do meio ambiente de fornecer serviços ambientais para proporcionar bem-estar às populações. A **Tabela 3.6** ilustra a diferença do meio natural e urbanizado no que tange à biodiversidade e os fluxos d'água. A última figura ilustra o potencial do Desenho Urbano Sensível á Água do programa australiano WSUD (2013).

Tabela 3.6 - Impactos urbanos na paisagem, na atmosfera e na hidrologia e os benefícios da coleta de águas pluviais (WSUD, 2013, p. 42)

Direcionamento do curso de água e biodiversidade			
Exposição de águas subterrâneas	Alto	Baixo	Moderado
Evapotranspiração	Alto	Baixo	Moderado
Aquecimento atmosférico e armazenamento de calor em edifícios	Natural	Calor intenso	Próximo do natural
Conforto térmico humano	Neutro	Quente	Ligeiramente quente
Escoamento superficial	Baixo e não frequente	Alto e frequente	Moderado e não frequente
Fluxo de hidrologia	Natural	Cheio de picos	Moderado (fluxos altos e baixos)
Mata ciliar	Intacto	Degradado	Restaurado
Forma do curso d'água	Natural	Gravemente degradado	Potencial de recuperação

Segundo o relatório "Panorama das Cidades e da Biodiversidade" (2012), a biodiversidade pode apresentar correlação com classe de renda socioeconômica. Em alguns lugares, já foi constatado que a diversidade de plantas e avifauna em bairros e parques urbanos apresenta uma correlação positiva significativa com a renda familiar média. Isso quer dizer que a biodiversidade na cidade está associada ao tipo de configuração espacial urbana e, suas as edificações, aos padrões de uso e ocupação do solo.

Esse documento também avaliou a biodiversidade em ambientes de água doce e trouxe como resultado que os efeitos do crescimento demográfico urbano global e das mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica em relação à biodiversidade dulcícola seriam maiores em locais com grandes demandas urbanas de água, considerando à disponibilidade hídrica, assim como onde existe um elevado endemismo[78] de espécies de água doce.

Portanto, pelo o que foi exposto, a biodiversidade e sustentabilidade hídricas estão diretamente associadas à configuração urbana dos padrões espaciais e de uso do solo. Vêm daí, então, duas grandes questões desta pesquisa: como associar a biodiversidade à diversidade de comunidades de pessoas no espaço urbano? Como adaptar a forma urbana à comunidade, aos ecossistemas, à paisagem e aos processos naturais? Torna-se necessário fazer um levantamento mais aprofundado sobre os estudos da ecologia nas cidades.

3.5 A compreensão da cidade como ecossistema urbano: uma tentativa transdisciplinar para conexões

[78] Endemismos, do grego *endemos*, são grupos taxonómicos que se desenvolveram numa região restrita. resultado da separação de espécies, que passam a se reproduzir em regiões diferentes, dando origem a espécies com formas diferentes de evolução. http://pt.wikipedia.org/wiki/Endemismo

Os ecossistemas têm o potencial, nas cidades, de regular o clima, proteger contra riscos, satisfazer necessidades energéticas, dar suporte à agricultura, prevenir a erosão do solo e propiciar oportunidades para recreação e inspiração cultural.

O conceito de ecossistema é um conceito adequado para a compreensão do ambiente urbano como um ambiente que engloba todos os organismos urbanos no nível da comunidade, desde a estrutura física da cidade e os processos que fazem parte dela, a inter-relações das atividades humanas até mesmo todos os níveis de vida no âmbito da cidade (SPIRN, 2011).

As cidades são ecossistemas interdependentes de outro sistema, conforme visto no espectro hierárquico, que é seu entorno. O ecossistema está inserido na paisagem e, ao mesmo tempo, é receptor dela, portanto, a transferência de informação, matéria e energia que se produz entre a cidade e seu entorno (a paisagem) é a base que mantém e torna mais complexa a estrutura urbana organizada. Tanto a paisagem quanto os assentamentos se modificam em consequência dessa relação (RUEDA, 1999).

A cidade deve ser entendida como um sistema que é caracterizado por propriedades que emergem das interações entre as partes. Nesse sentido, o conceito de ecossistema urbano para o desenho urbano se torna útil, considerando uma área específica na qual a comunidade de populações e organismos e o ambiente físico interagem, como se fosse o "nicho" dos organismos humanos, combinando o ambiente e as características do organismo (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Porém, é necessário compreender também "as bordas" dos ecossistemas na paisagem, para entender como os fluxos de matéria e energia atravessam seus limites. As paisagens são áreas espacialmente delimitadas de qualquer escala, que são internamente heterogêneas. Os sistemas ecológicos, entendidos como paisagens, enfatizam as interações espaciais, dos quais os organismos e os fluxos se ocupam (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Como foi visto anteriormente em Odum e Barret (2007), para se estudar qualquer ponto do espectro hierárquico é importante considerar uma hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima). No caso desta pesquisa, é importante considerar a hierarquia tríplice do sistema urbano propriamente dito que engloba a comunidade de uma população que ocupa certa área e o ambiente não vivo; seu subsistema, que é a comunidade, e o suprassistema da paisagem, que nesta pesquisa será considerada a bacia hidrográfica (**Figura 3.13**).

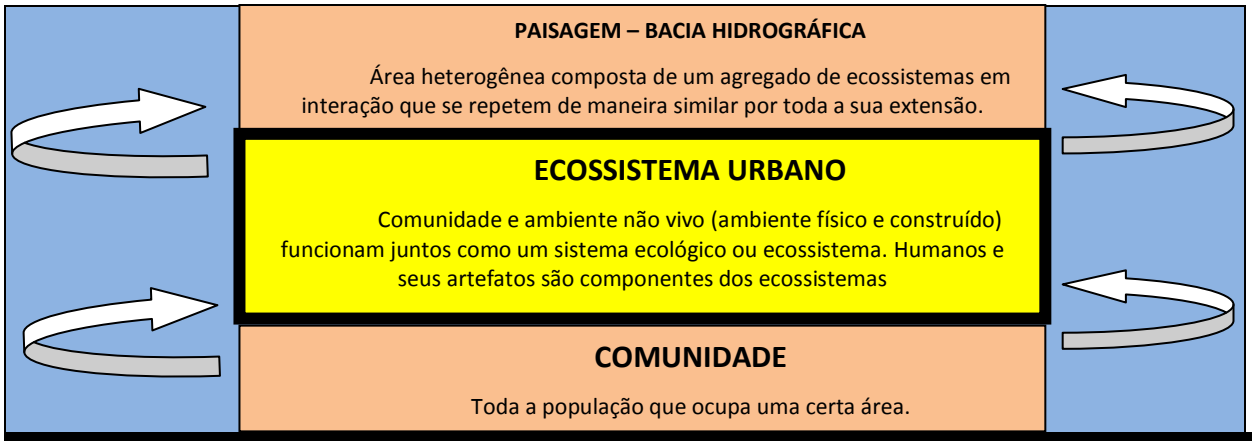


Figura 3.13 - Hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima). ODUM e BARRET, 2007.

Uma bacia hidrográfica é uma unidade da paisagem conveniente para estudo e gerenciamento em ampla escala, porque geralmente possui limites naturais identificáveis. A configuração ou estrutura da paisagem fragmentada determina as consequências para o ecossistema.

Conforme foi visto anteriormente, a abordagem da ecologia "na" cidade evolui para uma abordagem da ecologia "da" cidade, que incorpora novas abordagens da ecologia, de forma geral, e dos ecossistemas, em particular.

a paisagem urbana era vista como uma antítese às paisagens naturais, e não se via a oportunidade de novos *insights* para observar o funcionamento dos ecossistemas. Entretanto, a urbanização cria um novo tipo de paisagem, com padrão de relações em um único processo, com mosaicos de espaços heterogêneos.

Os sistemas urbanos, em geral, são caracterizados como aqueles que produzem efeitos além de sua extensão espacial (pegada ecológica) com muito mais consumo de energia (input) que outros ecossistemas. Têm menor biodiversidade, porém maior abundância, dominância de certas espécies, com substituição de espécies nativas por espécies exóticas, e homogeneização da biota (animais e plantas).

As cidades como ecossistemas possuem ambientes de entrada (áreas de onde se retiram matérias primas diversas) e ambientes de saída (pontos da biosfera que recebem os resíduos do metabolismo urbano) muito maiores do que outros ecossistemas heterotróficos (ODUM, 1988, WACKERNAGEL e REES, 1996).

No espectro hierárquico, as cidades, com a globalização econômica, espalham suas ramificações por sobre toda a biosfera. Elas se diferenciam dos ecossistemas naturais por possuírem um metabolismo muito mais intenso por unidade de área, exigindo um influxo maior de energia concentrada (combustíveis fósseis), uma grande entrada de materiais e energia para a manutenção da vida (estilo) e gerando uma saída de resíduos maior e, consequentemente, mais tóxica. Ademais, além dos requerimentos biológicos, apresenta exigências culturais (Dias, 2002). Diferenciam-se umas das outras também internamente em função de fatores econômicos, sociais, culturais e naturais.

Alguns autores estimam que as áreas atuais das cidades estejam com ordens de magnitudes maiores do que as áreas fisicamente ocupadas por elas. As cidades sobrevivem de recursos e serviços apropriados dos fluxos naturais do entorno, ou adquiridos por meio de comércio com todas as partes do planeta, produzindo um déficit ecológico.

De acordo com Wackernagel e Rees (1996) apud Dias (2002), o planeta Terra possui uma superfície de 51 bilhões de hectares, dos quais 13,1 bilhões formam as terras não cobertas por gelo ou água. Desse montante, 4,2 restantes são ocupados por desertos, regiões semiáridas, áreas de pastagens, não utilizadas e áreas construídas (sendo que estas já representam 0,2 bilhão de hectares). Da área de terra ecologicamente produtiva (8,9 bilhões de hectares), subtrai-se 1,5, destinado à preservação. Isso significa que 7,4 bilhões de hectares de terra ecologicamente produtiva estão disponíveis para o uso humano, para uma população de aproximadamente 6,7 bilhões de pessoas. O que daria uma proporção de 1,10ha por pessoa.

Alguns estudos indicam que, por volta de 1980, a pegada total humana atingiu o ponto limítrofe da capacidade biológica do planeta, o que significa que, até esse período, um planeta era suficiente. Segundo o WWF, em seu relatório "Planeta Vivo 2010" (*Living planet report*), a pegada mundial, em 1999, era de 2,29 hectares globais por pessoa, sem considerar a porcentagem dedicada à proteção da biodiversidade. Outros dados (WACKERNAGEL & REES, 1996 *apud* DIAS, 2002) demonstram que o Japão tem uma pegada ecológica oito vezes maior que seu próprio território; a Alemanha e a Holanda, 15 vezes; e, algumas megacidades, como Londres, 120 vezes.

Apesar de esse consumo estar representado na quantidade de área produtiva necessária para produzir bens e serviços ambientais, a forma urbana não está incorporada no cálculo diretamente. Porém, a partir do século XXI, a forma urbana passou a ser incorporada na avaliação ambiental de projetos de empreendimentos urbanos, como os processos de certificações ambientais para bairros, mas estes ainda não avaliam a qualidade dos projetos urbanos.

Sob o olhar da ecologia da paisagem, os sistemas urbanos sofrem alterações nas características e dinâmicas das manchas, de acordo com os níveis de urbanização. As áreas urbanas são caracterizadas por conterem propriedades espaciais diferentes, comparadas às áreas não urbanizadas, apresentam maior densidade de áreas de bordas e maior número de manchas. Os ciclos biogeoquímicos são alterados com a retirada da vegetação, com o descarte de resíduos e a poluição.

Grande parte da ocupação urbana está ocorrendo em áreas agricultáveis, o que significa um número reduzido de áreas para produção de alimentos, aumentando a intensificação da agricultura em terras marginias às cidades.

Como qualquer ecossistema, na visão de Spirn (2011), o ecossistema urbano considera todos os organismos que habitam dentro dele (incluindo os humanos) e suas interações entre si e com o ambiente físico, que compreende artefatos construídos, como edifícios, estradas e redes de esgotos, bem como a água, o solo e as plantas. Assim, pode-se dizer que o ecossistema urbano abrange todos os processos que sustentam os recursos naturais e humanos: culturais; fluxos de capital, pessoas e bens; fluxos de água, ar, nutrientes e poluentes. Portanto, ele é a interação dos componentes sociais, biológicos, físicos e do ambiente construído (Figura 3.14).

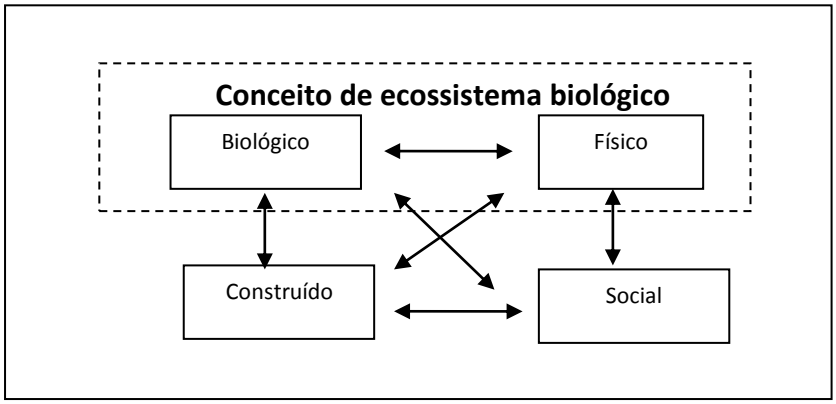


Figura 3.14 - Conceito de ecossistema biológico.

Ele é um sistema dinâmico e influenciado por diferentes tipos de forças condutoras: análise espacial, contexto histórico e sustentabilidade. O urbano conota um contraste com a paisagem, caracterizada como natureza ou destinada à gestão do recurso natural e economia baseada na comodificação[79] dos recursos naturais (PICKETT, CADENASSO, MCGRATH, 2013).

Ecossistemas urbanos contêm organismos, entidades e condições físicas, e interações entre elas. Os sistemas urbanos, com seus subsistemas, centro de cidades, subúrbios e cidades periféricas, composto de seres humanos e seus arranjos institucionais e seus artefatos, são partes dos componentes físicos e dos organismos (Figura 3.15).

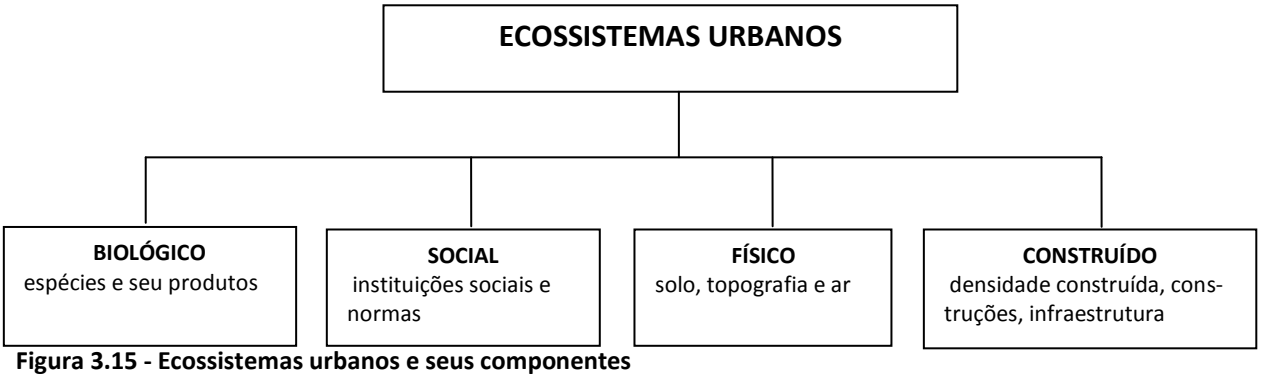


Figura 3.15 - Ecossistemas urbanos e seus componentes

Um grande passo foi dado no encontro entre o desenho urbano e a ecologia com a aceitação da heterogeneidade espacial de sistemas ecológicos como um aspecto importante para avaliar a funcionalidade ecológica desse sistema. Essa conexão ainda está sendo construída pelos pesquisadores norte-americanos Cadenasso, Pickett, McGrath e Marshall, do Cary Institute. Portanto, ainda está no processo de desenvolvimento e novas contribuições serão importantes.

3.5.1 A heterogeneidade espacial das manhas

Na ecologia, heterogeneidade espacial é reconhecida quando há variação entre algumas "características de interesse" em uma dimensão espacial. Entretanto, estudar sistemas urbanos por meio de uma lente ecológica é uma busca relativamente nova (CADENASSO e PICKETT, 2013), e apenas agora os ecólogos estão descobrindo como quantificar e mapear heterogeneidade urbana para que se possa testar como ela está conectada à função ecossistêmica.

Essa conexão entre estrutura e função sugere uma colaboração frutífera entre ecólogos e *designers* urbanos, de forma a ampliar o entendimento de áreas urbanas como sistemas socioecológicos para o desenho de cidades resilientes. Para o entendimento do conceito abstrato de heterogeneidade, Pickett e Cadenasso (2013) utilizam a metáfora da "colcha de retalhos". Cada retalho na colcha é distinto dos demais, e as distinções existem porque os retalhos de tecidos variam em cor, padrão, material ou forma.

No entanto, os retalhos não têm, necessariamente, de diferir entre si em todas as possíveis características. Por exemplo, retalhos poderiam ser do mesmo tamanho e forma e apenas diferir em cor, ou poderiam ter a mesma cor, mas diferentes formas ou costuras. E ainda um dado tipo de retalho pode ser recorrente na colcha.

[79] Transformação em bens e serviços em *commodity* (Wikpédia).

Para conferir um determinado conhecimento científico, a característica variante ou o critério de análise devem ser especificados. Por exemplo, uma área urbana pode ser heterogênea devido à variação no uso do solo, delineando manchas (*patchs*) comerciais, industriais e residenciais. Ou poderia ser baseada em índices demográficos e manchas delineadas usando dados de Censo.

Segundo Cadenasso et al. (2013), há dois componentes importantes para especificar a heterogeneidade. Um, é a característica de interesse determinada por um problema de pesquisa em específico. De acordo com os pesquisadores, um problema de pesquisa explícito estabelece a característica focal e o retrato resultante, ou modelo, de heterogeneidade.

Por exemplo, no caso dessa pesquisa sobre padrões urbanos mais sustentáveis para o desenho urbano sensível á água, a quantidade de superfícies impermeáveis, coberturas arbóreas, tipos edilícios, consumo de água e classe social é muito importante. Assim como é necessário considerar Ou na escala da comunidade de bairro, padrões urbanos que favoreçam o encontro das pessoas nos espaços públicos e, ao mesmo tempo, favorecer o caminho das águas, a infiltração de água no solo, a compostagem de lixo e a produção de alimentos.

Como a caracterização de heterogeneidade espacial depende de um problema de pesquisa em específico, não há uma que seja aplicável para todos os problemas, e pode haver diversas descrições de determinada área, cada uma gerando hipóteses de influência em diferentes processos ecológicos.

O segundo componente para especificar heterogeneidade é reconhecer que ela é espacialmente explícita e, como consequência, pode ser mapeada e quantitativamente descrita em qualquer momento no tempo. Uma análise de heterogeneidade espacial deve ser feita em uma área e tempo específicos.

De acordo com Cadenasso et al. (2013), a heterogeneidade como um conceito é neutra no que tange a escalas. Isso significa que ela pode ser aplicada a qualquer escala temporal ou espacial. Na escala espacial, ela pode existir na escala de centímetros, como, por exemplo, na análise do solo, pela descrição da variação do conteúdo da umidade do solo, densidade de raízes, ou fluxo de nutrientes. Ou pode ser identificada na escala de quilômetros, na transformação do uso do solo, usando categorias como urbano, agricultura e mata.

Ambas as heterogeneidades podem ser usadas para fazer referência a problemas de pesquisa específicos, ainda que existam em escalas completamente diferentes. Nesse sentido, para os fluxos de água, essa abordagem torna-se fundamental. Assim, tornam-se possíveis as várias aplicações de técnicas de manejo adaptativo para as águas pluviais, em todas as escalas urbanas.

As manchas utilizadas são unidades espaciais que têm localização específica e dimensionalidade. Consequentemente, podem ser quantitativamente descritas por seu tamanho, forma e ainda localização relativa a outras manchas. Tipicamente, o arranjo de manchas é contínuo, o que significa que todo espaço dentro da área pertence a um tipo de mancha, ou, em outras palavras, não há buracos nessa colcha de retalhos. Para fazer uma análise, Cadenasso et al. (2013) recomendam como medidas de avaliação (**Tabela 3.7**):

Tabela 3.7 - Medidas de avaliação de manchas, segundo Cadenasso et al. (2013)

Medidas de avaliação	Características ou critérios
Número de manchas	Quantas manchas existem em dado local
Diversidade de tipos de manchas	A riqueza em manchas - quantos tipos existem no local
Frequência	A frequência de diferentes tipos de manchas

	Quais manchas são mais frequentes adjacentes uma a outra?
Configuração das manchas	A configuração das manchas Como é o arranjo de manchas segundo uma heterogeneidade em escala mais ampla tal como inclinação ou tipo de solo

A configuração das manchas é particularmente importante porque facilita o reconhecimento de conexões e interações entre manchas em um arranjo pelo movimento de energia, matéria, organismos (incluindo humanos) e informação.

Os pesquisadores fazem uma comparação entre os modelos de desenho antes do século XIX nas cidades industriais e os extensos subúrbios planejados para o automóvel desenvolvidos após a Segunda Guerra Mundial. No primeiro modelo, o desenvolvimento urbano era empresarial e, o transporte, feito a pé ou por tração animal. Os diferentes usos do solo - comercial, residencial e industrial - eram próximos entre si, e sua integração resultaria em grande riqueza de manchas.

No segundo modelo, separaram o uso do solo, e grandes áreas foram cobertas com usos residenciais, ficando usos comerciais e industriais segregados a áreas específicas. Isto resultaria em menor riqueza de manchas por área, comparada com o primeiro caso, conforme ilustrado na **Figura 3.16** na cidade de Manchester, no Reino Unido, na área central e na área suburbana.

Figura 3.16 - Manchester, Reino Unido. Região central com maior riqueza de manchas (esquerda) e região periférica com menor riqueza de manchas (direita).
Fonte: Google Earth, citado por Cadenasso et al. (2013)

Continuando os argumentos de Cadenasso et al. (2013), na escala temporal, arranjos de manchas podem mudar, o que poderia ser denominado de dinâmica de manchas. Elas mudam de duas formas: nas fronteiras ou nas características internas.

Como exemplo de mudança nas fronteiras temos que, se as manchas foram estabelecidas com base na variação da densidade de superfícies impermeáveis e árvores, mudanças na densidade de quaisquer desses elementos influenciaria na demarcação das manchas. Como exemplo de mudança de características internas, temos que o aumento no número de habitações aumentaria a densidade de superfícies impermeáveis, enquanto o plantio ou morte de árvores mudaria a sua densidade. Se as mudanças na densidade forem consistentes por toda a mancha, então a identidade da mancha pode mudar, enquanto suas características internas se alteram.

Alternativamente, se a densidade de superfícies impermeáveis ou árvores muda em uma única parte da mancha, sua fronteira se modificará enquanto essa mancha é dissecada em múltiplas manchas, refletindo diferentes densidades de árvores ou superfícies imperme-

áveis. Cadenasso et al. (2013) acreditam que tais mudanças em fronteiras de manchas podem ser do interesse do desenho urbano por conta dos objetivos de projetos específicos ou sua relação com projetos vizinhos.

Tais objetivos podem incluir desde a manutenção da biodiversidade, melhoria dos fluxos de água no local, mitigação dos efeitos de ilhas de calor, produção de alimentos, compostagem de resíduos orgânicos, entre outros. Assim, a tanto a escala espacial quanto a temporal são importantes para a identificação da heterogeneidade e para qualquer pesquisa acerca das consequências dessa heterogeneidade envolvendo coleta, análise e interpretação de dados (CADENASSO ET AL., 2013).

Nesse sentido, as dimensões espacial e ambiental da sustentabilidade podem ser aplicadas na mesma área, tendo em vista que o bairro ou a cidade podem ter densidades diferentes, reforçando assim a importância da escala do desenho urbano para determinar a densidade construtiva daquela zona urbana do planejamento urbano tradicional, trabalhando os vários tipos de manchas, o número, a diversidade, a frequência e a configuração. Assim, não fica restrito a um tipo de modelo de cidade, compacta ou verde.

Nesse sentido, o nível do sistema da paisagem, acima do ecossistema urbano inclui elementos construídos e não construídos, de forma que sistemas urbanos possam ser paisagens, possam ser parte de uma paisagem maior e também possam conter paisagens. Manchas e sua dinâmica são, portanto, relevantes maneiras pelas quais os ecólogos podem descrever e quantificar a heterogeneidade em paisagens.

A dinâmica de manchas se desenvolveu a partir de diversas teorias em ecologia que objetivavam entender o mecanismo que influenciava a distribuição de espécies, como a teoria da biogeografia das ilhas. Assim, foi possível descobrir que cada “mancha habitat” pode servir como fonte ou como canal de escoamento de indivíduos da população. Uma “mancha fonte” provém todos os recursos necessários para o aumento da população. Em contraste, uma “mancha de escoamento” pode prover alguns dos recursos necessários mas, por si só, seria incapaz de sustentar a população(CADENASSO ET AL., 2013).

A heterogeneidade de manchas permite que as espécies se movam entre aquelas que formam um habitat adequado porque: são próximas o suficiente para acomodar o movimento (ex. voo ou dispersão pelo vento); a matriz na qual houve a intervenção (interveniente) pode não ser o habitat preferido, mas é um habitat no qual o organismo pode sobreviver enquanto se movimenta entre manchas mais adequadas; e as manchas são conectadas por corredores verdes.

Cadenasso et al. (2013) alertam que o zoneamento do uso do solo, como é utilizado normalmente, não é uma variável ecológica clara e, portanto, restrita a aplicação aos sistemas ecológicos urbanos. O uso do solo une estrutura e aspectos de funcionamento social ou processos econômicos. Nesse sentido, conhecer o uso do solo de uma área não necessariamente explica seu funcionamento ecológico, nem mesmo o tipo de classe social.

Entretanto, na escala mais refinada do desenho urbano, pouco utilizada nos planos do território no Brasil, a heterogeneidade espacial pode influenciar as funções ecológicas urbanas, como retenção de água superficial, nitrogênio e calor, ciclo do carbono e a biodiversidade. Nem todo o solo residencial é estruturalmente o mesmo, dada a variação da densidade de edificações e vegetação, e a quantidade de superfícies impermeáveis. Na **Figura**

3.17, pode-se verificar a diferença de manchas quanto à permeabilidade à infiltração de água e vegetação.

Figura 3.17 - Vista aérea do Plano Piloto de Brasília, SQN 108 (esquerda) e Vila Planalto (direita).
Fonte: Google Earth.

No campo do desenho urbano, conhecer a heterogeneidade espacial permite inferir uma série de resultados, com cruzamento de dados socioeconômicos e ambientais. Lima, Andrade e Hollanda (2013) realizaram levantamentos sobre a relação dos padrões de uso e ocupação do solo, tipos edilícios, consumo e renda da população em Brasília (baseados em HOLANDA, 2007; SANT'ANA, 2011) e, no campo da geologia, sobre padrões espaciais e taxas de impermeabilidade e escoamento (baseados em MENEZES, 2010) e identificaram que, quanto mais alta a renda, menor o escoamento superficial e maior o consumo de água.

Por meio da correlação desses elementos[80], foi possível estabelecer uma relação entre o grau de impermeabilização das ocupações urbanas e a faixa de renda de sua população residente. Na **Figura 3.18**, o padrão espacial do Lago Sul, à esquerda, com tipo edilício de alta renda, tem um alto consumo de água de (681 l/pessoa/dia) e percentual de área impermeável de 40 a 70%. O padrão espacial da cidade do Paranoá, à direita, com tipo edilício de menor renda, tem um baixo consumo de água (165 l/pessoa/dia) e percentual maior que 70% de taxa de impermeabilização.

Figura 3.18 - Vista aérea do Lago Sul (esquerda) e do Paranoá (direita)
Fonte: Google Earth

Neste caso, torna-se fundamental associar estudos sobre fluxos de água ao desenho urbano, desde os sistemas de infraestrutura, de circulação de vias, de vegetação, das áreas livres públicas e elementos fundiários, como o tamanho de macro e microparcelas (lotes) e ao estudo do tipo edilício, determinante como tipo de moradia apropriada para as classes sociais.

[80] A correlação desses elementos será tratada com mais detalhes no capítulo 5 sobre heterogeneidade na bacia do Paranoá - DF

No entanto, antes de aprofundar estudos sobre o ciclo da água no meio urbano para fazer tais cruzamentos, é importante ter uma noção sobre os tipos de manchas urbanas existentes, a heterogeneidade e a dualidade existentes na morfologia urbana identificada no estudo dos padrões espaciais.

3.6 A configuração urbana e a dualidade dos padrões urbanos

A investigação da heterogeneidade espacial está diretamente relacionada ao estudo da configuração urbana como um conjunto de elementos que se articulam. Dessa maneira, pode-se extrair uma análise das características essenciais desse sistema. Essa configuração de relações ou formas que se repetem são denominadas de *padrão de organização*.

No campo do desenho urbano, na visão de Medeiros, o estudo da substância sempre se sobressaiu sobre o estudo do padrão, a "ideia da substância material é predominante e os padrões, quando explorados, tornam-se levantamento estatístico e não investigação qualitativa que subsidie novas interpretações" (2006, p. 90).

No entanto, com a visão do pensamento sistêmico, a interpretação do padrão ganha novo impulso por ser entendida como a chave para a compreensão da vida. Assim o estudo da forma-espaço[81] (os padrões), a morfologia, resultará nas pesquisas dos atributos existentes. Para Medeiros, a cidade como um organismo vivo interpreta todos os componentes materiais visíveis, "contudo a configuração de relações entre ele – o padrão que o mantém vivo, interativo e dinâmico – é destruído" (2006, p. 91).

Os sistemas urbanos tendem a ter um padrão específico de ordenamento de sua estrutura respectiva. Na visão de Medeiros (2006, p. 90) ao investigar os sistemas e suas estruturas procura-se as "semelhanças" e "diferenças" e assim, ao comparar sistemas distintos, busca-se encontrar padrões de repetição que permitam interpretar o fenômeno desta ou daquela maneira. Portanto, os padrões compreendem o modo de organização de qualquer sistema a partir da configuração das relações dos seus elementos. A **Figura 3.19** ilustra a diferença dos padrões urbanos: irregular, grid e radial.

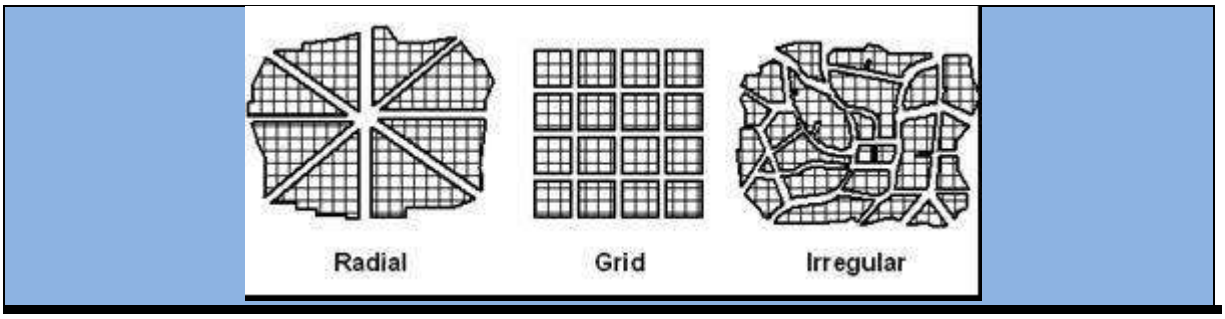


Figura 3.19 - Exemplos de padrões urbanos: radial, grid e irregular.
Fonte: www.globalscurity.org

Para exemplificar a diferença entre padrões urbanos, Kostof (2001) cita a ocupação do território pelos espanhóis e pelos portugueses na América. Em seu entendimento, baseado em Sergio Buarque de Holanda, os portugueses foram caracterizados como sendo os "semeadores" e, os espanhóis, como os "ladrilhadores". Os primeiros corresponderiam ao que o autor chama de padrão de urbanização orgânico e os últimos, como sendo aqueles colonizadores que recorreram basicamente ao grid (**Figura 3.20**). Entretanto, esta dualidade

[81] Denominada por Medeiros (2006), emprestada de Holanda (2006).

não se restringe apenas à América. Então, estes seriam os padrões recorrentes na forma-espaço das cidades?

Figura 3.20 - Cidade colonial de origem portuguesa (Ouro Preto - MG), esquerda, e de origem espanhola (Buenos Aires - Argentina), direita.
Fonte: Google Earth.

Kostof (2001) chama a atenção, em primeiro lugar, para dois tipos de cidades fáceis de serem identificados, mas ao mesmo tempo com coexistência das duas formas: a cidade planejada (desenhada ou criada)[82] e a cidade espontânea. A primeira pode-se dizer que é assentada intencionalmente, supervisionada por uma autoridade qualquer, e até o século XIX teve como padrão o diagrama geométrico organizado, o grid em sua mais pura forma, ou um esquema centralmente planejado como um círculo ou polígono com ruas radiais saindo do centro. Kostof (2001) coloca que essa geometria geralmente é mais complexa, tendo como consequência os dois tipos em combinações moduladas e refratárias.

Já a segunda, também chamada de não planejada, com crescimento ao acaso, é gerada e não "imposta", com padrões geomórficos evidentes. Desenvolve-se geralmente sem os benefícios de *designers*, sem um planejamento maior, sujeita à própria passagem do tempo, à disposição na terra, e a vida diária dos cidadãos, uma evolução não planejada. A forma resultante é irregular, não geométrica, "orgânica", com uma incidência de ruas curvilíneas e tortas e aleatoriamente definindo espaços abertos. Se um corpo governante estruturar o espaço antes de ser ocupado pelos seus habitantes, uma nova cidade padronizada emergirá[83].

Esta dicotomia organizada com intenção de simplificar nossa apreciação da forma urbana pode não ser tão clara assim (**Figura 3.21**).

82 *Pierre Lavedan's ville créée* - vila criada. (Kostof, 2001)

83 F. Castagnoli (Kostof, 2001)

Figura 3.21 - Neuf-Brisach – exemplo de "Ville Créée" de 1697 e Antibes na França
Fonte: Google Earth

Kostof (2001) afirma que não se deve enfatizar que a regularidade da cidade planejada é condicional, pois ruas que se traduzem como retas e uniformes no plano da cidade podem ser comprometidas pelo comportamento capcioso de massas nas vizinhanças. A imprevisibilidade pode ocorrer de duas maneiras.

Como os edifícios se relacionam com a linha da rua, onde eles estão alinhados em seus lotes tem muito a ver com a percepção da ordem geométrica. Se o efeito a ser alcançado com o desenho formal é o alinhamento dos edifícios, ou fachadas semelhantes, então, torna-se necessário estabelecer regras.

Mesmo quando os edifícios são ordenados de forma militar ao longo das linhas de um grid urbano, o grau de flexibilidade em suas massas e, mais essencialmente, alturas variadas podem resultar em formações pitorescas que levariam a crer ser típicas de uma cidade não planejada.

O grid inflexível de Manhattan é um bom exemplo disto. Acima do solo, a volumetria varia tanto na altura quanto nas características das fachadas. Se a experiência da forma da cidade planejada é condicional, a irregularidade da cidade não planejada é também uma questão de grau de desorganização (**Figura 3.22**).

Figura 3.22 - Fotos de Nova York ressaltando a diferenciação da volumetria no planejamento ortogonal
Fonte: Liza Andrade

Kostof (2001) define o "padrão irregular" como um arranjo desorganizado, geralmente, uma questão de segmentos de rua cruzando ângulos aleatórios e elementos lineares quebrados com frequentes esquinas angulares. A curva é frequente, mas não dogmática. No entanto, quando esses elementos lineares são contínuos o suficiente para se ter uma leitura de um grid distorcido e embaralhado, como por exemplo, Naarden, na Holanda, e Villereal, na França, ambas cidades planejadas) tem-se como resultado uma dualidade básica da forma urbana planejada e não planejada (**Figura 3.23**).

Figura 3.23 - **Naarden – Holanda e Villeréal – França**
Fonte: Google Earth

Em alguns planos de cidade, por meio da leitura da história, encontra-se a coexistência de forma aleatória, lado a lado das duas versões primárias de organização urbana, a planejada e a "orgânica". Na Europa, as novas adições aos corações das densas cidades históricas medievais foram sempre regulares. A **Figura 3.24** mostra o caso de Barcelona, no encontro da cidade planejada de Cerdá e a cidade gótica.

Figura 3.24 - Cidade gótica de Barcelona e o plano de Cerdá.
Fonte: Google Earth. Foto: Liza Andrade

Segundo Kostof (2001), esse fenômeno, também ocorreu na ocupação colonial da massa nativa das medinas na África do Norte e nas cidades antigas da Índia e Indochina, com formidáveis desenhos geométricos, marcado por diagonais e acentuados por quadras formais.

Para Medeiros (2007), a maior parte das cidades históricas, e virtualmente todas aquelas de tamanho metropolitano, são quebra-cabeças de segmentos premeditados e espontâneos, variavelmente interconectado ou justapostos formando uma grande "colcha de retalhos". O coração antigo "orgânico" é por si só um composto de várias unidades, assim, nos arredores será uma matriz de mais ou menos novos quarteirões em ordem; ao longo da margem da cidade.

Kostof (2001) questiona esforços contínuos em separar o regular do irregular porque, segundo ele, os dois tipos de forma urbana não se encontram em relação de continuidade duradoura. Eles se transformam, o retrabalho da geometria anterior sobre o tempo deixa manuscritos urbanos onde um plano de grid regular é fisicamente fraco, assentado dentro de um jogo de quebra-cabeça de *cul-de-sacs* e ruas estreitas de curvas fechadas, ou o contrário, como ocorreu na Europa Pós-Romana, onde houve uma sobreposição da nova ordem social auto-organizada sobre o grid ortogonal (**Figura 3.25**).

Figura 3.25 - Transformação gradual da cidade Romana para uma cidade Islâmica.
Fonte: Google Earth.

Esse rearranjo se deu devido à revolução social, com a redução da população, e da nova situação econômica, a transformação das cidades para uma cultura pagã de cultos múltiplos até a religião monoteísta do Cristianismo e, mais tarde, em algumas regiões do Império Islâmico. Na nova estrutura social não havia mais teatros, anfiteatros, templos ou banhos. As instituições cívicas da cidade clássica foram também desfuncionalizadas, e uma das consequências disso foi o enfraquecimento das atividades nos grandes espaços públicos. Iniciou-se, então, a desintegração da Urbis Romana racionalista ordenada e administrada publicamente.

Essa leitura da forma urbana pode auxiliar nas ações reflexivas sobre configuração urbana, dos cheios e vazios e suas relações, na visão de Medeiros (2006) entendida como um conjunto de estratégias para analisar a cidade desde sua evolução histórica à exploração de cenários futuros. Exatamente como foi visto na análise da heterogeneidade espacial da ecologia da cidade quanto à escala temporal e à escala espacial.

No caso dessa pesquisa, para aproximar a sustentabilidade espacial da ambiental, é necessário investigar o que levou a dicotomia existente entre a cidade planejada e a cidade natural, o padrão irregular e o padrão orgânico planejado, a ordem orgânica e a ordem mecânica. Como se dão essas dicotomias? Como analisar o desempenho do ecossistema urbano no nível da comunidade e no nível da paisagem para promover o desenho urbano sensível à água?

3.7 A complexidade auto-organizada dos padrões: foco no nível abaixo do ecossistema urbano: o subsistema "comunidade"

A segunda tendência da ecologia urbana, a "cidade como sistema", teve forte influência na maneira de compreender e analisar as cidades na década de 1960. Com o avanço do pensamento sistêmico, da teoria do caos e da ciência da complexidade, ficou evidente que a racionalidade científica já não oferecia os parâmetros suficientes para o desenvolvimento do conhecimento humano.

Aceita-se hoje que a ordem da natureza é de grande complexidade e não perceptível aos humanos no primeiro momento, como é a ordem racional. Existem regras que lhe dão origem, uma auto-organização, que está baseada na noção de emergência de certos padrões que resultam da interdependência das partes que, ao mesmo tempo, podem retroagir sobre elas. Assim, conforme visto no pensamento sistêmico, ela não pode ser definida pela mera soma das partes, mas pelas propriedades que emergem desse funcionamento.

Alguns setores da comunidade científica começaram a perceber que sistemas que usam componentes simples para construir inteligência de nível mais alto, denominada de auto-organização, transcendem as disciplinas locais, e puseram-se a resolver o problema, começando por uma comparação entre comportamentos de áreas distintas como a biologia, a biofísica, o urbanismo e *design* de softwares, fazendo uma analogia entre o mundo biológico e cultural (JOHNSON, 2003).

Segundo Johnson (2003), um sistema é emergente quando todas as interações locais resultam em algum tipo de macrocomportamento observável, quando de um movimento de nível baixo resulta a sofisticação do nível mais alto. Assim, um comportamento complexo de um sistema com múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas, seguindo regras locais e não percebendo qualquer instrução de nível mais alto, só seria considerado verdadeiramente emergente quando todas as interações locais resultassem em algum tipo de macrocomportamento. São regras que regem a geração de uma ordem implícita e crescimento espontâneo, de tal forma que o produto final se apresenta como uma estrutura organizada.

As novas propriedades emergem porque os componentes "interagem", não porque a natureza básica dos componentes é modificada. As partes não "se fundem" do modo que se encontram, mas interagem para produzir novas propriedades únicas. Essa propriedade das hierarquias integrativas torna os sistemas mais resilientes do que aqueles sistemas que têm o mesmo número de elementos não-hierárquicos (ODUM E BARRET, 2007).

Na visão de Camargo (2012), o estado crítico de auto-organização, ou autoajuste, é alcançado sem necessidade do ajuste de qualquer variável ou parâmetro seguindo algumas premissas: (1) os sistemas auto-organizados possuem retroalimentação (feedback); (2) apresentam complexidade por se relacionarem com a conexão de inúmeras variáveis, numa intricada relação interna com os elementos dispostos de forma interconectada; (3) apresentam emergência de novo padrão de organização do sistema no processo de totalização.

Assim, reconheceram que há um padrão de organização comum aos sistemas, com um movimento das regras de nível mais baixo para a sofisticação do nível mais alto, um comportamento de baixo para cima, tipo *bottom-up*, que mostra comportamentos emergentes, sem uma liderança. Um comportamento complexo de um sistema com múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas, seguindo regras locais.

No espectro dos níveis de organização ecológica (organismo, população, comunidade, ecossistema, paisagem, bioma e ecosfera), são os cidadãos que criam as comunidades. Os agentes começam a produzir comportamento que reside em uma escala acima deles, gerando um padrão de organização no espaço urbano.

A cidade é uma "máquina de ampliar padrões", segundo Johnson (2003, p. 29), seus bairros expressam o "comportamento repetitivo de coletividade maior". Capturam informações sobre o comportamento do grupo e trocam essa informação com o grupo. Assim, pequenas mudanças de comportamento podem-se converter em movimentos maiores, visto que tais padrões retornam para a comunidade.

Engels vislumbrou um estranho tipo de ordem em Manchester, em 1842, visto que até aquela época a cidade não havia passado por um planejamento. A cidade só foi legalmente considerada uma cidade quando a grande explosão já estava em curso. Ao mesmo tempo, a cidade parecia engenhosamente planejada para esconder as atrocidades, pois apresentava um isolamento sistemático das classes operárias: os bairros populares totalmente separados das partes da cidade reservadas à classe média. A cidade construiu um "cordão

sanitário" para separar os industriais da miséria que eles próprios contribuíram para proliferar. (JOHNSON, 2003).

Engels detectou, nas ruas, um estranho tipo de padrão, que promovia os valores político da elite de Manchester, sem ser deliberadamente planejado por ela. São padrões de tomada de decisão e "movimento das pessoas", que foram gravados na forma dos quarteirões. Concomitantemente, volta-se para os próprios cidadãos de Manchester, alterando suas decisões subsequentes.

Ele observou padrões repetitivos no cenário urbano, o que constrastava com a desorganização que naturalmente poderia ser associada a uma cidade não planejada. A localização dos pequenos estabelecimentos de primeira linha dominava as avenidas, enquanto a classe operária permanecia aglomerada em vielas e ruas transversais.

Essa mistura de ordem e anarquia faz parte do comportamento emergente. Há também, o sentido de complexidade como um sistema de auto-organização. A cidade é complexa porque surpreende, mas, ao mesmo tempo, se auto-organiza a partir de milhões de decisões individuais, "uma ordem global construída a partir de interações locais" (JOHNSON, 2003, p. 29).

Como nos padrões de acontecimento em Christopher Alexander, não são necessárias regras complexas de planejamento para estabelecer esta estrutura: ela está subjacente, basta ter milhões de indivíduos e algumas regras simples de interação. Os pequenos empreendimentos atraem mais empreendimentos sofisticados e empurram os mais pobres para as partes mais escondidas (JOHNSON, 2003).

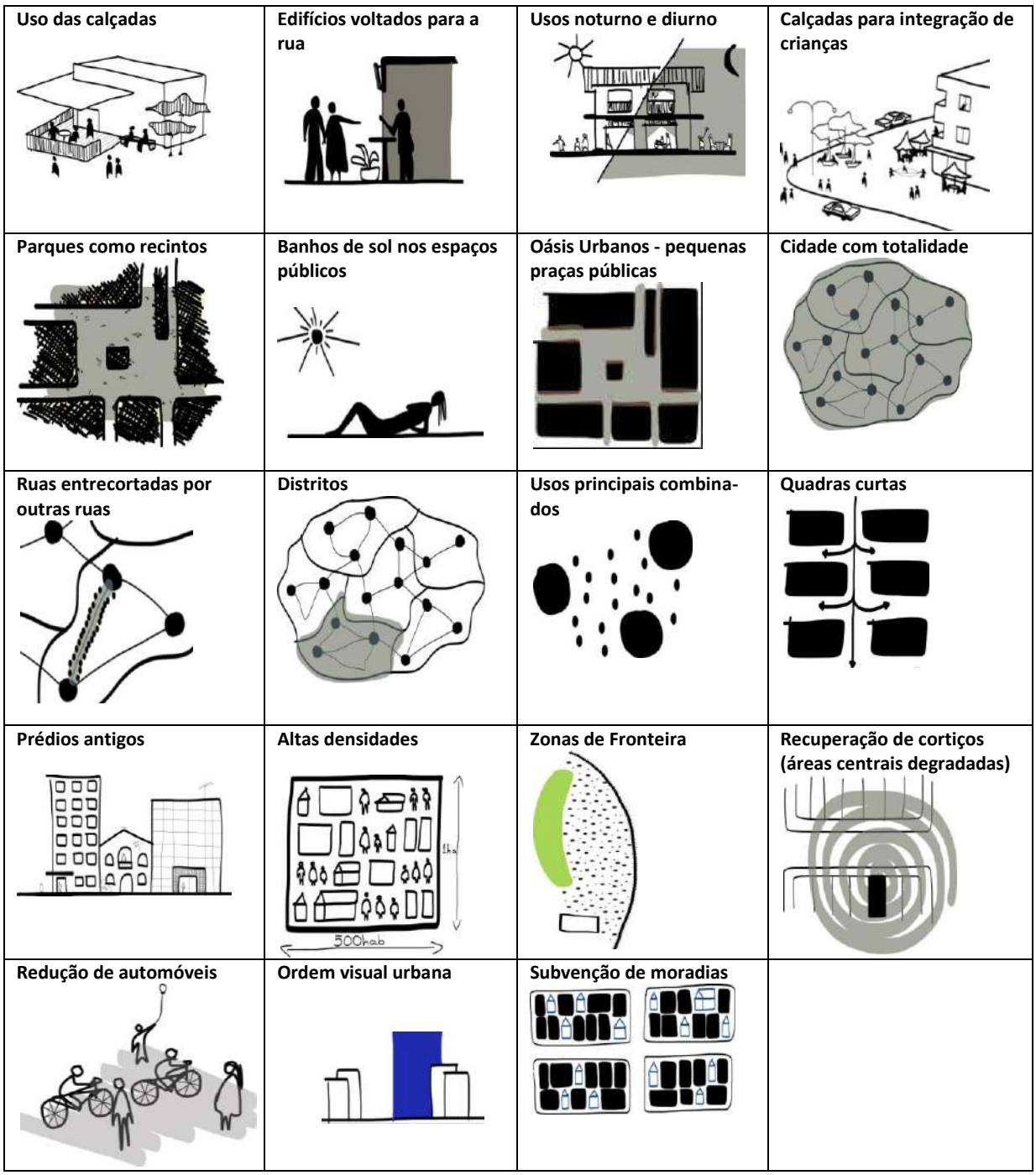
Jane Jacobs já visava ao estudo de "padrões espaciais", ao estabelecer que a formação das comunidades urbanas deve ser fruto dos padrões de comportamento das pessoas no espaço. Segundo ela, o modelo ideal de cidade é aquele desenho mais compacto, que possibilite o encontro de pessoas nas ruas "vibrantes", com diversidade de pessoas e de funções. Ao longo da tese trataremos esta vertente de "arquitetura sociológica".

Para Johnson (2003), Jacobs tira lição das calçadas para ver as cidades como sistemas auto-organizáveis, as redes de informação das vidas permitem o surgimento de um aprendizado de nível superior. Ela compreendeu que as cidades não foram criadas por comissões de planejamento central, mas pelas pequenas ações de estranhos.

Jacobs no livro "Morte e vida das grandes cidades" demonstra como os moradores criam relações com a vizinhança, influenciando diretamente na vitalidade urbana, que depende da diversidade. Ela estabelece quatro itens, que, combinados, geram a diversidade e a vivacidade nas cidades, a saber: diversidade de usos, edifícios antigos, tamanho das quadras e necessidade de concentração populacional.

Jacobs (2007) ressalta que é preciso pensar nos catalisadores dos processos urbanos. Tais processos são demasiadamente complexos para ser algo rotineiro ou particularizado, e aplicado como abstrações, pois sempre são compostos por combinações singulares de algumas peculiaridades, das quais nada substitui a compreensão. Assim, as cidades se caracterizam como problemas de complexidade organizada, apresentam situações em que variam de forma simultânea e sutilmente se interrelacionam. A **Tabela 3.8** ilustra os catalisadores dos processos urbanos, que serão tratados com mais detalhes no capítulo 4.

Tabela 3.8 - Complexidade organizada do sistema urbano. Catalisadores dos processos urbanos de Jane Jacobs



Ilustrações: desenvolvida por Ana Carolina Farias no âmbito de orientação supervisionada do curso Reabilita sobre o tema"Urbanidade e legibilidade na Avenida Cora Coralina, Goiânia-GO/ Brasil, a partir do movimento Jane´s Walk".

Ela faz uma crítica pesada aos teóricos de planejamento urbano, quanto à percepção da cidade, ao tratá-la e analisá-la como problema de simplicidade elementar e, tais problemas são considerados de complexidade desorganizada. Esta complexidade das cidades leva planejadores e *designers* urbanos a trabalhar com conceito simplificado da cidade, que enfatizam hierarquias da geometria regular e o estudo das partes detalhadas do todo, indo na direção contrária da complexidade da maioria das cidades.

Jacobs pediu aos urbanistas e planejadores para pensar em termos de processos e "trabalhar indutivamente, raciocinando do particular para o geral, e não o contrário", a partir de grandes teorias a propostas específicas (Jacobs 1961, p. 440).

Nas cidades projetadas para o automóvel, o potencial para interações locais é tão limitado pela velocidade e distância percorrida pelo automóvel, que nenhuma ordem superior pode emergir. Segundo Johnson (2003 p. 70), a vida na cidade depende da interação acidental entre estranhos, que muda o comportamento individual: “as interações locais aleatórias conduzem à ordem global, componentes especializados, criando uma inteligência não-especializada, comunidades de indivíduos solucionando problemas sem que nenhum deles saiba disto”.

Mas afinal, como se mapeia um padrão? Segundo Medeiros (2006), a primeira coisa a se fazer é mapear uma configuração de relações características de um sistema particular, que tem um padrão específico de ordenamento de sua estrutura respectiva.

Para ter um entendimento da complexidade organizada das cidades, Alexander (1965) relaciona as estruturas abstratas à natureza da cidade que possuíam uma intricada rede de elementos, que funcionavam de forma complexa. Essas estruturas são denominadas de “estruturas de conjuntos”, nas quais o conjunto é uma coleção de elementos que, por alguma razão, possuem entre si “algo em comum”.

Os elementos abrangem desde os maiores objetos físicos (avenidas, terminais, praças), aos menores objetos (pessoas, cortadores de grama, automóveis, casas, jardins, bombas d'água, moléculas de água dentro delas etc.), como se todos fizessem parte dessa mesma estrutura de conjuntos. Isso porque, de alguma forma, cooperam entre si ou funcionam em conjunto como um sistema.

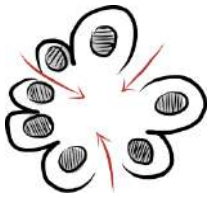
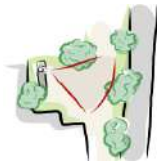
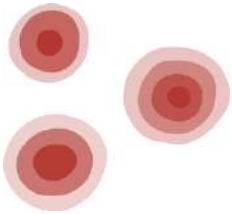
Pode-se dizer, segundo Alexander (1965), que as relações compõem a parte fixa do sistema, como uma unidade da cidade da qual deriva sua identidade e coerência interna. Há, de um lado, uma unidade das forças que mantêm seus próprios elementos coesos e, de outro lado, uma unidade da coerência dinâmica do sistema vivo mais amplo, que a absorve ou inclui, como uma parte ou elemento fixo e invariável do sistema. Em experimentos realizados, tais unidades também são denominadas “padrões", como unidades internas se sobrepondo.

Segundo Alexander et al. (1977), todos os padrões são células de um mesmo organismo, como uma malha estruturada em estratégias e soluções para problemas urbanos e arquitetônicos. Ele descreve, com detalhes, cidades, edifícios e construções por meio da identificação de padrões de vilas e bairros, de casas, de jardins e habitações.

Os padrões são organizados de uma escala maior para uma escala menor em uma sequência baseada, sempre, nas possíveis “conexões” entre cada um. Alexander selecionou 253 padrões, inter-relacionados, que variam no nível de detalhe, sendo a sua apresentação iniciada pelos padrões de nível mais global e seguindo, depois, para os de nível mais particular. Na **Tabela 3.9** foram sistematizados apenas alguns padrões do livro “Uma linguagem de padrões”.

Um padrão (neste caso, urbano) pode ser entendido como uma solução recorrente. “[...] Qualquer que seja a maneira pela qual a solução seja obtida, tão logo o ser humano identifica o padrão e o comunica - tanto oral como graficamente” (SALINGAROS, 2003, p. 7). Neste caso, ficam vinculados às atividades humanas, à cultura e à tradição. [...] Cada padrão representa uma regra governando uma parte funcional de um sistema complexo”.

Tabela 3.9 - Alguns padrões de Alexander et al. (1977), visando à sustentabilidade espacial

Espaço exterior positivo - 106	**Passeio público - 31**	**Fachadas de edifícios - 122**	**Densidade de pedestres - 123**
Locais de eventos públicos - 63	**Cafeteria - 88**	**Edifícios conectados - 108**	**Pequenos recintos de atividades – 124** 
Hierarquia de espaços abertos - 114 	**Espaço exterior parcialmente delimitado – 163**	**Locais públicos para sentar – 241**	**Áreas públicas comuns - 67**
Aberturas para a rua - 164	**Mosaico de subculturas - 8**	**Fronteiras entre subculturas - 13**	**Locais para crianças na cidade - 57**
Pequenos núcleos dispersos - 10 	**Ciclovias e estacionamentos de bicicletas - 56**	**Pequenas praças públicas – 61**	**Ruas de pedestres – 100**

Imagens: desenvolvidas no âmbito do PIBIC pela pesquisadora Erika Passos Otto.

O esquema abaixo, à esquerda, ilustra o que seria uma unidade na estrutura dos conjuntos. Quando a estrutura encontra algumas condições para a interface dos subconjuntos, ela é chamada de semi-retícula (*semilattice*). Se dois conjuntos sobrepostos pertencem à coleção, então o conjunto de elementos comuns a ambos também pertence à coleção. O esquema, à direita, reduz a possibilidade de combinações entre os elementos; assim, reduz também a possibilidade de interação e relações na cidade (**Figura 3.26**).

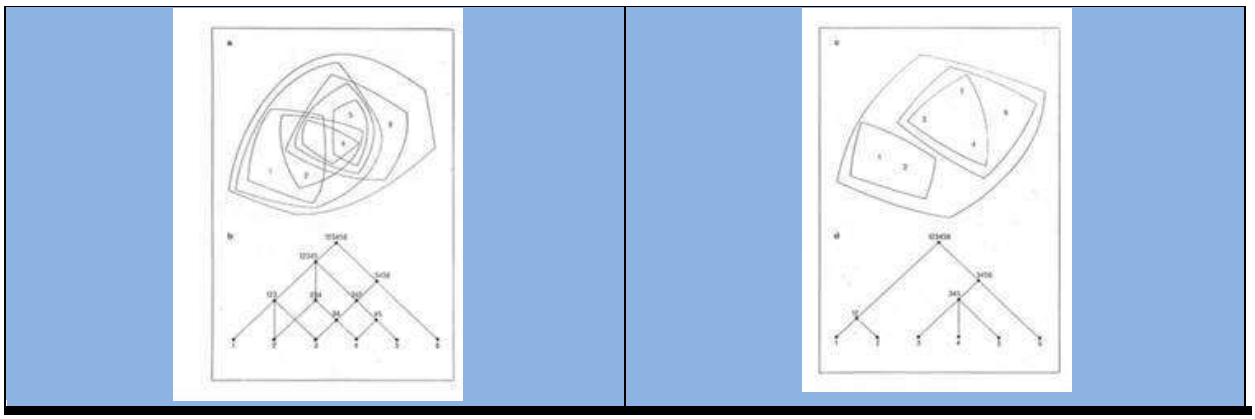


Figura 3.26 - Estrutura em semi-retícula versus estrutura em árvore
Fonte: http://arquiteturadaliberdade.wordpress.com/2013/04/02/14/

Alexander (1965) faz uma análise comparativa entre cidades planejadas e cidades naturais, ou tradicionais: as primeiras resultam em uma estrutura tipo árvore e, as segundas, não planejadas por método racional, crescem organicamente e apresentam padrão complexo de estruturas sobrepostas.

Ele considera as cidades que surgiram e se desenvolveram, mais ou menos de forma espontânea, e ao longo de muitos e muitos anos, como "cidades naturais", e as cidades ou partes de cidades que foram deliberadamente criadas por projetistas e planejadores, como "cidades artificiais". Siena, Liverpool, Kyoto e Manhattan são exemplos do primeiro modelo e Levittown, Brasília, Chandigarh e as cidades novas inglesas são exemplos do segundo modelo (**Figura 3.27**).

Figura 3.27 - Vista aérea de Siena e de Chandigarh
Fonte: Google Earth

Para Alexander (1965), nossa tentativa de criar cidades modernas planejadas não foi bem sucedida; falta algum ingrediente essencial nas cidades artificiais, quando comparadas com as cidades antigas, que adquiriram a "pátina da vida".

Alexander (1965) cita, como exemplo dessa estrutura em árvore, as unidades de vizinhança de algumas Cidades-Jardins e as superquadras da cidade modernista, concebidas para serem autossuficientes. Mesmo com suas unidades de vizinhança, as superquadras têm poucas conexões com outras superquadras, o sistema de circulação do setor residencial possui apenas uma via principal, que dá acesso a vias intermediárias, que, por sua vez, dão acesso às vias locais. Perde-se a totalidade (*wholeness*) do conjunto.

Alexander (1965) cita a cidade de Greenbelt, em Maryland, nos EUA, na qual se percebe claramente a estrutura em árvore. Cada rua sem saída relaciona-se apenas com a via principal, e os conjuntos de casas não têm relação nenhuma entre si. Aí reside uma das questões-problema desta tese.

O desenho da expansão dessas cidades, que ocorreu depois da Segunda Guerra, seguiu a lógica dos subúrbios jardins. Posteriormente, na década de 1970, foram desenvolvidas novas técnicas para armazenamento das águas pluviais, como canais de infiltração, lagoas de detenção e retenção, e preservação de grandes espaços abertos nas cidades, que de certa maneira, caminhavam na direção contrária da ocupação urbana mais densa, reforçando o processo de suburbanização nas décadas seguinte. O estado de Maryland, por exemplo, tornou-se um dos grandes líderes nas técnicas de manejo adaptativo para as águas pluviais.

Continuando a questão das cidades planejadas e cidades naturais, Holanda (2003) faz uma crítica à visão alexandrina e afirma que o termo "natural" veicula uma ideia de impulso biológico, que talvez seja reprimido na formação profissional, mas para ele o espaço é sempre social. Os processos mentais, em sua opinião, têm uma origem social e "quaisquer modos de construir cidades não podem ser explicados a não ser que levemos em conta as forças sociais por trás deles". Holanda (2003) critica alguns teóricos como Alexander por tratar a divisão do trabalho dentro do processo de produção do espaço e não no processo de divisão do trabalho em geral e as estruturas de poder que vêm junto.

Holanda (2003) discorda quanto à definição de cidades planejadas e não planejadas. Para Holanda, as sociedades tradicionais também produziram "espaços de exceção", e se utilizavam de caráter cerimonial nos padrões espaciais, como a civilização maia em Teotihauacán, por exemplo. Porém, são espaços construídos de acordo com a geometria euclidiana, que implica em uma regularidade formal. Tais sociedades se apropriavam de atributos de uma vida social mais formalizada. No que diz respeito aos padrões espaciais, Hillier (*apud* Holanda, 2003) as classifica em cidades simbólicas e cidades instrumentais.

Já Holanda (2013) adota o conceito de urbanidade e formalidade para paradigmas socioespaciais milenares. O primeiro se refere ao modo como os espaços da cidade acolhem as pessoas e está relacionado à condição de informalidade dos espaços. Essa condição de urbanidade seria típica de sociedades e instituições não hierarquizadas, não ritualizadas, caracterizadas pela espontaneidade e pela improvisação. A forma-espaço dos assentamentos se traduz em pequenos espaços abertos, ricamente alimentados por entradas, ambiguidade dentro/fora, dialética local/global. Na sociedade, implica em continuidade de grandes grupos de diferentes, negociação contínua de papéis, mobilidade social e mais igualdade (HOLANDA, 2003).

O segundo paradigma, o da formalidade, está relacionado à condição de não espontaneidade, que se atém a fórmulas estabelecidas, convencionais. Na forma-espaço é caracterizado por enormes espaços abertos, inúmeros espaços sem aberturas (cegos), sem vida (mortos), residuais, com forte isolamento entre o dentro e o fora. Na sociedade, implica em segmentação de pequenos grupos de iguais, especialização, impermeabilidade entre segmentos sociais e mais desigualdade (HOLANDA, 2003).

A configuração urbana nunca é gratuita, ela tem implicações no funcionamento das sociedades. Ela evidencia uma ordem (implícita ou explícita), uma cultura, um posicionamento, uma escolha. De acordo com os criadores da Teoria da Lógica Social, Hillier e Hanson (1984), a leitura do espaço permite a antecipação do modo de vida. A teoria se fundamenta na constatação de que há uma lógica social no espaço, assim como há uma lógica espacial na sociedade.

A forma urbana resulta em um sistema de permeabilidades e barreiras que cria um campo de possibilidades ou restrições à circulação de pessoas, o que demonstra o conteúdo social do espaço. Ao mesmo tempo cria um sistema de transparência e opacidades à visão

com forte relação com as maneiras pelas quais encontros e esquivanças entre indivíduos são gerados e controlados, o que demonstra o conteúdo espacial da sociedade (Holanda, 2002).

O espaço influencia e é constituído por sua dinâmica social. Hillier e Hanson, em "A lógica Social do Espaço" (1984), procuram demonstrar a inseparável relação entre a forma do assentamento humano e a sociedade que o produz e o utiliza. Os atributos do espaço identificados relaciona a forma urbana com sua estrutura social. A sociedade é representada por sistemas de encontros desenvolvidos nos padrões espaciais e materializados pelas funções sociais. Assim, é possível inferir que tipo de espaço determina aquela ordem social.

3.7.1 A ordem espacial da Teoria da Lógica Social do Espaço: a Sintaxe Espacial

Segundo a definição na página do Space Syntax Laboratory[84] de Londres, a sintaxe espacial é "um conjunto de técnicas para a análise da configuração espacial de qualquer tipo, especialmente quando a configuração importa para fins humanos, como nos edifícios e cidades". O objetivo da Sintaxe Espacial é compreender as razões morfológicas subjacentes à presença ou ausência das pessoas nos lugares. É construir pontes entre a cidade humana e a cidade física.

Segundo Holanda (2002, p. 85), os fundamentos da Sintaxe Espacial se baseiam em três conteúdos distintos. No primeiro, a questão teórica é construída sob a investigação do conteúdo social dos padrões espaciais e do conteúdo espacial dos padrões sociais. Ele tenta estabelecer, por meio de uma nova ordem espacial, como restrições num processo aleatório, um método de análise de padrões espaciais com ênfase na relação entre vínculos mórficos locais e padrões globais, com proposição de uma teoria descritiva básica de tipos de padrões e, então um método de análise.

O segundo, a aplicação, tanto da teoria como do método de análise dos padrões espaciais, pode ser realizada em um assentamento ou no interior de edifício. E o terceiro, apresenta a extensão dos mesmos argumentos morfológicos ao domínio das relações sociais, considerando-as como restrições num processo aleatório de padrões de encontro.

E por fim, dentro da leitura espacial da sociedade, a teoria explica porque diferentes formas de reprodução social requerem, e se materializam em, diferentes tipos de ordem espacial (HOLANDA, 2002. p. 86). A sociedade é entendida como um sistema tanto espacial, quanto transpacial.

Na visão da Sintaxe Espacial, toda a sociedade tem grupos espaciais de pessoas, que vivem e se movem em maior proximidade do que outros grupos. Ao mesmo tempo, tem grupos transpaciais baseados na designação de diferentes rótulos a diferentes grupos de indivíduos. O principal axioma diz que "a organização do espaço é função da forma de solidariedade social" (HOLANDA, 2002. p. 87).

Existem traços culturais que são determinados por padrões espaciais, no entanto, isso acontece num processo de três etapas: padrões espaciais > vida espacial (padrões de encontros sociais no espaço) > vida social. Assim, ambientes podem fracassar ao criar vida e podem ser desenhados no sentido de criar vida.

No entanto, Holanda (2002) argumenta que essa ordem deve ser invertida: vida social > vida espacial > padrões espaciais, visto que a vida social caracteriza o conjunto de padrões culturais que funcionam como variáveis independentes no que diz respeito à padrões

[84] http://www.bartlett.ucl.ac.uk/graduate/research/space/space-syntax

espaciais e à espacial. Tais variáveis têm a ver com nível de renda, categorias da divisão de trabalho e padrões de atividades com acessos diferenciados.

A estrutura de um lugar é apreendida pelos “pés[85]”, pelas possibilidades colocadas para o corpo em movimento (seja veicular ou como pedestre). Hillier denominou de “movimento natural” a parcela do movimento total de pedestres em uma rede de espaços públicos determinada apenas pela sua estrutura configuracional, independente da presença ou não de atratores (HILLIER, 1996).

Segundo Holanda (2012), a Sintaxe Espacial é uma teoria que analisa o espaço a partir de uma série de categorias analíticas: Integração, inteligibilidade, espaços cegos etc. Os sistemas de encontros e de esquivanças envolvem dualidades: aspectos formais e informais, nos espaços internos e nos espaços externos, sagrados e profanos, programados e não programados etc.

Hillier, bacharel em literatura, desconfia da linguagem natural para representar o espaço em sua complexidade de relações, expressões como "entre", "dentre", "além de" são difíceis para explicar as relações envolvidas nos sistemas complexos. Daí a proposição de técnicas não discursivas, formalismos para descrever e quantificar sistemas de relações: medidas de integração, medidas de escolhas, inteligibilidade, sinergia, entropia. (HOLANDA, 2012).

De acordo com Medeiros (2012), estudos demonstram que assentamentos distintos do ponto de vista histórico e cultural apresentam relações configuracionais semelhantes. Mesmo que a geometria varie, o comportamento topológico é aproximado. Assim, culturas diferentes podem gerar padrões espaciais diversos ou similares. Isto quer dizer que globalmente, na totalidade, as cidades tendem a ser mais assemelhadas e, localmente, tendem a se diferenciar. Holanda[86] cita Atlanta nos EUA e Moçambique como casos similares de situação labiríntica (**Figura 3.28**).

Figura 3.28 - Vista Aérea de Atlanta - EUA e Moçambique - África
Fonte: Google Earth

A análise sintática do espaço permite explorar aspectos do funcionamento urbano que outras abordagens não são capazes de revelar. Na visão de Medeiros (2012), essa propriedade relacional relevante é denominada de configuração. Nesse sentido, a configuração significa mais que um conjunto de relações, é um complexo de relações interdependentes com suas propriedades fundamentais. Ela é diferente quando vista de diferentes pontos dentro de um mesmo sistema ou de apenas uma parte do sistema.

[85] Termo utilizado por Frederico de Holanda nas aulas didática sobre Sintaxe Espacial no PPG-FAU/UnB.

[86] Aulas da disciplina Espaço e Organização social, ministrada pelo professor Frederico de Holanda.

A Sintaxe Espacial tem um número de técnicas sobre decomposição analítica do espaço (mapa de axialidade, mapa de convexidade e isovistas), processamento de informações mediante programas especiais (Dephmap, Mindwalk e outros) e encontros sociais (levantamento de presença e ausência de pessoas, fluxo de pessoas e localização dos encontros etc.).

O mapa de axialidade é representado pelos eixos das vias na trama urbana. É próprio à investigação do movimento e dos aspectos urbanos relacionados com ele e o que melhor se aplica às grandes estruturas como o contexto da cidade como um todo, identificando seu padrão global.

A análise sintática mede, a partir do mapa axial, variáveis básicas como conectividade de uma linha (número de linhas que a cruzam), integração (acessibilidade topológica como função do número de inflexão de percurso entre uma linha e as outras), inteligibilidade (coeficiente de correlação simples entre a primeira e a segunda) e medida de escolhas.

A conectividade de uma linha axial diz respeito à quantidade de linhas que a interceptam e que estão a uma profundidade igual a 1 a partir dessa linha. Assim, é possível identificar visualmente o papel que uma linha axial, ou uma via em questão, desempenha dentro do sistema. Aquelas com alta conectividade tendem a ter um papel importante, uma vez que potencialmente promovem acesso a um grande número de outras linhas axiais.

A medida mais usada é a chamada de "integração", sendo útil na previsão de fluxos de pedestre e veículos e no entendimento da lógica de localização do uso do solo e dos encontros sociais. A medida de integração mede o nível de profundidade, ou distância, que uma linha axial está de todas as outras linhas do sistema (HILLIER et al., 1993; Holanda, 2002). Essa medida é baseada na distância topológica e não na distância métrica. Todos os eixos diretamente conectados a uma determinada linha estão a um passo topológico dela. As linhas diretamente conectadas a esses eixos estão a dois passos topológicos da primeira, e assim por diante.

A lógica do cálculo da medida de integração define que linhas axiais mais "rasas", isto é, mais próximas das outras linhas do sistema, são consideradas linhas mais integradas. Por outro lado, aquelas linhas mais "profundas", ou seja, mais distantes das outras linhas do sistema, são consideradas segregadas. A partir da profundidade média é calculada a integração de cada linha axial.

As linhas axiais com valores de integração global superior a 1,67 podem ser consideradas altamente integradas, enquanto que aquelas com valor inferior a 1 podem ser consideradas como segregadas (HILLIER E HANSON, 1984). Para encontrar o núcleo integrador é importante ver onde estão as linhas mais integradas (pode ser de 50% a 10% ou menos de linhas), como elas se relacionam no sistema e que tipo de padrão é formado pelos espaços mais integrados. Lembrando a análise dos conjuntos de Alexander em "A cidade não é uma árvore", depreende-se daí se a estrutura é uma árvore, uma grelha ou semitrama.

Outra medida importante é a integração local, ou de raio limitado. Ela é calculada sob o limite de passos topológicos, com a profundidade média obtida apenas para as linhas localizadas dentro desse limite estabelecido. Ela é adequada para análises de centralidades locais, daquelas áreas com potencial para funcionar como estruturadoras de centralidades de bairros.

A inteligibilidade é o coeficiente de correlação simples entre a conectividade e a integração. De acordo com Salingaros (1998), Bill Hillier enfatiza a inteligibilidade da cidade como a facilidade com que se percebe a estrutura dos caminhos. Existe uma conexão funda-

mental entre organização hierárquica e simplificação. Um processo caótico é simplificado pela organização, sem necessariamente perder quaisquer conteúdos intrínsecos. Elementos complexos e diversos são agrupados juntos de tal forma que eles cooperam, e como resultado, aparecem organizados.

Medeiros (2006) fez um estudo detalhado da análise sintática das capitais brasileiras e chegou à conclusão, por meio dos cálculos de integração e inteligibilidade, que a capital mais integrada (50,53) e mais inteligível (0,39) é Porto Velho, com predominância de malha em grid. A menos integrada (0,68) e inteligível (0,10) é Florianópolis (**Figura 3.29**). Cabe ressaltar que Florianópolis é uma das capitais brasileiras de maior valor paisagístico e ambiental. Assim, pode-se dizer novamente que a dicotomia da sustentabilidade ambiental e espacial está presente.

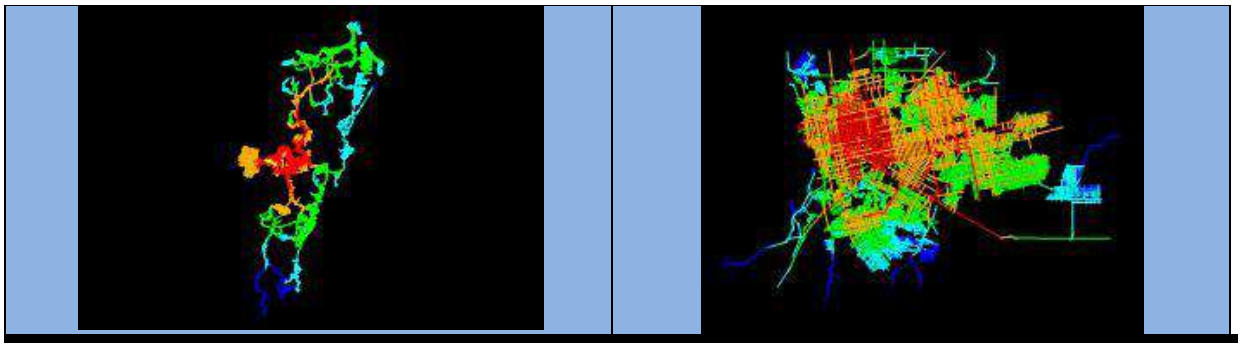


Figura 3.29 - Mapas axiais de Florianópolis e Porto Velho
Fonte: MEDEIROS (2006)

Com essas técnicas de medição, a Sintaxe Espacial identifica o movimento natural. Esse movimento é percebido pela configuração dos espaços públicos, ruas e praças, pela forma que estão conectadas ou não, se são contínuas essas ligações etc.

Assim, esse padrão de movimentação pela cidade é o principal definidor de outros elementos do sistema urbano, como por exemplo, o uso do solo. Os usos comerciais tendem a instalar-se nos núcleos integradores ou em vias com alta integração, visto que tais espaços já possuem um fluxo natural de pessoas. Nesse sentido, quando o comércio é instalado nessas regiões, ele passa a atrair ainda mais um fluxo de pessoas, aumentando de forma exponencial a perspectiva de as pessoas se encontrarem naquele espaço. Esse aspecto é de grande importância para as políticas de mobilidade urbana em intervenções urbanas.

Segundo Holanda (2002), de acordo com os idealizadores da Teoria da Lógica Social do Espaço, o sistema de espaços abertos pode ser descrito de duas maneiras dependendo de como vamos decompô-lo para analisar: quanto aos espaços convexos e quanto aos espaços axiais que se transformam em mapa de convexidade e mapa de axialidade. O mapa de axialidade já foi descrito anteriormente e o mapa de convexidade é desenvolvido baseado na decomposição convexa que é feita a partir de uma escolha de um lugar numa pequena escala, um trecho distinto de uma rua, uma praça.

Percebemos um espaço convexo quando caminhamos pelo espaço aberto da cidade e sabemos intuitivamente que sempre cruzamos fronteiras (invisíveis) entre dois lugares (entre dois espaços convexos) ao dobramos uma equina, ao adentrarmos uma praça. Essas transições invisíveis transformam-se em segmentos de linha, porém, nenhuma linha pode ser traçada entre quaisquer pontos do espaço que passem fora dele. Isso dá uma noção de que as pessoas que estão nele estão efetivamente em um lugar determinado. O mapa de convexidade contém as barreiras e os perímetros dos espaços convexos, mas também regis-

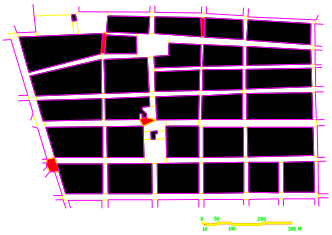
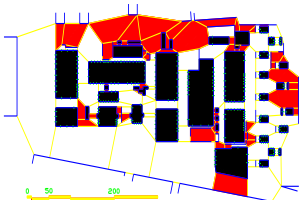
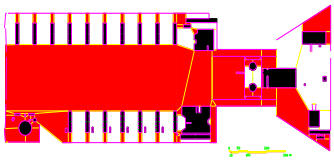
tra a transição entre esses espaços e quaisquer espaços fechados que tem o acesso direto através de portas, portões, pontes, correntes, canteiros elevados de árvores, entre outros.

Essas transições são denominadas de constituições, e são analisadas no mapa de constitutividade. O espaço é bem constituído quando, ao caminharmos por ele, passamos por transições que alimentam esse espaço, que são as entradas. Alexander et al. (1977) denomina um polígono convexo de espaço exterior positivo bem delimitado, onde há uma relação de figura-fundo. O espaço aberto se torna figura e os edifícios se tornam fundos e vice-versa. Quando o espaço não é constituído por nenhuma entrada, esse espaço é cego.

Holanda realizou estudos sobre convexidade e constitutividade em Brasília, fazendo uma análise comparativa dos padrões espaciais, considerando a porcentagem dos espaços abertos sobre os espaços construídos, o tamanho médio do espaço convexo (número de espaços pequenos, médios e grandes) e número de portas por m^2. Os resultados demonstram que o padrão irregular da antiga cidade do Paranoá e a cidade antiga de Planaltina tiveram um melhor desempenho quanto à urbanidade, ou à sustentabilidade espacial, se comparados ao Setor Comercial Sul e principalmente à Esplanada dos Ministérios, que com a imensa área pública tende à formalidade (**Tabela 3.10**).

É curioso pensar que, em termos de manchas de áreas verdes e capacidade de infiltração de água no solo, o desempenho seria o inverso. Porém, quanto à biodiversidade nem tanto, porque a Esplanada contém uma grande área de gramado sugerindo uma homogeneização do espaço, contrariando o conceito de heterogeneidade espacial proposto por Cadenasso et al. (2013), que considera o número de manchas, a diversidade, a frequência e configuração. Nesse caso, a sustentabilidade ambiental/ecológica também não tem um bom desempenho quanto à biodiversidade, a não ser que o paisagismo (produtivo ou não) e a arborização fossem repensados.

Tabela 3.10 - Convexidade e constitutividade de regiões do Distrito Federal (Holanda)

PARANOÁ - Total de espaços abertos: 38.2%; Tamanho médio do espaço convexo: 410; Metros quadrados por porta: 138.	**PLANALTINA -** Total de espaços abertos: 32,4% Tamanho médio do espaço convexo: 3050; Metros quadrados por porta: 277; 
SETOR COMERCIAL SUL - Total de espaços abertos: 72,5%; Tamanho médio do espaço convexo: 13,35; Metros quadrados por porta: 573 	**ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS -** Total de espaços abertos: 86%; Tamanho médio do espaço convexo: 6684; Metros quadrados por porta: 8232 

O espaço urbano é analisado como um sistema complexo de relações: uma intervenção numa parte interfere no todo e em cada uma de suas partes. Nessa tese, a análise sintática será analisada sob a ótica da sustentabilidade espacial. Hillier chama a atenção que a

análise das estruturas subjacentes existentes nas cidades tradicionais deveria ter uma relação direta com a sustentabilidade.

Essas estruturas poderiam demonstrar a forma da cidade auto-organizada por meio da primeira estrutura espacial da cidade e de suas redes viárias, relacionando-as às forças ambientais, econômicas e socioculturais, apontando para a sustentabilidade espacial. Essa questão será analisada no próximo capítulo com mais detalhes.

Além da ordem da Sintaxe Espacial, Christopher Alexander e pesquisadores associados (1978) acreditam que existe uma ordem natural, que se manifesta e se realiza quando existe um equilíbrio perfeito entre as necessidades das partes individuais do meio ambiente e as necessidades do todo por meio de um crescimento gradual que ele denomina de "ordem orgânica."

3.7.2 A ordem natural, orgânica e as propriedades emergentes

O conceito de ordem nas cidades, lembrando a ciência da complexidade, de acordo com Guerreiro (2010), não deve estar associado à previsibilidade, ao arranjo regular dos objetos ou formas. Deve, sim, estar associado a um tipo de ordem que está subjacente, uma ordem emergente que depende das relações entre as partes, onde cada parte não pode ser prevista a partir de outra, mas apenas pela abordagem do todo indivisível, a totalidade (*wholeness*).

Guerreiro classifica a ordem em dois tipos, segundo Bohm. A ordem implícita é indicada para estudos da totalidade indivisível dos organismos vivos, das cidades orgânicas, onde cada parte cresce no contexto do todo, de modo que não existe independentemente, interagindo com outras de maneira que ela própria é afetada nesta relação, por meio de um mecanismo de retroação. Ela é a própria realidade, existente no universo em todo lado, escondida.

Já a ordem explícita ou mecanicista é encontrada no caso das máquinas ou cidades máquinas, constituída por partes independentes, modeladas de forma regular e com existências em diferentes partes da cidade, interagindo por algum contato externo e por forças que não efetuam mudanças nas suas naturezas essenciais. Trata-se de qualquer tentativa de a representar por meio de uma seleção de aparências que, naturalmente, depende na interpretação do observador.

Assim, segundo Guerreiro (2010), não deveríamos denominar cidade natural e cidade artificial, mas sim "ordem natural", "implícita" na natureza e subjacente aos nossos olhos, e "ordem explícita", imposta pela racionalidade humana. Ela pondera que qualquer cidade que tenha um planejamento pode ser de ordem orgânica, portanto, implícita, com uma estrutura emergente, complexa, gerada, não criada; ou de ordem racional, explícita, produto de um pensamento consciente, da racionalidade humana, uma abstração e, portanto, expressa por meio da geometria euclidiana.

Em "Notas da síntese da forma", Alexander (1964) denominou as cidades naturais, de espontâneas, irregulares ou orgânicas, e as cidades artificiais de racionais, geométricas, regulares ou planejadas. As cidades ditas orgânicas são aquelas produzidas por uma cultura cuja consciência arquitetônica é reduzida ou inexistente, e a divisão de trabalho é muito limitada, com pouca especialização de trabalhos. O processo de construção espontâneo conduz a uma estrutura homeostática e auto-organizada, tal como as estruturas da natureza, que produzem formas bem ajustadas a cada contexto.

Segundo Alexander (1978), a ordem natural se manifesta e se realiza quando existe um equilíbrio perfeito entre as necessidades das partes individuais do meio ambiente e as necessidades do todo. Cada lugar é único, e as diferentes partes cooperam para criar um todo global ou um todo que pode ser identificado por qualquer parte dele.

Ele denomina de "ordem orgânica" a ordem emergente, dependente da relação entre as partes, na qual cada parte não pode ser prevista a partir de outra. Todas as partes são diferentes e não correspondem a um arranjo regular. A ordem só é percebida a partir da abordagem do todo. Essa ordem se manifesta por si mesma em lugares construídos há centenas de anos.

Alexander et al.(1978, p. 16) consideram como um exemplo perfeito de ordem orgânica a Universidade de Cambridge, na Inglaterra. Nela, os *colleges* se misturam entre a rua principal e o rio. Cada *college* contém um sistema de pátios residenciais, com sua própria entrada desde a rua, e se abre logo para o rio, possuindo sua pontezinha para cruzá-lo e para acessar os cais, situados em outra margem do rio. Cada um tem seu próprio embarcadouro.

Nesse sentido, cada *college* repete o mesmo sistema, porém cada um tem caráter único: as entradas individuais, os pátios, as pontes, os embarcadouros, os cais são todos diferentes (**Figura 3.30**).

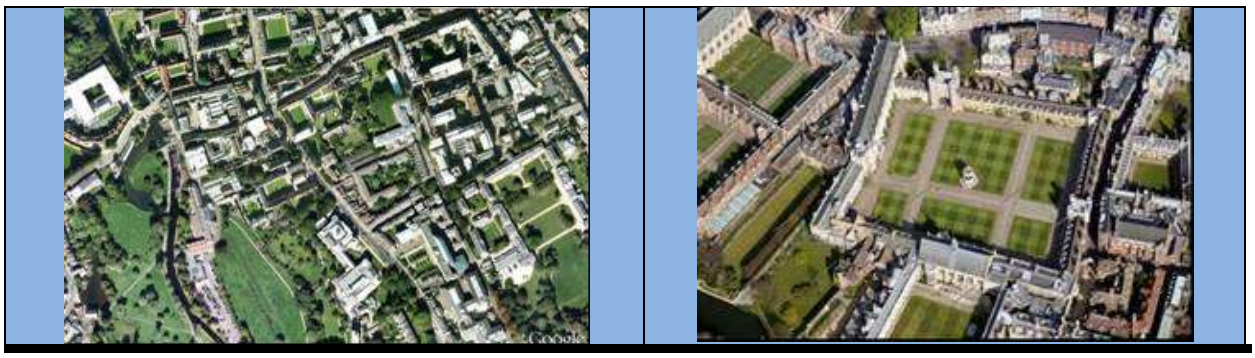


Figura 3.30 - Vista aérea de Cambridge
Fonte: Google Earth e http://www.webbaviation.co.uk/cambridge/cambridge-aerial-ba07847.jpg

A universidade e a cidade se misturam, cresceram juntas gradualmente, as unidades físicas se sobrepõem. A vida universitária e a vida urbana se sobrepõem: barzinhos, cafés, cinemas, caminhadas de um lugar a outro com faixas de pedestres fazendo parte da universidade. A estrutura de edificações na rua está ligada à estrutura dos edifícios antigos das faculdades, de modo que uma não pode ser alterada sem alterar a outra. Os edifícios na rua, embora contenham lojas, cafés e bancos no piso térreo, contêm salas de aula nos pisos superiores.

Ao que parece, na descrição de Alexander et al. (1978, p. 16), tudo está no lugar certo, em qualquer nível existe um equilíbrio e uma harmonia perfeita entre as partes. Entretanto, não é um espaço que foi planejado por um plano geral. Por outro lado, a regularidade e a ordem são profundas para terem ocorrido por pura causalidade. Houve alguma combinação de acordos culturalmente definidos e problemas solucionados tradicionalmente muito bem conhecidos, o que tornou possível até mesmo às pessoas que trabalham separadas, trabalharem juntas, compartilhando os mesmos princípios.

É como se existisse uma ordem subjacente ao todo. Essa "ordem natural se realiza quando existe um equilíbrio perfeito entre as necessidades das partes individuais e do meio ambiente e as necessidades do todo" (ALEXANDER ET AL., 1978, p. 16).

Salingaros (2010) compartilha dessa visão, colocando que o tecido orgânico é uma extensão da biologia humana, enquanto que a construção de empreendimentos urbanos planejada com planos diretores é uma visão artificial do mundo, imposta pela mente humana sobre a natureza. "As cidades funcionam melhor sem um controle central".

Salingaros (1998) reforça a teoria de Alexander que "teia urbana" é uma estrutura "organizativa complexa", que existe principalmente no espaço entre as construções que, por sua vez, comporta ou abriga um ou mais nós de atividades humanas. O grau de organização de qualquer sistema complexo como a teia urbana depende diretamente da razão entre o número de conexões e o número de nós de atividades humanas. Para ele, as conexões do desenho urbano unem três distintos tipos de elementos: os elementos naturais (e.g. águas, margem de rios, grupo de árvores), nós de atividades humanas (e.g. casa, parque, trabalho, lazer) e elementos arquitetônicos.

Dessa maneira, sempre que possível, a teia urbana se auto-organiza, criando uma hierarquia ordenada de conexões em diferentes níveis de escala: começando pela menor escala e progredindo para escalas maiores. Em primeira instância, o que se vê é uma hierarquia das redes, todas inter-relacionadas e em escalas variadas.

Alexander et al. (1987) afirmam que a ideia de crescimento baseada na totalidade da ordem orgânica sempre existiu, não somente nas cidades antigas, mas em todo crescimento dos organismos. Pode-se afirmar que ideia de crescimento ocorre quando nós identificamos que sua própria totalidade é o lugar de origem e o criador contínuo de seu crescimento atual. Seu novo crescimento emerge da natureza estrutural peculiar, específica de seu passado.

É um todo autônomo de onde leis internas que emergem governam sua continuação e o que emerge em seguida - uma qualidade forte em cidade antigas que possuem a ordem orgânica. Na visão de Morris (2001), o melhor exemplo é a forma urbana medieval.

Há uma consciência de que o crescimento futuro da coisa é criado do presente em direção à totalidade, o que permite governar os próximos passos. No livro "A nova teoria do desenho urbano" Alexander et al. (1987) identificaram as características fundamentais e essenciais ao crescimento total (**Tabela 3.11**).

Tabela 3.11 - Características do crescimento total

Crescimento gradual	O todo cresce de forma gradual.
Imprevisibilidade	O todo é imprevisível - quando começa vai acontecendo e não é ainda tão claro como continuará ou onde finalizará, porque somente a interação do crescimento com as leis próprias do todo pode sugerir sua continuidade e o fim.
Coerência	O todo é coerente – é verdadeiramente todo não fragmentado, e suas partes são também o todo, relacionadas como partes de um sonho de uma para o outro, de maneira surpreendente e complexa.
Sentimento profundo	O todo é cheio de sentimento, sempre alcança níveis mais profundos em nós. Tem o poder de nos mover, nos trazer lágrimas, para nos fazer feliz.

Eles acreditam que as cidades tradicionais têm essas características no seu crescimento, e a moderna prática do urbanismo não tem essas características, não trata do crescimento total da totalidade, embora o crescimento do desenvolvimento urbano frequentemente seja gradual. Porém, só essa característica não contribui para o crescimento da totalidade, em seu sentido mais profundo.

Os atuais planos diretores, ou *materplans,* não conseguem promover essa totalidade, apesar de supostas intenções. Não há uma coerência interna que possa ser sentida em cada parte, cada passo, cada rua, cada espaço público, cada entrada de edifício.

Em “A natureza da ordem” (volume 1 – O fenômeno da vida) de 2002, Christopher Alexander chegou a alguns resultados-chave, apresentados na natureza da totalidade, de acordo com alguns fatos que foram publicados antes em “A nova teoria do desenho urbano” (ALEXANDER ET AL., 1987). A totalidade é condicionada pelas configurações espaciais, produzida por uma estrutura específica, por um processo bem definido e por uma criação de “centros” (**Tabela 3.12**).

Tabela 3.12 - Fatos que ocorrem na natureza da totalidade

Condição das configurações espaciais	A totalidade, ou coerência, é uma condição de configurações espaciais que ocorrem para um maior e menor nível em qualquer dada parte do espaço e pode ser avaliada.
Estrutura específica	A estrutura que produz totalidade é sempre específica para suas circunstâncias e, portanto, nunca tem exatamente a mesma forma duas vezes.
Processo bem definido	A condição da totalidade é sempre produzida pelo mesmo processo bem definido que trabalha gradualmente, de forma incremental, produzindo uma estrutura definida como “campo de centros”, no espaço.
Campo de centros	O campo de centros é produzido por criação incremental de centros, um a um, debaixo de forte condição especial. Como um centro X é produzido, então, simultaneamente, outros centros devem também ser produzidos em três níveis bem definidos. Maior que X: pelo menos outro centro deve ser produzido em uma escala maior que X, e de tal maneira que X é a parte deste grande centro e ajuda a apoiá-lo. O mesmo tamanho de X – outros centros devem ser produzidos do mesmo tamanho de X e adjacentes a X, para não existir nenhum espaço negativo à esquerda próxima de X. Menor que X – ainda outros centros devem ser produzido em escala menor que X e de tal maneira que eles ajudem a apoiar a existência de X.

Segundo os autores, o conceito de centro é difícil de compreender, particularmente porque não é facilmente definido e só pode ser bem definido repetidamente. Mesmo compreendendo-o, esta compreensão só pode ser alcançada gradualmente. Existem regras que podem ajudar a compreender o processo de crescimento gradual com a formação de centros, que apesar de serem apresentadas de forma mecânica, se corretamente compreendidas de maneira mais profunda nunca são mecânicas. E se uma regra é aplicada na prática, ela não pode ser escondida.

Existe algum sistema de regras ou procedimentos que contribui para a cooperação de milhares pessoas na criação da cidade. Ele permite que as pessoas abordem pelo menos uma regra para que possam progredir na tarefa de construir. São sete regras criadas por Alexander et al. (1987) que dão instruções às pessoas sobre o que fazer e como fazer.

São regras intermediárias e, ao mesmo tempo, cada uma é um sistema de várias subregras em uma variedade de níveis, como as regras de organização em um organismo em crescimento. São elas: crescimento gradual, o crescimento de todos maiores, visões, a regra básica de espaço urbano positivo, arranjo de edifícios maiores, construção, formação de centros.

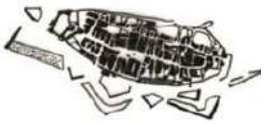
Com a publicação de “A natureza da Ordem” (volume 1 – O fenômeno da vida) essas regras evoluíram para 15 propriedades emergentes. Alexander (2002) explica essas propriedades emergentes relacionando-as a um conjunto de padrões. São 15 propriedades geométricas que estão presentes na natureza e na arquitetura que são fundamentais e inerentes às estruturas espaciais com vida.

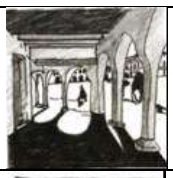
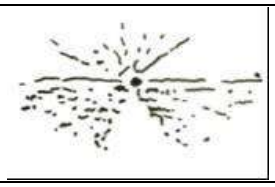
Segundo Guerreiro (2010), Alexander entende vida como qualquer coisa que pode ocorrer num sistema espacial, que tenha uma qualidade estrutural com determinadas características geométricas. Ela fez um estudo sobre o paralelo existente entre as geometrias da natureza e as geometrias da cidade orgânica, baseado na obra “A natureza da Ordem” (vo-

lume 1 – O fenômeno da vida), com o objetivo de desmitificar a metáfora biológica no planejamento da cidade, que tem sido usada desde o século XVI, mais pela semelhança que algumas formas apresentam superficialmente, do que pela investigação de suas propriedades emergentes.

A **Tabela 3.13** ilustra as 15 propriedades emergentes que serão detalhadas posteriormente no capítulo 4.

Tabela 3.13 - Propriedades geométricas (ALEXANDER, 2002), sintetizadas a partir do estudo de Guerreiro, 2010

1. NÍVEIS DE ESCALA	Hierarquias são fundamentais em qualquer organização, que permite encontrar a forma ideal para cada tamanho. Dessa forma, essa diversidade de escalas dos diferentes centros não é algo que os separam, mas os unifica entre si e com o entorno. Ex: Tecido de uma folha que pode ser percebido nas cidades medievais.	
2. CENTROS FORTES	Não são necessariamente visíveis ou observáveis, no entanto, sabe-se que estão lá. Isto é possível pelo fato de que ficam visíveis às múltiplas forças de ligação que o todo estabelece com ele. Quanto maior for o número de ligações mais forte é o centro. Ex.: Praça do Giraldo, Évora – Portugal.	
3. LIMITES	São campos de forças que criam e intensificam o centro que é circunscrito por eles. Esses limites precisam cumprir duas funções ao mesmo tempo: manter-se distintos do centro e, ao mesmo tempo, possuir a capacidade de unir este centro com o mundo que existe, além dos limites. Ex: Uma célula (ALEXANDER, 2002, p. 255)	
4. OSCILAÇÃO OU REPETIÇÃO ALTERNADA	É um tipo de repetição em que o ritmo de um conjunto de centros, que se repetem, é intensificado pelo ritmo paralelo de um segundo sistema de centros que se repetem de uma forma alternada com o primeiro sistema. Deve ser ressaltada que a repetição não acontece somente no nível das unidades, mas também há uma repetição do espaço entre essas unidades. A repetição, no entanto, não é exata quando a vida é intensa. Esta intensidade cria uma variação sutil dos seus elementos. Ex: Vista em perspectiva de Lisboa, Braunio, 2ª metade do Séc. XVI.	
5. ESPAÇOS POSITIVOS	Algo que incha e cresce para o exterior, não é espaço residual. Eles contêm enclausura e geralmente são espaços convexos. Embora possam ser espaços anatômicos, eles também podem ser dinâmicos, pois poderiam mudar dependendo, por exemplo, da estação ou do ciclo solar e assim provocam alterações nos aspectos de tais espaços e, consequentemente, nos seus usos. Ex: Morfologia urbana de Martina Franca – Itália.	
6. BOA FORMA	Segundo Alexander (2002) a boa forma é composta das seguintes propriedades parciais: (1) alto grau de simetria interna; (2) simetria bilateral (quase sempre); (3) um centro bem marcado (não necessariamente no centro); (4) os espaços adjacentes criados por esta forma são espaços positivos; (5) é muito distinta da envolvente; (6) é relativamente compacta 1:1, 1:2, nunca acima de 1:4); (7) tem enclausura, está encerrada, um sentimento de estar fechada e completa. Ex: Folha em forma de tulipa – Alexander, 2002.	
7. SIMETRIAS LOCAIS	São subsimetrias que servem como uma espécie de cola que mantém o espaço junto. Ex: Monsaraz – Portugal	

8.INTERLIGAÇÃO PROFUNDA E AMBÍGUA	Acontece quando os centros adjacentes interpenetram—e resultando em centros intermédios. Assim, a possibilidade de distinguir um do seu entorno fica mais difícil. Ex: Arcadas em Garovillas, Espanha.	
9.CONTRASTE	A existência de diferenciação na estrutura espacial é o que da vida à unidade. Essas diferenças poderiam se manifesta na forma de densidade, de luz, de materiais, de cores, de topografia etc.	
10.GRADIENTE	É estabelecido sempre que uma quantidade varia sistematicamente, através do espaço. Eles são uma resposta natural à mudança de qualquer circunstância no contexto, por exemplo, a luz e a topografia entre outros. Ex: Ardales, Andaluzia – Espanha.	
11.RUGOSIDADE – IRREGULARIDADE	Não é um erro ou algo acidental nem resultado de uma cultura inferior, mas é uma forma criativa que a natureza encontra para adaptar ao contexto, assim resultando em diversidade. Traduzindo para o desenho, Alexander (2002) explica que a intenção de irregularidade não é para ser imposta uma ordem qualquer sobre o desenho. Por sua vez, ela dá liberdade à flexibilidade da ordem geral, possibilitando sua modificação de acordo com os condicionantes locais em cada parte do desenho.	
12.ECO - EVOCAÇÃO DO CONTEXTO NATURAL	Segundo Alexander, eco é o modo como a força de um determinado centro depende das semelhanças de ângulos e orientações do todo. Depende dos ângulos e das famílias de ângulos que prevalecem no desenho. Ex: Palheiros da Tocha – Portugal, 1950	
13.VAZIO - nos centros existem um vazio como água	Segundo Alexander, "Nos centros mais profundos que têm perfeita inteireza, existe no seu coração um vazio que é como água, infinito e profundo, circunscrito e contrastado com a desordem das coisas à sua volta." Esta referência pode ser aplicável aos espaços sagrados como aqueles ligados à religião, à meditação e à contemplação entre outros.Ex: Praça Vitorchiano, ao norte de Roma.	
14.SIMPLICIDADE E CALMA INTERIOR - simplicidade geométrica	"Na maioria dos casos esta simplicidade mostra-se ela própria numa simplicidade geométrica e purismo, que tem as formas geométricas tangíveis." Alexander (2002, pg. 226). A simplicidade vem quando são removidos todos os elementos, por exemplo, os centros, que não funcionam ativamente, que não dão vida ao seu contexto. A eliminação desses elementos desnecessários permite que o que permaneça é uma estrutura num estado de calma interior.	
15.NÃO SEPARAÇÃO - não existe isolamento do sistema	As formas são partes de um todo, parte de um sistema maior e é dessa forma que nós as experenciamos, e assim por diante. Todo sistema é parte de um sistema maior e não é possível separa-los um do outro perfeitamente e também sem perder o sentido do contexto em qual cada um está inserido.	

Ilustrações: adaptadas de Guerreiro (2010), desenvolvidas por Shinelle Hills.

Ao analisar as diferentes origens de formação das cidades medievais europeias, Kostof (2001) também observou que a morfologia urbana tende a assemelhar-se, criando um "padrão", englobando nessa análise, não só a forma física, mas também o contexto social, econômico e político. Nessa direção, torna-se importante, então, identificar os aspectos sociais, econômicos e culturais que influenciaram na forma das cidades medievais.

Segundo Kostof (2001), houve três aspectos importantes que influenciaram a forma urbana do traçado irregular sobre o grid das cidades pós-romanas. O primeiro foi a "liberta-

ção do movimento da ordem geométrica". Com a interrupção das autoridades municipais na cidade pós-romana, um movimento natural começou a abrir a rigidez do grid dos grandes quarteirões, evitando-se o ângulo reto para encurtar caminhos. Trilhas passavam pelas edificações públicas para as quais não havia mais qualquer uso e transformaram-se em novas ruas.

Da mesma forma, a circulação que dava acesso ao mercado, que, em alguns casos, coincidia com o fórum romano, foi racionalizada para atender às novas condições urbanas. Na economia feudal, o mercado foi um bem material precioso. As taxas de impostos cobradas dos usuários não residentes da cidade, no mercado, tornaram-se a principal renda. Com isso, as cidades se mantinham pequenas, pois as pessoas se opunham à imigração aberta.

A sobrevivência dos artesãos e comerciantes dependia da proximidade com o mercado. A área ao redor do mercado era a mais valorizada e, em seguida, vinham as ruas que levavam aos portões da cidade. Várias ruas saíam do centro, onde era localizado o mercado, pressionando o grid existente, nos pontos de menos resistência.

O segundo ponto que influenciou a forma urbana foi a "reorganização dos quarteirões". Nas cidades romanas, a estrutura residencial era de residências unifamiliares, entre 3 a 4 por quarteirão, e nas cidades mais povoadas havia edifícios de apartamentos de múltiplos andares ou insulae[87].

Na cidades islâmicas, a população agrupava-se dentro de vizinhanças de acordo com o parentesco, tribo ou etnia. As ruas com entradas e saídas constituíam as linhas que dividiam as unidades socialmente exclusivas. As ruas atravessadas foram encurtadas, os quarteirões foram integrados aos superquarteirões solidamente construídos, um intricado sistema de comunicação foi instalado no tecido denso, onde o principal elemento era o cul-de-sac, servindo a seus ocupantes imediatos.

No ocidente também houve o rearranjo de novos núcleos residenciais, mais notavelmente na Itália, onde as famílias nobres se mudaram para as cidades e buscaram reproduzir as fortificações de suas residências rurais. As famílias fizeram alianças com casas nobres da vizinhança, formando conjuntos semiautônomos fechados para as vias, com pátios internos e decorados com torres defensivas, formando cidades-estado auto-governantes. O autor conclui que o grid romano está relacionado com o exterior, e o quarteirão islâmico está voltado para interior.

E por fim, o terceiro ponto é o impacto dos "novos enfoques públicos" sobre o tecido urbano. Os polos da vida urbana Pós-Romana no Ocidente - um castelo uma catedral, um palácio do bispo - atraiam a rede de circulação em suas direções com fluxo de tráfego, como água corrente criando seu próprio curso.

Simultaneamente, as ruas antigas que antes conduziam para o foco, mais importante da vez, agora não teriam mais importância, e as pressões para o novo foco, permitiam deixar correr livre, causando permanente deslocamento dos caminhos e delineando uma nova hierarquia de movimento para adequar-se à geografia dos pontos públicos dentro da cidade. Neste sentido, o grid tinha suas limitações óbvias (**Tabela 3.14**).

Tabela 3.14 - Aspectos da forma do traçado irregular das cidades pós-romanas (KOSTOF, 2001)

Libertação da ordem geométrica	Ausência das autoridades municipais: evitava-se o ângulo reto para encurtar caminhos. Trilhas passavam pelas edificações públicas para as quais não havia mais qualquer uso e transformaram-se em novas ruas. As circulações que davam acesso ao mercado e aos portões eram mais valorizadas, pressionando o grid existente.

[87] As Insulas eram um tipo de habitação existente na Roma Antiga, destinada à população menos favorecida.

Reorganização dos quarteirões	Cidades islâmicas - a população agrupava-se dentro de vizinhanças de acordo com o parentesco, tribo ou etnia. As construções eram voltadas para dentro do agrupamento, um pátio, e eram separados por ruas em cul-de-sacs.
Novos enfoques públicos	Novos polos da vida urbana pós-Romana no Ocidente: um castelo, uma catedral, um palácio de bispo atrairiam a rede de circulação em suas direções sobre o tecido urbano.

Segundo Kostof (2001), a forma orgânica ou o padrão irregular recebia interferência da topografia, da divisão de terras, dos agrupamentos (synoecism) das aldeias existentes, da legislação e da ordem social. Em parte dessas cidades a paisagem natural é facilmente percebida visualmente.

Kostof identifica seis tipos de desenho urbano a partir da topografia: assentamento ribeirinho, porto natural, local de defesa/área fortificada, crista linear da cordilheira, topo de morro e terreno inclinado. Cidades ribeirinhas podem reconhecer o fluxo do curso com ruas adequadas ao terreno natural, ao longo, de uma ou das duas margens. O mar proporciona alguma escolha de oportunidades de *design*, portos naturais influenciam na forma de desenho das ruas.

Se o lugar tem uma cordilheira, a forma da ocupação urbana é, geralmente, linear, destacada com marcos arquitetônicos, como castelos e igrejas nas pontas ou, em uma delas, ao longo de um dos lados da cordilheira. As outras vias correrão paralelas à espinha no terreno inclinado (**Figura 3.31, Figura 3.32** e **Figura 3.33**).

Figura 3.31 - Assentamento ribeirinho acompanhando o fluxo do rio Berna – Suíça e Porto Natural – anfiteatro natural em Valparaíso- Chile
Fonte: Google Earth

Figura 3.32 - Local de defesa, área fortificada de Edimburgo – Inglaterra e Crista linear na cordilheira, Assis – Itália
Fonte: Google Earth

Figura 3.33 - Topo de morro – esculpida na montanha como um cobertor lançado em cima de uma grande pedra Machu Picchu e Terreno inclinado - Village-of-Gordes-Vaucluse-Provence
Fonte: Luciano Senna e http://oglobo.globo.com/blogs/arquivos_upload/2008/08/

Na visão de Spirn (2011, p. 17-19), as paisagens urbanas superficiais evoluem continuadamente no tempo de modo previsível e imprevisível, em resposta a processos naturais, mudando assim os propósitos humanos. A "estrutura profunda" é encontrada nos padrões de montanhas, vales, rios e mares, que se estendem ao longo da paisagem regional, na localização espacial e arranjo dos ecossistemas, da vegetação nativa.

Nesse sentido, a forma urbana juntamente com o ambiente natural de uma cidade constitui um registro de interação entre os processos naturais e os usos humanos ao longo do tempo. Juntos, eles contribuem para a identidade de cada cidade. Reconstruir a história ambiental de uma paisagem urbana proporciona uma janela para a interação de processos naturais e sociais através do tempo.

Numa tentativa de se aproximar das formas orgânicas das cidades não planejadas auto-organizadas, desde o início do século XIX, visando à questão ambiental e à saúde da população, vem uma linhagem de planejamento urbano. Ela, inicialmente, emerge nos românticos subúrbios na Inglaterra e nos EUA, e se transforma em uma alternativa consistente para dominar as práticas do urbanismo ocidental no século XX, como nos modelos pré-urbanistas das vilas operárias e os modelos de Cidade-jardim, de Ebenezer Howard e de Cidade-Parque, de Frederick Law Olmsted.

A forma foi trabalhada com elementos, como o respeito à topografia e as disposições geométricas desenhadas com arte, para evitar a rigidez da abstração geométrica, com sistema de ruas curvilíneas e linha quebrada, espaçando-se com perfis aparentes. Segundo Kostof (2001), estes esquemas reforçam a tendência de cidades "orgânicas" com uma autoconsciência, mas de modo abusivo. Seria então um "organicismo planejado" ou, de forma mais deselegante, um "pitoresco planejado".

A seguir será feita uma análise dos padrões espaciais que têm interface com a ecologia da paisagem visando fazer um contraponto aos padrões emergentes e a ordem orgânica, demonstrados anteriormente, que analisam a cidade com sistema. São padrões espaciais que incorporam a natureza na cidade, os elementos de vegetação, grandes áreas públicas, ruas sinuosas acompanhando a topografia e os fluxos de água.

3.8 O "anti-padrão" da cidade planejada ou o padrão espacial dos ecossistemas no nível da paisagem para favorecer os fluxos de água e a natureza na cidade?

Conforme visto anteriormente, na ordem orgânica e nos padrões orgânicos, o crescimento é gradual, há um equilíbrio perfeito entre as necessidades das partes individuais do meio ambiente e as necessidades do todo. Há um comportamento complexo de um sistema

com múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas, seguindo regras locais.

A partir da metade do século XVIII, a atração pelo desenho urbano da cidade, como um todo, estava sendo questionada, juntamente com a linguagem clássica da arquitetura. Essas mudanças aparecem melhor na Inglaterra, com o surgimento do jardim pitoresco "não-urbano". Segundo Kostof, isso ocorreu de duas maneiras: combinação de paisagismo e desenho urbano curvo, como em Bath, e ruas soltas do ordenamento clássico, com elevações desencontradas, como em Regent Park.

Houve uma visão retrospectiva do passado, o "reviver gótico" e a redescoberta dos padrões de assentamentos medievais. Primeiramente, a imagem de vilas e pequenas cidades rurais. A partir dessa volta ao passado do pensamento medieval, duas correntes se instalaram no final do século XVIII e, depois, no século XIX: os subúrbios pitorescos para as classes mais abastadas e as vilas industriais para as classes menos favorecidas. Assim, instala-se a promoção do planejamento estético, que é a afirmação moderna da incidência eterna do padrão orgânico.

Segundo Kostof (2001, p. 64), o "subúrbio pitoresco" tenta celebrar a retrospectiva da cidade nas suas origens naturais, porém é uma ilusão de virtudes do passado. Ele foi inspirado no jardim inglês e nas casas de campo do século XVIII. A inspiração local veio de cemitério rural e de parque urbano, começando, em 1859, com implantação do Central Park para o centro da cidade de Nova York, projetado pelos paisagistas para criar um impacto com a malha racional do grid da cidade e reabilitar os homens contra os efeitos maléficos da cidade comum (**Figura 3.34**).

Figura 3.34 - Vista aérea do Central Park inserido na malha urbana
Fonte: http://www.visitingdc.com/new-york/central-park-picture.asp7
http://michaelminn.net/newyork/parks/central_park/

O pitoresco planejado anglo-americano era, então, identificado com a imagem do "não urbano". A partir desta época, alguns subúrbios pitorescos foram planejados, como Glendale, em Ohio, fundado em 1851 por Robert C. Philips, e Riverside, em 1869, por Olmsted.

As primeiras vilas industriais foram testadas nos centros de produção de lã no condado de Yorkshire. A escolha de um desenho pitoresco para as moradias dos trabalhadores continuou rara no século XIX. Dois exemplos foram patrocinados por industriais filantrópicos: Borniville, em 1879, dos irmãos Cadbury, e Port Sunlight, de William H. Lever, construída em 1887.

Em Port Sunlight, a curva foi gradualmente introduzida, ditada pelos riachos que penetravam no local. O desenho pitoresco foi pensado para moradias com jardins individuais

voltadas para dentro, de costas para a rua, e grandes áreas de espaços públicos abertos, com áreas de estacionamento. Pode-se dizer que este desenho influenciou o plano de ruas irregulares e a arquitetura neo-vernacular que se seguiu e teve seu apogeu nas Cidades-Jardins da Inglaterra (**Figura 3.35**).

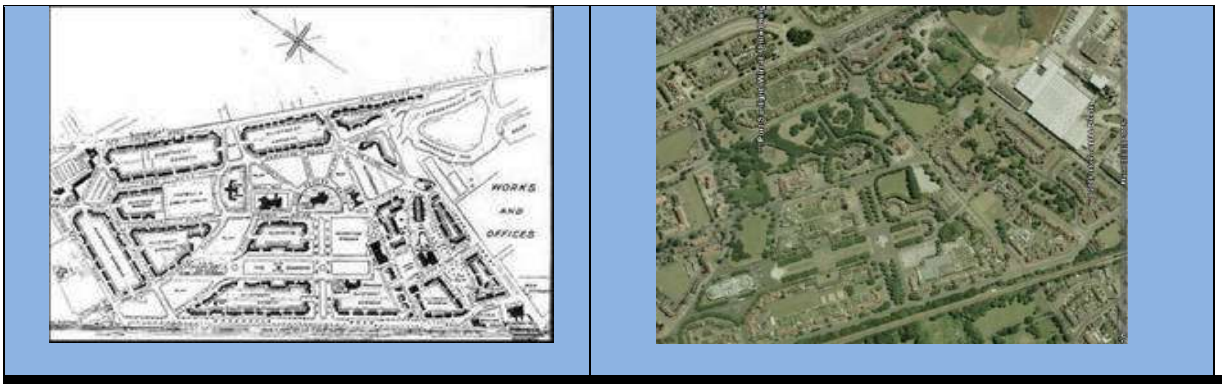


Figura 3.35 - Projeto de Port Sunlight, na Inglaterra, e vista aérea do projeto implantado
Fonte: Google Earth e www.portsunlight.org.uk

Kostof (2001) ressalta que a separação de áreas residenciais de comerciais era vista pelos planejadores urbanos de Manhatam, em 1870, como necessária, na qual as ruas e quarteirões de forma retangular seriam destinados às propostas comerciais e industriais para proporcionar maior facilidade de comunicação e utilização do solo pela ocupação compacta. Já as áreas residênciais deveriam estar localizadas na periferia, em grandes extensões adequadas à topografia. Inicia-se então o zoneamento urbano, que precede a Cidade-Jardim de Howard.

3.8.1 As Cidades-jardins de Howard

Ebenezer Howard, idealizador da Cidade-Jardim, passou uma temporada nos EUA e testemunhou o congestionamento da cidade, o caos e a especulação feroz que moldava o centro comercial agressivo e denso e, consequentemente, a expansão ilimitada das cidades. Além dos limites das cidades, uma encontrava com a outra, ocorrendo a conurbação. O campo era afastado para bem longe, fora de alcance dos cidadãos.

Howard apostava que o casamento cidade-campo era uma forma de assegurar uma combinação perfeita, com todas as vantagens de uma vida urbana cheia de oportunidades e entretenimento, juntamente com a beleza e os prazeres do campo. A indústria se deslocaria para o campo, como estratégia de desenvolvimento econômico, simultaneamente à produção agrícola, que teria mercados prontos da cidade próxima ao núcleo rural.

A população máxima não poderia atingir mais que 32.000 habitantes. A **Tabela 3.15** mostra a atração dos três ímãs – cidade, campo, cidade-campo - e a constelação de Cidades-Jardins. Na sua visão, seria como um ímã de atração da entidade cidade-campo, com dimensões controladas de 2.400 hectares para 32.000 pessoas, sendo 2.000 hectares para a área rural de 2000 habitantes; e 400 hectares para a parte urbana de 30.000 habitantes, dividida em 6 partes, ou bairros, com 5.000 habitantes cada.

Tabela 3.15 - Os três imãs: relação cidade-campo (HOWARD apud OTONI, 2002)

CARACTERÍSTICAS DA CIDADE	CARACTERÍSTICAS DO CAMPO
Afastamento da natureza; oportunidades sociais, isolamento das multidões; locais de entretenimento; distância do trabalho; altos salários monetários; aluguéis e preços	Falta de vida social; beleza da natureza; desemprego; terra ociosa; matas; bosques, campinas e florestas; jornada longa/salários baixos; ar fresco; aluguéis baixos; falta de dre-

altos; oportunidades de emprego; jornada excessiva de trabalho; exército de desempregados; nevoeiro e seca; drenagem onerosa; ar pestilento e céu sombrio; ruas bem iluminadas; cortiços e bares; edifícios palacianos.	nagem; abundância de água; falta de entretenimento; sol brilhante; falta de espírito público; carência de reformas; casas superlotadas; aldeias desertas
CARACTERÍSTICAS DA CIDADE-CAMPO	
Beleza da natureza; campos e parques de fácil acesso; aluguéis baixos; preços baixos; oportunidades para empreendimentos; ar e água puros; residências e jardins esplêndidos; liberdade; oportunidades sociais; muito o que fazer; nenhuma exploração; afluxo de capital; boa drenagem; ausência de fumaça e de cortiços; e cooperação.	

A zona agrícola agiria como um amortecedor contra o crescimento incontrolável do centro populacional. Para Howard, quando uma cidade atingisse a sua capacidade de suporte, novas cidades deveriam ser formadas, em torno de uma cidade central de 58.000 habitantes, um núcleo cultural, formando uma constelação de cidades interligadas por meio de ferrovias e rodovias.

Howard e seus seguidores enfatizavam que as Cidades-Jardins não eram subúrbios pitorescos que dependiam das cidades, mas comunidades autossuficientes em termos de educação, cultura, administração e socioeconomia (negócios, indústria e terras agrícolas). Ele almejava um arranjo espacial que promovesse a comunidade com o agrupamento de casas.

As habitações deveriam ser direcionadas às diversas classes sociais, formando blocos isolados entre si, recuadas do alinhamento do terreno, com jardins fronteiriços. As ruas têm acesso secundário com "cul de sac" e passeios com gramas, arbustos e árvores, que dão continuidade ao verde dos espaços públicos, criando o caráter pitoresco. A densidade prevista era de 12 casas para 0,4ha, baixa para os padrões da época.

Saboya (2008), utilizando o esquema geral de Howard como base, obteve uma área total para a cidade de 416,83 hectares, considerando uma população de 30.000 pessoas, a densidade média bruta seria de 71,97 hab/ha. Porém, outros autores consideram a densidade da primeira Cidade-Jardim de Lecthwoth, na Inlgaterra, de 8 a 24 hab/ha (**Figura 3.36**).

Figura 3.36 - Vista aérea da cidade de Letchwort, primeira cidade-jardim, mostrando o cinturão agrícola e a praça principal.
Fonte: Google Earth

Howard não propunha uma cidade exclusiva, a especulação privada seria eliminada, as edificações seriam espalhadas e haveria espaços abertos para a comunidade agrupada em bairros. Todos teriam acesso ao campo, à indústria e aos negócios.

Segundo Andrade (2002), o direito ao espaço era defendido por Howard, por influencia do cooperativismo. As terras agrícolas seriam adquiridas para a instalação da cidade e registradas em nome de industriais de posição responsável e honra indubitável, que as arrendariam para os futuros moradores. Na visão dele, o lucro obtido pelo empresário lotea-

dor serviria para amortizar a dívida do empréstimo e seria revertido para a comunidade, em forma de infraestrutura e edifícios públicos, como patrimônio coletivo.

O comércio e a indústria seriam incentivados por meio de baixas taxas e longos prazos de arrendamento para possibilitar a fixação de novos moradores. A "Primeira Cidade-Jardim Ltda." foi registrada em 1903, como propriedade mista autorizada para vender ações para levantar o capital necessário, nenhuma cooperativa formal foi estabelecida e as posses de terras não foram transferidas para a comunidade, concretizado-se sessenta anos depois.

No entanto, quanto aos ideais de desenho, segundo Tenorio (2012, p. 47), há algumas diretrizes que não contribuem para a cidade viva, ou a vida no nível da comunidade. Ela destaca os seguintes aspectos.

Em primeiro lugar, a rígida separação de funções, instituições, comércio, habitação, indústria, e áreas de recreação com lugar próprio, gerando maior necessidade de deslocamento e o uso descontínuo, no tempo, de partes da cidade, o que atrai um número grande de pessoas no mesmo horário, necessitando de espaços públicos superdimensionados. Com a segregação de funções, exceto na praça principal de Letchworth (**Figura 3.37**), ilustrada na figura acima, os edifícios ficam isolados no lote diminuindo suas constituições, conforme visto na análise sintática do espaço.

Figura 3.37 - Praça principal da cidade de Letchworth, primeira Cidade-Jardim
Fonte: Google Earth

Em segundo lugar, a transformação paulatina da função da rua, decorrente da separação de funções para lugares específicos, faz com que ela se torne apenas um lugar de passagem. "As coisas não acontecem nela, mas estão conectadas por ela" (TENORIO, 2012, p. 47). E em terceiro lugar, a pouca variedade de tipos de moradia, interpretada pela autora quando Howard diz encorajar a preferência de gostos individuais, o que representa uma grande concessão na regulação urbanística. Um fato curioso, porque Howard era um incentivador da classe operária e um de seus objetivos era atender a várias classes sociais. Isso mostra a diferença da intenção da concepção original, do que se sucedeu nos projetos desenvolvidos pelos arquitetos e engenheiros das Cidades-Jardins.

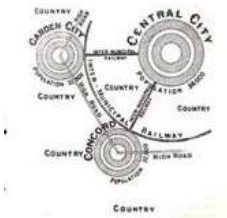
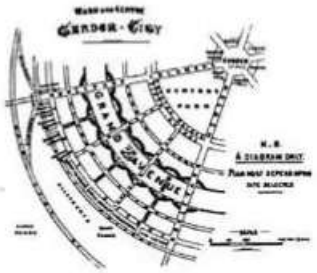
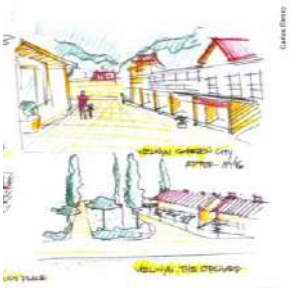
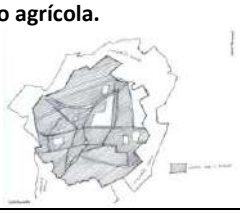
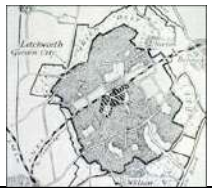
O desenho da cidade de Letchworth, a primeira Cidade-Jardim, a 130 Km de Londres, proposto pelos arquitetos Unwin e Parker, em 1903, tinha como objetivo reproduzir o traçado orgânico próprio à escala humana, com referência às vilas medievais, que eram próximas ao campo, contrariando as configurações geométricas rigorosas de tradição clássica renascentista. Tinha um centro urbano no ponto mais elevado, composto de árvores de porte e edifícios municipais, próximo à estação. Essa cidade foi dividida em regiões de 5.000 habitantes, com suas próprias infraestruturas (ANDRADE, 2002).

Segundo Andrade (2002), a ideia de Cidade-Jardim tornou-se amplamente incompreendida e era comum confundi-la com subúrbios-jardins, que se espalharam pelos arredores de Londres. Jacobs (2000, p. 19) radicaliza, ao considerar que todo o planejamento urbano

moderno que se seguiu a partir das ideias de Howard “é uma adaptação ou um remendo desse material absurdo”, sob o ponto de vista urbanístico.

O foco deste modelo não era a rua, mas a quadra, com as casas voltadas para dentro, com afastamento frontal da rua, portanto “sem olhos para a rua” e bairros monofuncionais, sendo os comércios separados das áreas verdes (**Tabela 3.16**).

Tabela 3.16 – Padrão orgânico planejado do sistema urbano no nível da paisagem. Cidade-Jardim, Ebenezer Howard

Aproximação cidade-campo **três imas: cidade, campo e cidade-campo** 	**Sistema de cidades - tamanho controlado - população 32.000 habitantes.** 	**A cidade com estrutura radial - 6 grandes bulevares**
Distrito e centro da Cidade-Jardim com parque central 	**Relação com a curva de nível** 	**Baixas densidades** 
Recuo frontal das habitações 	**Ruas em cul de sac** 	**Grandes áreas verdes – Cidade de Welwyn**
Limites de crescimento – cinturão verde produção agrícola. 	**Habitação para diversas classes sociais (proposta inicial)** 	**Traçado orgânico – trama em “árvore”, poucas conexões** 

Ilustrações originais: diagramas de Howard para as Cidades-Jardins. Outras imagens foram desenvolvidas no âmbito da disciplina Estudos Econômicos e Socioeconômicos, coordenada pela professora Liza Andrade, pelos estudantes da UNIEURO Patrícia Fiuza, Jamil Tancredi e Carlos Elmiro.

No entanto, Jacobs, nos seus “catalisadores para a complexidade da vida urbana”, propõe uma alta densidade. Ela trabalha vários valores, mas gira em torno de valores até 100 moradias por acre (24,71 moradias por 1000m²), aproximadamente a 247,1 moradias

por hectare, o que resulta em 700 a 750 hab/ha, se considerados 3 habitantes por moradia. Ela ainda não considera os parques como pulmões das cidades. Não estava em suas preocupações o fato de serem necessários 12 mil metros quadrados de árvores para absorver a quantidade de dióxido de carbono que quatro pessoas liberam ao respirar, cozinhar e aquecer a casa.

Essa é mais uma grande questão desta tese: a dicotomia existente entre as propostas urbanísticas de baixa e alta densidade, tendo em vista a sustentabilidade urbana, considerando a pegada ecológica; que contabiliza as necessidades do ser humano em termos de habitação, alimentos, energia, água e tratamento de resíduos e dejetos. Portanto, torna-se importante entender a diferença entre a cidade como habitat do ser humano, como um sistema complexo, a cidade para pessoas e a natureza na cidade, nos modelos de cidades verdes.

3.8.2 A natureza na cidade dos "subúrbios pitorescos" nos padrões espaciais propostos por Olmsted e, posteriormente em Ian McHarg.

A visão americana da ecologia da paisagem, desenvolvida nas escolas de arquitetura e desenho da paisagem, é uma continuação do trabalho de Frederik Law Olmsted, arquiteto paisagista da segunda metade do século XIX. Com o avanço das cidades capitalistas norte-americanas e o inchaço populacional a partir da segunda metade do século XIX, surgem as primeiras preocupações com a preservação ambiental na forma de planejamento de grandes parques nacionais, hoje denominadas de Unidades de Conservação, e grandes parques urbanos, como o Central Park, em Nova York, projetado por Olmsted e Vaux.

Em sua atuação no chamado Movimento Americano de Parques, ele transformou Yosemite Valley, na Califórnia, em 1864, na primeira área de conservação ambiental pública aberta aos usos de lazer e recreação. Foram projetados os primeiros "*parkways*", parques lineares, para promover a ligação entre diferentes áreas das cidades. Esses parques conectavam Nova York, Chicago e Buffalo, com ênfase nas questões estéticas e sociais.

Segundo Hill (2009), as inovações no urbanismo da paisagem, com infraestrutura verde e drenagem natural tiveram origem no trabalho de Olmsted, que influenciou o urbanismo americano do século XX. Ele propôs um sistema de parques urbanos, como uma forma de infraestrutura que combinava sistemas aquáticos e transporte, preocupações com saúde, metas sociais e para a biodiversidade.

Nos projetos de infraestrutura da paisagem, que abrangiam *parkways*, linhas de bonde, rios e esgotos, Olmsted tentou "apressar o processo já iniciado" pela natureza, conseguindo, assim, mais do que "processos sem apoio da natureza" (SPIRN 1995).

Naquela época, Olmsted já pensava em conexões importantes entre áreas do conhecimento, como atividades que seriam consideradas atualmente como pertencentes à engenharia civil, combinando-as com horticultura, saúde pública, economia política e *design*, como no caso da concepção de Boston's Emerald Necklace (Colar de Esmeraldas de Boston). Ele propôs um sistema que fosse unicamente americano (HILL, 2009) (**Figura 3.38**).

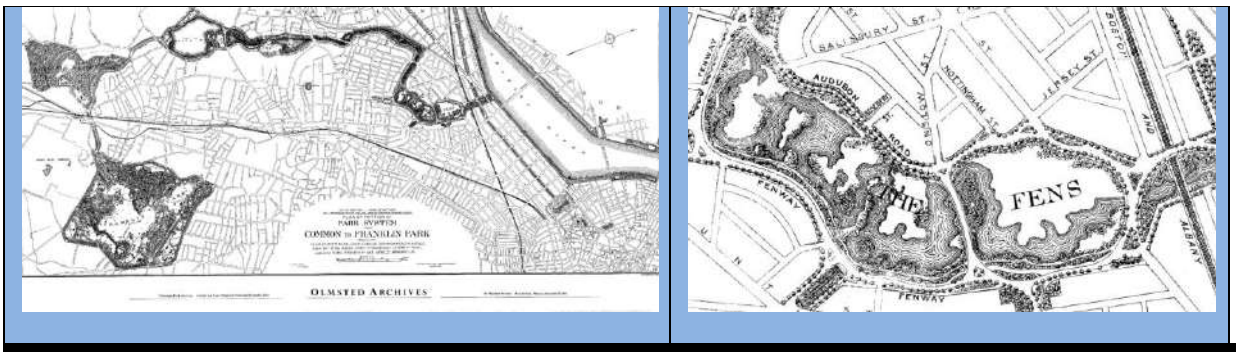


Figura 3.38. Projeto de *Boston's Emerald Necklace*, com todo o desenho do corredor do Rio Muddy.
Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Olmsted_historic_map_Boston.png

A intenção do desenho da rodovia Boston-Fenway era de controlar inundações, que periodicamente ocasionavam o acúmulo de esgoto não tratado nos gramados de um parque onde as crianças e seus responsáveis eram expostos continuadamente a patologias bacterianas. A maré do estuário do rio Charles bloqueava o fluxo de água doce contaminada, fazendo com que esta voltasse para as margens.

Assim, Olmsted desenhou todo o corredor do rio Muddy pela Fenway, criando uma capacidade maior dentro do canal e terminando-o com uma comporta que viria prevenir água salobra de entrar no rio Muddy pelo rio Charles. A construção de áreas alagáveis nos parques, que, em tempos de seca, são usadas para recreação e transporte, conectando diversos bairros, possibilitou a solução dos problemas de drenagem e da qualidade da água.

Ele fez experimentos utilizando zonas de plantas nativas, assim como de não nativas nas margens, e defendeu os parques como sendo asseios sociais, onde pessoas de todas as classes pudessem encontrar-se, e que, ao menos em teoria, pudessem proporcionar suporte ao sistema político compartilhado da democracia. (HILL, 2009) (**Figura 3.39**).

Figura 3.39 - Pontes para rios, lagos corredores de vida silvestre em Boston's Emerald Necklace.
Fonte: http://www.emeraldnecklace.org/park-overview/the-riverway/

Porém, no âmbito do desenho de parcelamentos urbanos, o pitoresco planejado era então identificado com a imagem do "não urbano"(Kostof, 2001). No projeto para Riverside (1869), Olmsted aplica o conceito de preservação ambiental, reforçando as características da paisagem existente e criando novas paisagens, além de sugestivos esquemas de ruas sinuosas, com lotes irregulares, em contraste com as ruas retas.

Em Riverside, Olmsted implantou uma nova paisagem romântica em um pedaço de terra de campos, importando milhares de árvores. Traçou ruas curvas que sugerissem contemplação, lazer e uma qualidade "feliz", em contraste com as ruas retas. Mesmo com a sinuosidade das vias, esses padrões de desenho vão contra o paradigma da urbanidade e da

ordem orgânica, como foi visto anteriormente, levando à suburbanização (KOSTOF, 2001) (**Figura 3.40)**.

Figura 3.40 - Vista aérea de Riverside e o plano de Olmsted
Fonte: TerraMetrics © 2013 Google Earth e http://outlaw-urbanist.com/blog/urban-patterns-olmsteds-riverside-chicago/; http://www.olmstedsociety.org/resources/maps-of-riverside/

Jacobs (2007) faz crítica aos subúrbios pitorescos, classificados por Kostof (2001), pela exclusão social que eles geraram, ao terem sido pensados para favorecer as classes mais afortunadas, compostas por brancos, protestantes, anglo-saxões e excluindo os judeus, italianos, e outros grupos étnicos que se juntam ao povo americano.

Essa crítica é pertinente, na medida em que, segundo Kostof (2001), há uma distorção dos padrões orgânicos da antiguidade e da Idade Média, estruturas complexas nas quais ricos e pobres eram misturados no orgânico do subúrbio moderno. Este último é exclusivo, com pessoas de uma mesma classe e etnia. Ao mesmo tempo, traz de maneira insistente uma mensagem anti-urbana, como se as características das ruas curvas não tivessem sido uma característica milenar das cidades densamente povoadas, como será visto mais adiante no tópico "padrões orgânicos e propriedades emergentes".

Nesse sentido, Jacobs (2007) tem razão ao considerar o arranjo espacial proporcionado pelos subúrbios pitorescos como nocivo à vida social. Ele não propicia o encontro social, tendo densidades muito baixas em casas unifamiliares soltas no lote. Por outro lado, os estudos sobre parques e sistema de drenagem natural desenvolvidos por Olmsted tiveram grande importância para avanços no campo da ecologia da paisagem.

Outro pesquisador importante foi Ian McHarg, um escocês que chegou a Harvard, logo após a Segunda Guerra Mundial, para estudar paisagismo em um departamento fundado segundo as ideias de Olmsted, e do qual a disciplina de planejamento urbano surgiu algumas décadas antes.

Ele estudou uma maneira de planejar e desenhar cidades que seria integrada por fluxos de água e de organismos, a fim de manter a saúde humana e as inúmeras conexões entre humanos e os ecossistemas que nos mantém. McHarg[88] se tornou um defensor do planejamento urbano que integrava sistemas aquáticos e biodiversidade, dentro da infraestrutura das cidades e em novas cidades, em múltiplas escalas (HILL, 2009).

McHarg planejou uma nova cidade, ao norte de Houston, aplicando suas ideias. Assim, o primeiro sistema de "drenagem natural" do século XX foi construído em Woodlands, no final dos anos 60, início dos anos 70. Ele conectou parcelas particulares a infraestrutura

[88] Inspirado pelos escritos de Rachel Carson sobre uma rede conectada de espécies e as consequências da ação humana nessa rede, e influenciado pela sua própria experiência como um tuberculoso (HIIL, 2009).

pública, de maneira a compartilhar a responsabilidade de melhorar o desempenho hidrológico e ecológico da cidade. Ele remapeou a cidade de Filadélfia, utilizando como temas os sistemas aquáticos e a saúde pública, popularizando suas ideias em seu livro "Design *with nature*" (McHarg, 1969).

Para McHarg o ponto de partida foi o ambiente natural, e ele só pode ser compreendido por meio de sua evolução física. Ele considerava a natureza um processo que está interagindo, que responde a leis, representando os valores e as oportunidades de uso humano, mas com certas limitações e, até mesmo, proibições (**Figura 3.41**).

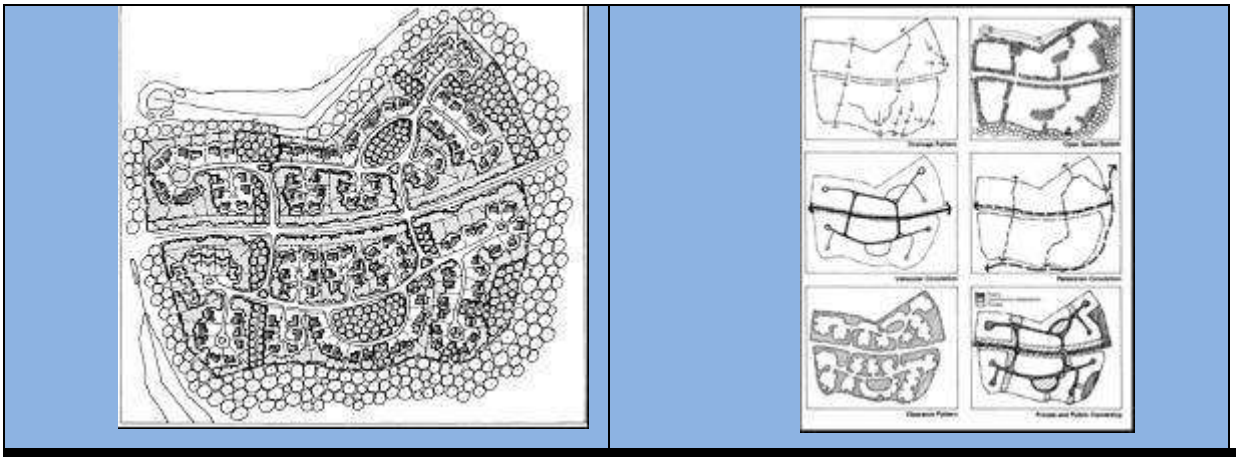
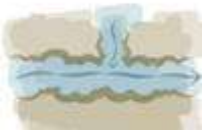
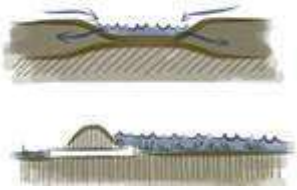


Figura 3.41 - Plano para Nova Comunidade de Woodlands e padrões de desenho para a drenagem das águas pluviasi
Fonte: http://www.annewhistonspirn.com/pdf/Spirn-Woodlands-1973.pdf

Ele via a cidade como um ambiente patológico, por isso se dedicou mais ao planejamento de bairros e regiões metropolitanas, em oposição ao centro financeiro e à região central. McHarg defendia como pré-requisito para o planejamento e *design* um "inventário ecológico" para entender como um lugar veio a ser e para identificar problemas e oportunidades. A lista de verificação dos sistemas era sempre a mesma: o clima, geologia, hidrologia, limnologia, solos, vegetação e vida selvagem, não importando qual o local, escala ou uso da terra (SPIRN 2011) (**Tabela 3.17**).

Tabela 3.17 – sistemas naturais de Ian McHarg

GEOLOGIA E HIDROLOGIA		
Canais de drenagem 	**Vegetação nativa nos canais de infiltração**	**Retardar o escoamento** 
LIMINOLOGIA		
Manter a temperatura fresca e bom habitat para os peixes	**Manter a densidade das herbáceas nas lagoas**	**Minimizar erosão com vegetação nativa**
SOLO		

Utilização da recarga do solo	**Minimizar cobertura em solos permeáveis**	**Casas e atividades devem ser alocadas em locais mais secos possíveis**
VEGETAÇÃO		
Aproveitamento da maior quantidade de vegetação possível existente	**Maximizar o potencial das florestas por meio do uso no planejamento**	**Replantar a vegetação após a implantação do empreendimento**
VIDA SILVESTRE		
Prover à vida silvestre condições de sua sobrevivência	**Prover a capacidade de movimento para vida silvestre**	**Evitar que a vida silvestre sofra com a intervenção humana**
CLIMA		
Reduzir a absorção do calor no verão	**Aumentar a insolação no inverno e aumentar o sombreamento no verão**	**Aumentar o conforto e controlar a umidade pela vegetação**

Ilustrações: produzidas por Fernanda Galvão, no âmbito do PIBIC

McHarg influenciou um geração de alunos, que se tornaram hoje grandes teóricos e pensadores do urbanismo ecológico, como Michael Hough e Anne Whiston Spirn. Essa última autora, bem citada nesta pesquisa, trouxe importantes contribuições sobre o conceito do

urbanismo ecológico. Eles popularizaram a ideia de que as cidades podem ser desenhadas para incorporar e imitar algumas funções ecológicas desejadas (HILL, 2009).

McHarg foi um crítico das cidades densas do início do século XX, ele era inconformado com a feiura e a poluição de sua cidade - Glasgow - e trouxe importantes contribuições com seus estudos sobre sistemas de informação geográfica e transecto natural. Infelizmente, a sua crítica em relação ao desenho das cidades e seu descaso por sistemas humanos fizeram com que ele ignorasse a tarefa de tentar melhorar as cidades e os sistemas sociais (FARR, 2013).

Suas contribuições urbanísticas foram importantes para a questão da infraestrutura verde, em especial a drenagem natural, quando ele propôs a ligação das parcelas particulares à infraestrutura pública, com responsabilidade compartilhada de melhorar o desempenho hidrológico e ecológico de uma cidade. Porém teve repercussão na expansão dos subúrbios americanos de baixa densidade para promover cidades mais verdes, o que gerou críticas às cidades planejadas, segundo a visão de autores que consideram a cidade como sistema, como Jane Jacobs, Christopher Alexander e Bill Hillier.

O modelo orgânico planejado ganhou força a partir da década de 1970 e foi amplamente utilizado no planejamento da paisagem urbana nos EUA. Era atrelado aos estudos de ecologia da paisagem, por ser, também, aquele que melhor incorpora os conceitos atuais de sustentabilidade ambiental e ecológica, principalmente na questão da drenagem urbana nos EUA, em termos escoamento e infiltração de água, como no modelo de desenvolvimento urbano de baixo impacto (*Low Impact Development* - LID).

No entanto, este modelo tem reforçado a expansão dos subúrbios americanos de baixa densidade que está sendo combatido desde a década de 1990 pelos movimentos *Smart Growth* e Novo Urbanismo, que defendem um modelo de cidade mais compacta, mas não, necessariamente, orgânica.

Jacobs acusa os subúrbios pitorescos pela promoção da exclusão social, ilhada do contexto urbano, por meio do desenho de grandes lotes verdes, de custo elevado com poucas unidades por acre[89] e a falta de relação com a vizinhança, influenciando diretamente na vitalidade urbana, que depende da diversidade de pessoas e classes sociais.

3.8.3 A cidade modernista e os "anti-padrões" de Salingaros

A cidade orgânica reproduzida por modelos, na maioria dos casos, segundo Guerreiro (2010) não incorpora o processo e o contexto que deu origem à cidade orgânica. Esta é caracterizada por um processo constante de mudança e adaptação, e não o desenho de uma forma final clara, simplificada e estática, que não se adapta, nem à complexidade emergente, nem ao dinamismo da realidade.

Salingaros et al. (2010) defendem que há uma incompatibilidade básica: "o tecido urbano orgânico é uma extensão da biologia humana, enquanto o ambiente planejado é uma visão artificial do mundo imposta pela mente humana sobre a natureza[90]".

Na visão de Salingaros (2003), a imposição de uma geometria simplista na forma da cidade, pela supressão dos padrões mais tradicionais, tem reduzido ou eliminado as funções tradicionais que fazem a cidade ter vida. Para Salingaros (2003), o desenho urbano contemporâneo com a consolidação das funções por meio de sua concentração geométrica, elimina

[89]Conversão - 1 acre = 4046 m2, 1 hectare = 10.000m2.

[90] Nikos Salingaros, David Brain, Andrés Duany, Michael Mehaffy e Ernesto Philibert-Petit. Habitação socialmente organizada, uma nova abordagem à estrutura urbana I: design capaz de estabelecer posse emocional, 2010, pag. 194.

as “interfaces conectoras”, as estruturas complexas, as subdivisões e as conexões, que caracterizam a cidade tradicional.

Por outro lado, o traçado urbano orgânico das cidades medievais, sob a ótica do urbanismo moderno, é considerado ultrapassado, visto que na época de seu nascimento, na segunda metade do século XIX, com as reformas urbanas higienistas, o mundo estava passando por grandes transformações. Entre elas, a própria ciência, que se vinha sacramentando cada vez mais como uma ciência racionalista mecanicista. A cultura progressista industrial da época não permitia o conteúdo histórico e cultural.

Ao contrário dos idealizadores dos subúrbios pitorescos, Le Corbusier, precursor do movimento moderno do século XX, criticava o desenho sinuoso das cidades medievais europeias, que, segundo ele, era definido de acordo com o “caminho das mulas” irracional e sinuoso (2000). Para ele o ideal era contrastar com o desenho racional e reto do “caminho do homem”, aquele que sabe aonde quer chegar e, então, sugeria a racionalidade dos traçados modernos, visando à funcionalidade, à locomoção do automóvel e exaltação geométrica.

A Carta de Atenas, manifesto urbanístico resultante do IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), realizado em Atenas, em 1933, considerava a cidade como um organismo a ser concebido de modo funcional, na qual as necessidades do homem devem estar claramente colocadas e resolvidas.

O documento final, redigido por Le Corbusier, recomenda a separação das áreas residenciais, de lazer e de trabalho, propõe substituir o caráter e a densidade das cidades tradicionais por uma cidade na qual os edifícios se desenvolvam em altura e se inscrevam em áreas verdes, por essa razão, pouco densas.

Mascaró (2008) chama a atenção para o lado “ambientalista” de Le Corbusier, na sua proposta para a Vila Radiante, na qual ele imaginava a cidade do futuro com os seus jardins, integração dos espaços habitados e liberação do solo. Para Le Corbusier, o assentamento ideal deveria expressar a liberdade da razão, posta a serviço da eficiência e da estética. A eficiência diz respeito à saúde e higiene, vinculada à presença do sol e do verde, tendo o “padrão” de edifícios em altura isolados como unidades autônomas e o verde continuando por baixo dos grandes conjuntos edificados para que o espaço seja livre e transitável.

Os desenhos de Le Corbusier, segundo Mascaró (2008), sugerem que os jardins, o teto-jardim e os terraços foram projetados com cuidado para muitas de suas casas mais famosas, fato não muito documentado pelos historiadores. Ele recomenda que os tetos-jardins sejam utilizados nos países quentes. Além disso, propõe que a cidade moderna seja repleta de árvores.

Entretanto, esse lado ambiental fica pequeno diante de tantos problemas da cidade modernista, como separação de usos, desenho de vias como “árvores”, que dificultam a acessibilidade ao pedestre e a unidade dos conjuntos, visto em Alexander (1965), como o recuo das paredes das habitações, edifícios isolados, entre outros. Salingaros faz uma crítica aos urbanistas que criaram um novo conjunto de regras de desenho com a Carta de Atenas (1933), com a separação de funções para permitir que novas formas fossem produzidas.

Ainda sobre o contraste entre cidade planejada e cidade tradicional, Salingaros (2003, p. 7) radicaliza ao chamar a cidade planejada modernista de “doença da geometria de anti-padrões” que não cria integração, se comparado a um organismo que metabolize e interaja com outros organismos, num ecossistema. Na **Figura 3.42** há imagens de Brasília, que foi concebida sob os princípios da Carta de Atenas.

Gehl (2006, p. 46) faz uma crítica à cidade funcionalista moderna quanto aos padrões espaciais da vida urbana; no entanto, ele pondera que tais padrões não foram intencionais, pensava-se que as extensas áreas verdes gramadas poderiam gerar oportunidades de encontros para atividades recreativas. Não se questionou, naquela época, se a função de tais espaços com elementos verdes estavam corretos.

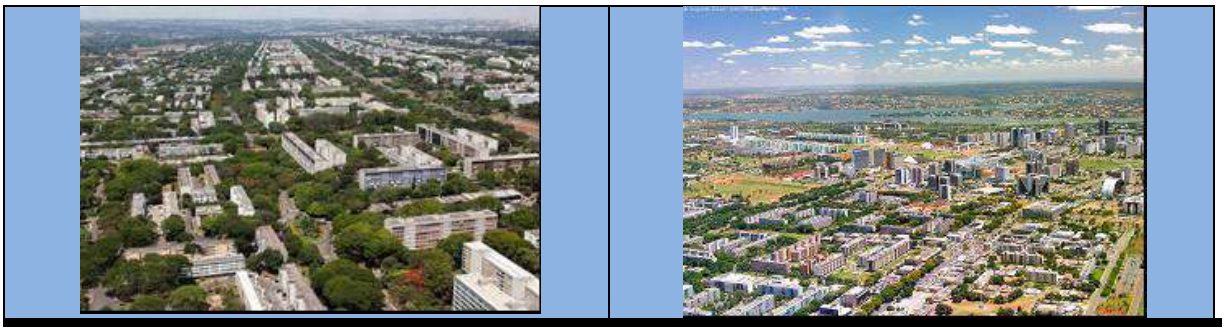
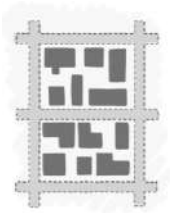
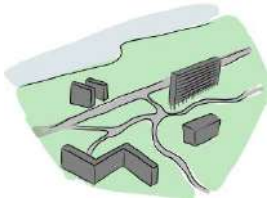


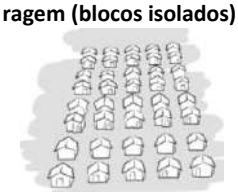
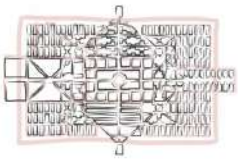
Figura 3.42 - Vista aérea de Brasília, Asa Sul e Asa Norte
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Vista_a%C3%A9rea_do_final_da_Asa_Sul.jpg
http://www.viajarpelomundo.com.br/brasilia-principais-pontos-turisticos/

Salingaros (2003, p. 7), acredita que este modelo gerou "anti-padrões", impostos como parâmetros formais apenas geométricos, que, na verdade, impedem o "desenho de padrões". Os anti-padrões listados por Salingaros são: (1) Quadrícula retangular obsoleta; (2) Segregação das funções; (3) O rompimento das paredes contínuas ao nível da rua; (4) Edifícios recuados; (5) Ênfase na escala grande (6) Edifícios separados (7) Aumento exagerado da vertical; (8) Geometria de linhas retas; (9) Unidades que não interagem; (10) Materiais não-naturais; (11) Supressão dos padrões geométricos; (12) Eliminação da escala humana.

Na visão de Salingaros, esses 12 "anti-padrões" (**Tabela 3.18**) têm sido utilizados como método de desenho urbano para construir cidades ao redor do mundo, e muitos deles ainda são utilizados em propostas de desenho de urbanismo sustentável, principalmente o modelo da cidade radiante com ênfase no desenho da paisagem. Eles são integrados e apoiam-se uns aos outros com tal consistência que são "padronizados"(*standart*), confundidos como adaptáveis a qualquer lugar, no sentido universal do movimento moderno.

Tabela 3.18 - Os padrões modernistas ou "anti-padrões" (SALINGAROS, 2008)

Quadrícula retangular obsoleta 	**Segregação das funções**	**O rompimento das paredes contínuas ao nível da rua** 	**Edifícios recuados**
Ênfase na escala grande	**Edifícios separados**	**Aumento exagerado da vertical**	**Geometria de linhas retas**

Unidades que não interagem (blocos isolados)	Materiais não naturais	Supressão dos padrões geométricos (naturais)	Eliminação da escala humana
			

Ilustrações: Erika passos Otto

Então, como pensar e projetar as cidades do futuro, na maneira pela qual elas devam crescer se não fossem planejadas? É possível planejar cidades, bairros, edifícios associados aos processos urbanos e da natureza, considerando seu contexto social, como ecossistemas urbanos por meio de padrões, pensando na imprevisibilidade do futuro frente às mudanças climáticas?

Aqui, portanto, ficam outras grande questões desta pesquisa: como ficaria a sustentabilidade das cidades? É possível pensar em sustentabilidade espacial e ambiental ao mesmo tempo? Os princípios de sustentabilidade associados aos padrões urbanos podem contribuir para a dualidade existente entre a sustentabilidade espacial e a sustentabilidade ambiental?

3.9 A questão da densidade e a dicotomia existente na sustentabilidade urbana

Nos padrões apresentados até o momento, ficou nítida a diferença das preocupações com o desenho urbano mais voltado para a comunidade e o desenho urbano voltado para a paisagem, e a dicotomia existente: cidades para pessoas, com influencia da ecologia urbana, ou cidades para a natureza, com influencia da ecologia da paisagem. Exceto na visão de Alexander et al. (1977), que procura atender aos dois lados.

Essa dicotomia se estende para a atualidade. Existem diferentes visões no campo do conhecimento científico da sustentabilidade urbana (considerando as dimensões social, econômica e ambiental), quanto à questão da pegada ecológica em relação à densidade urbana, aos padrões de uso e ocupação do solo e seus impactos nos ecossistemas e nos processos naturais.

Os urbanistas ou planejadores urbanos, dentro do campo das ciências sociais aplicadas, defendem o “crescimento inteligente” das cidades ou a “regeneração urbana”, com concentração e diversidade de pessoas em zonas multifuncionais, para maximizar as trocas de matéria, energia e informação no espaço urbano, e sobrecarregar menos os ecossistemas do entorno.

Já, os ambientalistas, dentro do campo das ciências ambientais, acreditam que as cidades devem ter autossuficiência, limites de crescimento, com possibilidade de construção de novas cidades e densidades pré-estabelecidas, levando a uma convivência harmônica local entre os seres humanos e os ecossistemas.

Na visão de Mare (2008), no futuro, com o declínio do petróleo, quando as fontes de energia começarem a diminuir, as megacidades sofrerão um processo de migração reversa, de volta para o campo ou cidades menores, devido à escassez dos recursos naturais, como ocorreu em algumas civilizações antigas. Ele faz um alerta sobre a questão das densidades nas cidades quanto ao futuro incerto do fornecimento de energia baseado em combustíveis fósseis. “Quanto maior o declínio das fontes energéticas, menor também será a população”.

Deve-se considerar, nessa mesma relação, a diminuição da produção de grãos; a instabilidade do clima; a baixa disponibilidade de água doce per capita e de terras cultiváveis para produção agrícola; e a escassez de pescados. Fica evidente, nessa visão holística que, nos estudos do ciclo da água urbano, essa relação deve ser repensada. Por isso, a questão da densidade, populacional e construtiva, das cidades será importante para a sobrevivência das populações urbanas.

Entretanto, segundo Gehl[91] (2011), nos últimos 50 anos, a cidade como um sistema complexo de habitantes foi sendo esquecida e a dimensão humana foi seriamente negligenciada no Planejamento Urbano. Para ele, há uma falta de visão dos urbanistas para o que ele denomina de "*ground floor*", o nível da rua. Conforme visto nos estudos de Jacobs, Alexander, Hillier e Holanda, o desenho da cidade planejada, ou da cidade tendendo à formalidade, não consegue promover a totalidade do sistema.

De acordo com Gehl (2013), contra o modelo das cidades modernistas, que dá prioridade aos carros, adverte que, pela primeira vez na história da humanidade, as cidades não são construídas como conglomerações de espaços urbanos, mas como edificações individuais. As novas áreas residenciais são esparsamente povoadas e, em seus estudos, detectou que há um século, sete vezes mais pessoas moravam no mesmo espaço. Nesse cenário, a prioridade tem sido dada aos carros, contribuindo para o aumento do tráfego de veículos em todas as cidades do mundo.

Nos estudos de Gehl (2013, p. 66), ilustados na Figura **3.43**, a taxa de ocupação da construção no lote no início do século XX nas cidades industriais era de 200%, passando para 20% de ocupação no século XXI. As moradias eram mais compactas, havia aproximadamente 475 moradias por hectare. Hoje, este número foi reduzido para 8 moradias por hectare e a densidade populacional, de 2000 pessoas, passou para 17 pessoas por hectare. "Há um século, sete pessoas moravam no mesmo espaço".

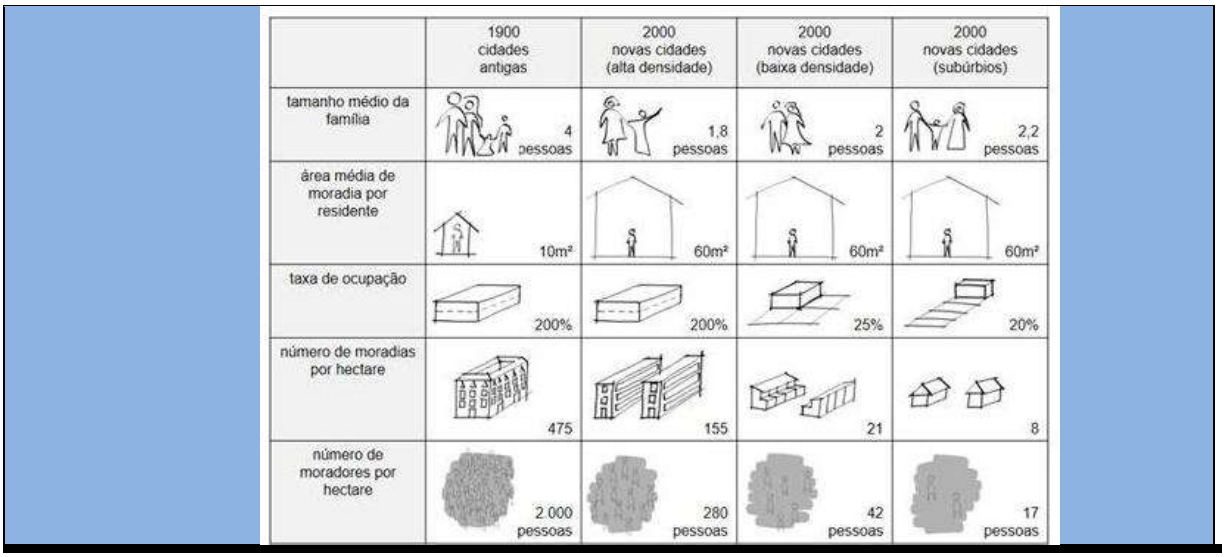


Figura 3.43 - Ilustração sobre áreas residenciais povoadas em um século "Espaços tão vastos, tão pouca gente"
Fonte: Gehl (2013, p. 66)

[91] Em entrevista concedida a Bianca Antunes. Disponível em au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/215/artigo250160-1.aspx

Curiosamente, Mare (2008) fez um levantamento ao longo da história, baseado em Munford, sobre o tamanho de cidades e densidades, e chegou à conclusão que o padrão espacial das cidades, que engloba a densidade e morfologia, manteve-se constante ao longo de quase 2.000 anos, com uma densidade em torno de 50 a 80 habitantes por hectare, com quase 8 unidades habitacionais por hectare e 10 pessoas por residência.

O conceito de cidade da época era próximo ao que hoje entendemos como vizinhança ou bairro de 5 mil pessoas ou menos. Cidades como Ur, Eshnunna e Khafaje, datadas de mais de 2000 anos a.C., possuíam densidade de 120 a 200 habitantes por hectare. Quanto à forma urbana, essas primeiras cidades eram basicamente fortalezas. Esse tipo de densidade e morfologia se mostrou constante durante aproximadamente 2.000 anos. As ruas eram estreitas e sinuosas, as casas eram grandes e pequenas, construídas juntas, algumas térreas e outras com 2 a 3 pavimentos.

Mare (2008) chama atenção para o fato de, até o período da Revolução Industrial, todos os assentamentos serem baseados em recursos naturais, como o sol, o vento, a água, inundação regular de rios, irrigação por gravidade, animais à tração e dependentes de orgânicos e combustíveis renováveis. A forma das cidades, densidade e população, eram limitadas pelo regime energético.

Próximo à Revolução Industrial, as cidades pré-industriais possuíam uma população que não ia além de 100.000 habitantes. A cidade de Atenas possuía em torno de 50.000 pessoas; Roma com, talvez, 55.000, Florença com 40.000 e Veneza, Pádua e Bolonha com a população entre 50.000-80.000 habitantes (MARE, 2008) As cidades nesse período possuíam, em média, uma densidade de 55 a 80 habitantes por hectare.

Porém, o padrão de descentralização das cidades e expansão de terras aumentou a necessidade de deslocamento e, consequentemente, de gasto de combustíveis fósseis. Com o advento dos combustíveis fósseis na Revolução Industrial, houve uma mudança e um crescimento nunca antes visto nas cidades[92], com densidades superiores a 200 hab/há, chegando até 405 hab/há, em Nova York.

O interessante é que todos os indicadores permaneceram constantes até o início da Revolução Industrial, período que marca a transição entre dois regimes bem diferente de energia. A transição entre a dependência de fontes orgânicas renováveis, para a dependência de fontes orgânicas não renováveis: combustíveis fósseis (carvão e hidrocarbonetos).

Durante o século XIX, vilas e cidades que passaram por essa transição sofreram um processo de urbanização muito acelerado. Um dos fatores para esse grande crescimento da população urbana foi o grande êxodo rural desse período, acompanhado, ainda, por um aumento enorme na taxa de crescimento populacional. Esse aumento geral em número foi determinante para a mudança do desenho urbano das cidades, um imenso alargamento da área dos maiores centros urbanos (MARE, 2008).

Nos tempos mais modernos, houve uma grande questão com as condições de vida da população e com a saúde pública. Como uma forma de reação aos estilos de assentamentos às condições de vida degradantes advindas do industrialismo, começaram a surgir novas maneiras de assentamentos, vistas nos padrões orgânicos planejados e nos subúrbios pitorescos. Port Sunlight, em Liverpool, e Bourneville, perto de Birminghan, foram construídas no final dos anos de 1880, fora dos limites das cidades e em baixas densidades populacio-

[92] Londres em 1840 atingiu o número de 2,5 milhões de habitantes, e Liverpool, com edifícios, tinha com densidade de 283 hab/ha, na mesma época.Nos Estados Unidos, em Nova York a população passou de 696.115, em 1850, para 3.437.202, em 1900, com alguns blocos em 1905, com densidades de até 405 hab/ha (MARE, 2008).

nais, entre 20-40 pessoas por hectare, assim como as Cidades Jardins, de Ebenezer Howard, vistas anteriormente (Mare, 2008).

Segundo Tavanti e Barbassa (2010), no desenho urbano proposto para as Cidades-Jardins de Howard, no início do século XX, como o traçado de Unwin e Parker para Letchworth, que possui baixa densidade (8 e 24 hab/ha), a drenagem natural é potencializada por meio do traçado com ramificações em cul-de-sac, com o uso de canais naturais abertos, que favorecem a infiltração da água nas áreas verdes .

Uma evolução do modelo de Cidade-Jardim, em relação à drenagem, pode ser visto em Village Homes, um parcelamento de 28 hectares e 220 casas e 25 apartamentos (média de 30 a 35 hab/ha), desenvolvido, tanto para melhorar o sentido de comunidade, como para a conservação de energia e recursos naturais. Situado em Davis, Califórnia (EUA), interligado na rede de ciclovias da cidade, foi construído na década de 1970, época em que os parcelamentos urbanos começaram a incorporar as diretrizes de amortecimento e armazenamento das águas pluviais.

A água que corre das ruas vai diretamente para estes largos canais e pode, vagarosamente, penetrar no solo para não interromper o ciclo hidrológico. Essas depressões da drenagem se integram às vias de circulação para pedestres e às ciclovias, como um foco de vida comunitária. As ruas mais estreitas reduzem a intensidade e a velocidade do tráfego, e o material da superfície pavimentada, melhorando o microclima do local com a sombra das árvores cobrindo toda a rua.

Mare (2008), preocupado com a questão dos combustíveis fósseis, propõe um novo modelo de vilas urbanas, baseado nas aldeias antigas, porém, autossuficientes, adaptadas a nova realidade, em resposta à situação dos padrões de concentração urbana encontrados simultaneamente em diversos países europeus e americanos. Ele propõe uma densidade máxima de 32hab/há, com cidades de 50 a 80.000 pessoas, subdividas em vilas de 5.000 habitantes em 40 ha.

Assim, pode-se concluir que o desenho urbano baseado no modelo de "cidades verdes" defende a preservação de grandes áreas verdes com ocupação de baixas densidades, a beleza da paisagem entrando na cidade, com cultivo, de plantas e árvores, jardins comunitários para produção de alimentos e habitat para a vida selvagem. Reivindica-se a autossuficiência, limites de crescimento com densidades pré-estabelecidas, que valorizam a leitura da paisagem e os processos naturais, levando a uma convivência harmônica local entre os seres humanos e os ecossistemas.

Entretanto, uma das grandes críticas ao modelo de Cidade-Jardim e das cidades modernistas (CIAM), como Brasília, sob o ponto de vista da sustentabilidade, é o efeito da suburbanização que eles causaram: a expansão urbana com baixas densidades, que destrói a possibilidade de encontros de pessoas e ocupa terras agricultáveis. Este efeito da suburbanização é percebido nos EUA, e hoje, no Brasil, é representado pela expansão de condomínios de alta renda.

Acioly e Davidson (1998, p. 48) argumentam que a baixa densidade proposta pelo movimento das Cidade-Jardins e pelos projetos modernistas (CIAM) promoveu aumento da mobilidade pendular da população, pressão sobre os sistemas de transporte de massa e elevação do consumo energético, ao contrário do que pensa Mare (2008) sobre a questão da densidade relacionada ao consumo energético advindo dos combustíveis fósseis.

Além disso, baixas densidades de ocupação estão associadas à alta renda dos habitantes e a um número limitado de contatos sociais e encontro casuais impostos pela tipologia do assentamento, como o caso da tipologia do Plano Piloto de Brasília.

Por outro lado, a cidade compacta com altas densidades está geralmente associada à baixa renda, principalmente nos países em desenvolvimento, com maiores oportunidades e intensidades de contatos sociais e possibilidades de encontros casuais. Autores como Rueda (2001), Rogers (2001), Hillier (2009) defendem o modelo de cidade compacta e densa como ideal para alcançar a sustentabilidade urbana. Eles defendem que alta densidade maximiza as trocas de energia, matéria e informação.

Baseado nos estudos de Mare (2008), aqui reside uma questão dialética: se a densidade é determinante para a questão da pegada ecológica, em termos de energia fóssil e acesso aos recursos naturais, por outro lado a baixa densidade provoca grandes deslocamentos e enfraquecimento das relações humanas na cidade. Qual seria o caminho? Existe uma densidade ideal para a questão da água? Ou podemos acreditar que o caminho é construir cidades como um processo emergente baseado em padrões de organização que atendam tanto à comunidade, quanto à paisagem, visando a heterogeneidade das manchas nas cidades?

3.10 Integrando os padrões espaciais da comunidade e da paisagem: o urbanismo sustentável.

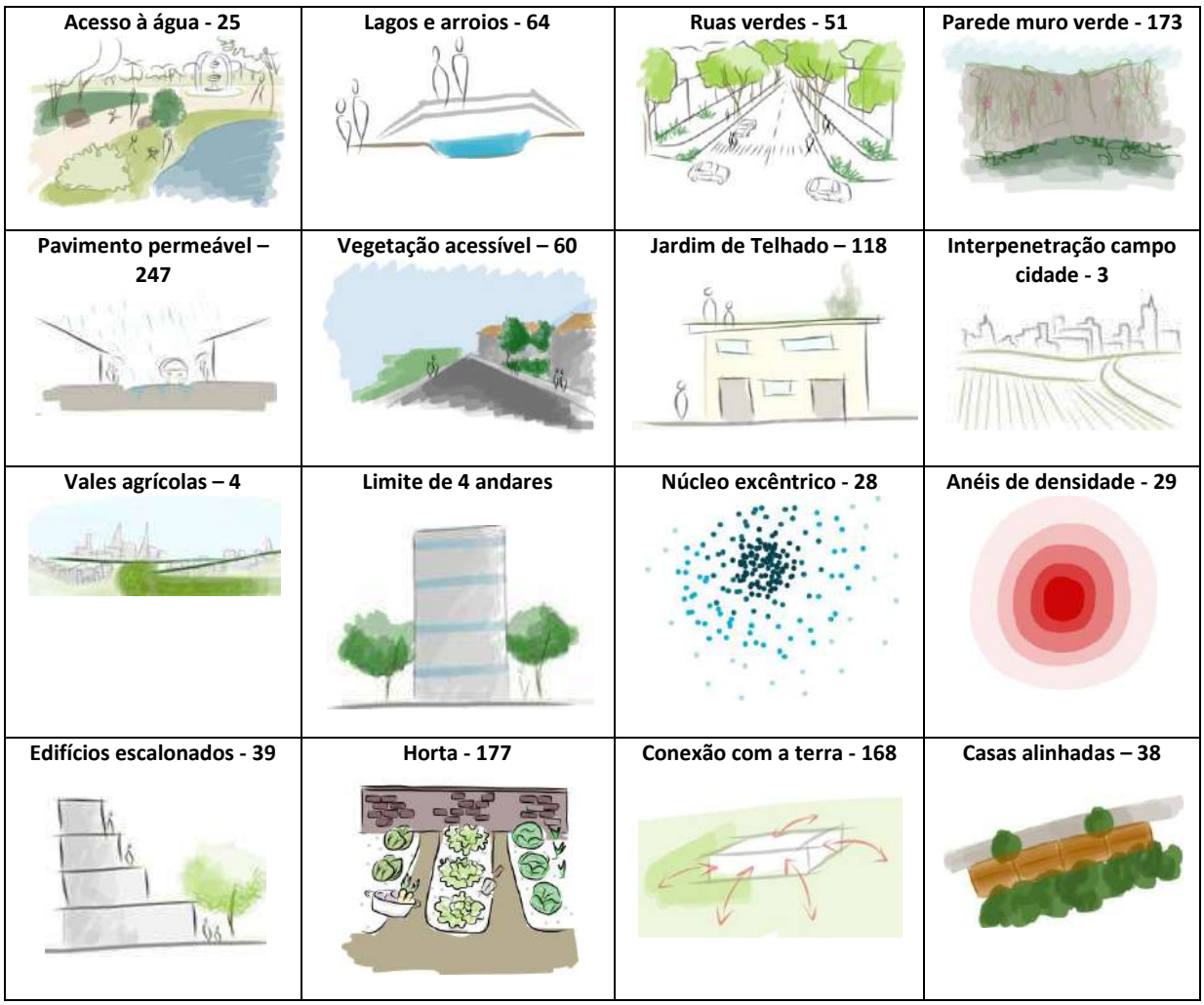
Analisando a obra de Christopher Alexander foi possível identificar que ele consegue unir a sustentabilidade espacial à sustentabilidade social e econômica e à sustentabilidade ambiental. A pesquisa desenvolvida por Moehlecke[93] (2010) estabeleceu relações entre princípios da sustentabilidade e padrões urbanos, por meio da análise comparativa de afinidade entre eles. Ela dividiu os princípios de sustentabilidade em três dimensões: social, econômica e ambiental, que serão apresentadas no próximo capítulo.

No item sobre a ordem orgânica e propriedades emergentes, foram demonstrados alguns padrões relativos aos princípios de sustentabilidade das dimensões social e econômica, que têm relação direta com a sustentabilidade espacial, selecionados por Moehlecke (2010). Na **Tabela 3.19**, são demonstrados alguns padrões que estão relacionados à sustentabilidade ambiental, identificados por Moehlecke nas dimensões econômica e ambiental.

Tabela 3.19 – Padrões de Alexander et al. (1977), relacionados à sustentabilidade ambiental (identificados por Moelehcke, 2010)

Melhorando o terreno – 104	Terraços em encostas – 169	Locais para animais -74	Jardins espontâneos – 162

93 Esta pesquisa, desenvolvida no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE-UFRGS), foi aprofundada no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pelas estudantes Erika Passos Otto e Fernanda Galvão, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB).



Ilustrações: confeccionadas por Fernanda Galvão, no âmbito do PIBIC.

O movimento do Novo Urbanismo e do *Smart Growth*, que hoje representam o urbanismo sustentável americano, caminha na direção da aplicação de muitos padrões no processo de revitalização dos subúrbios americanos. Andrés Duany, líder do movimento do Novo Urbanismo, acredita que "Uma linguagem de padrões" de Alexander et al. (1977) é uma obra de arte.

A publicação é um clássico, digna de referência para a sociedade planetária, lembrando Edgar Morin. Porém, na visão de Duany (*apud* FARR, 2013), ainda é muito poético para ser absorvido pela sociedade americana. Duany acredita que o livro de Douglas Farr sobre "Urbanismo Sustentável" tenha uma linguagem mais técnica, que convence mais facilmente os planejadores e projetistas. Neste sentido, torna-se importante, tentar desmistificar os "padrões" de Alexander et al. (1977) para que sejam mais utilizados e apreciados por outras áreas do conhecimento, um dos objetivos desta pesquisa.

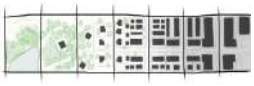
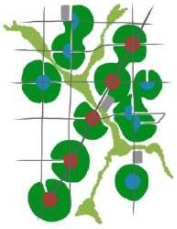
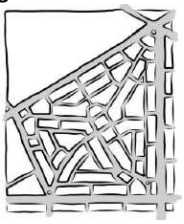
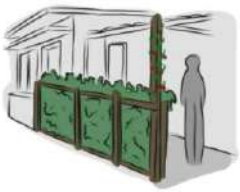
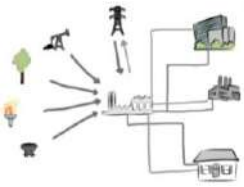
Duany também considera que são poucas as contribuições na escala da comunidade, vinculadas ao padrão de assentamento humano, que auxiliam a variável da equação ambiental. A maioria dos esforços ainda se concentra no âmbito das edificações sustentáveis, nos processos de certificação ambiental. Ele lembra que o livro de Ian McHarg, apesar de ser uma contribuição para a área ambiental, não apresenta propostas ou "padrões" para a relação da comunidade e a paisagem, concentrando-se mais na paisagem.

Farr (2008), a partir das deficiências encontradas nas certificações ambientais para empreendimentos urbanos, apresenta 30 parâmetros emergentes do urbanismo sustentável

que serão vistos no próximo capítulo (**Tabela 3.20**). A vantagem da apresentação em forma de parâmetros, ou padrões, como denominamos nesta pesquisa, é que ela é uma maneira de evitar o lado preconceituoso contra o "urbanismo de modelos" ou "urbanismo verde", ou mesmo cidade compacta ou cidade verde.

Os parâmetros não devem ser vistos como um produto estático do desenho artístico e geométrico. Assim, torna-se possível pensar em cidades que possam crescer de forma orgânica, com mecanismos autorreguladores, para se adaptarem às novas funções, realidades e tamanhos.

Tabela 3.20 - Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 95-209)

A dualidade das densidades	**Custo da densidade construtiva**	**Transecto do dia-a-dia** 	**Áreas mais compactas para água**
Densidades e modais	**Empreendimento para o transporte público (TOD)** 	**TOD e tipologia do lugar**	**Tamanho, forma e conectividade do habitat**
Diagramas de vizinhança 	**Definição de bairro e tamanho ideal para pedestre**	**Centro identificável e limite de bairro**	**A completude de um bairro**
Composição de usos do solo e tipos de habitação	**Sistema de gestão de águas pluviais**	**Tipologias de produção de alimentos** 	**Infraestrutura de alto desempenho**
Terceiros lugares onde as pessoas se encontram	**Automóveis compartilhados**	**Tratamento de esgoto em ambiente fechado**	**Grandes sistemas de geração de energia na escala do bairro** 

Ilustrações: Erika passos Otto

Na verdade, o urbanismo sustentável, para Farr (2008, p. 28) é uma tentativa de fazer um desenho integrado por meio de padrões urbanos, incluindo o bom desempenho da infraestrutura. Assim, o urbanismo sustentável "é aquele com um bom sistema de transporte público e com a possibilidade de deslocamento a pé, integrado com edificações e infraestrutura de alto desempenho". Ele articula a compacidade (densidade) e a biofilia (acesso humano à natureza).

Douglas Farr se baseia nos princípios do Novo Urbanismo, movimento que teve início na década de 1990, nos Congressos do Novo Urbanismo contra o efeito de suburbanização americana. O movimento defende unidades de vizinhança compactas e de uso misto, que incentivem as caminhadas e o uso de transportes alternativos: capacidade de andar, conectividade, uso misto e diversidade, mistura residencial, arquitetura e desenho urbano de qualidade, estrutura de bairro tradicional, densidade crescente, transporte "verde", sustentabilidade e qualidade de vida.

A Carta do Novo Urbanismo, de 1996, está fundamentada em 27 princípios relativos às várias escalas territoriais de análise: à região (metrópole, cidade grande e média, cidade pequena), ao bairro, ao setor (distrito, setor caracterizado por uma centralidade) e ao corredor, e por fim, às quadras, ruas e edifícios.

Quando teve o início, o Novo Urbanismo, apesar de não ser sua intenção, acabou por incentivar um número grande de condomínios fechados na cidade, nas propostas de desenho urbano, o que revelou contradições entre os princípios da carta e os projetos materializados.

Outro grande problema é o revivalismo criado para gerar a atmosfera das pequenas cidades vitorianas, o que acabou por tornar o Novo Urbanismo um modelo de urbanismo associado ao historicismo, com receita de bolo para acabar com o rodoviarismo norte americano. Segundo Del Rio, Rheingantz e Kaiser (2009), o movimento surgiu a partir do questionamento de um grupo de arquitetos interessados na cultura "neo-tradicional" norte-americana, e preocupado com os impactos negativos do transporte individual, do espraiamento dos subúrbios, e do urbanismo funcionalista.

Na visão dos autores, o Novo Urbanismo foi Inspirado nas ideias de Leon Krier e de Christopher Alexander, entre outros, que são taxados de "revivalistas". No meio dos arquitetos é muito comum haver preconceito contra os estudos alexandrinos, devido à incompreensão de alguns estudiosos quanto à complexidade de "Uma linguagem de padrões" e sua profundidade científica.

Muitos acham que os padrões remetem ao passado e que limitam o processo criativo, transformando-os em "modelos" de desenho. Esta tese pretende demonstrar que isso não é verdade. Eles fazem parte de uma rede de padrões para o entendimento da cidade como sistema complexo, que vai além de modismos.

A partir da segunda década do século XXI, vem crescendo o movimento Novo Urbanismo, sem aquele apelo historicista, com novas perspectivas, e está integrado ao *Smart Growth* e à certificação LEED-ND (*Leadership in Energy and Environmental Design - Neighborhood Development)* para empreendimentos urbanos.

O movimento *Smart Growth*, ou expansão urbana inteligente, surgiu no final da década de 1990, nos Estados Unidos, em resposta à dispersão suburbana americana. Surgiu a partir do Novo Urbanismo, mas o seu enfoque é mais amplo e direcionado ao planejamento urbano e regional. Assim, em 1996, leis de uso do solo, tanto locais como estaduais, foram reunidas em forma de um conjunto de princípios de orientação, criados pela Agência de Pro-

teção ao Meio Ambiente dos EUA (EPA) por meio do *Smart Growth Program*, que conta com uma rede composta por mais de 35 organizações nacionais e regionais.

O movimento *Smart Growth* foi influenciado pelo movimento ambientalista, por isso está atrelado a EPA. Ele busca um desenvolvimento urbano mais compacto e associado a sistemas alternativos de transporte e, atualmente, também está entrando nos estudos sobre águas urbanas, como será visto no capítulo 4.

A certificação de empreendimentos verdes LEED-ND incorpora os princípios do Novo Urbanismo e do *Smart Growth*, provendo certificação por meio de avaliação de desempenho da locação e do projeto, feita mediante índices relacionados à responsabilidade ambiental e ao desenvolvimento sustentável. O objetivo do LEED-ND é estimular as comunidades a se tornarem mais sustentáveis; incentivar alternativas de transporte capazes de reduzir a dependência do automóvel; incentivar ambientes urbanos mais compactos e de uso misto; reduzir a dispersão urbana; encorajar a vida saudável; e proteger os recursos naturais.

Os critérios são subdivididos em: locação inteligente e ligação/integração; padrões de vizinhança e projeto; construção verde e tecnologia; inovação e processo de projeto. Dá ênfase ao *design* e elementos de construção, que atraem os prédios para próximos um do outro, em um bairro, e relaciona esse bairro com seu entorno e paisagem. No entanto, esses critérios devem ser repensados para países em desenvolvimento que ainda não venceram seus problemas relacionados à Agenda Marrom.

Cabe mencionar que os critérios adotados na certificação LEED-ND, assim como em outras certificações que estão entrando no Brasil, permitem ao *Green Building Council* Brasil certificar empreendimentos com alta segregação socioespacial, frutos da especulação imobiliária. São empreendimentos sem espaços destinados à promoção da diversidade social (como a produção de moradias e alimentos economicamente viáveis), com infraestrutura própria, que geram uma "desagregação" do tecido urbano. Durante essa pesquisa foi possível identificar que os critérios para certificação não geram padrões de desenho urbano.

As críticas aos empreendimentos verdes certificados e ao Novo Urbanismo consistem no fato de o modelo direcionar as estratégias de mercado aos empreendedores privados, no lugar dos órgãos e entidades públicas, e favorecer a gestão privada das comunidades, em vez de promover novas formas de gestão da administração pública local. O modelo pode tornar-se excludente, uma vez que não incorpora os problemas urbanos já existentes, devido a, na maioria das vezes, ser empregado em novos empreendimentos.

No entanto, com o movimento crescente do *Smart Growth* e dos estudos da EPA, a esfera governamental está-se tornando mais presente no processo de desenvolvimento dos empreendimentos urbanos, diferente do Brasil, que ainda não consegue promover a integração dos órgãos ambientais e de desenvolvimento urbano e habitação nos processos de intervenção urbana.

Isso se deve muito ao fato de haver conflito de prioridades de visões e interesses dos atores que trabalham as Agendas Verde e Marrom, devido à grande lacuna que existe na questão das desigualdades sociais. Essa aproximação já ocorre nos países ricos, que já venceram seus problemas socioambientais e hoje podem-se concentrar nas questões da Agenda Verde.

Conforme foi mostrado na parte da ecologia urbana, da ecologia "na cidade", o Centro de Aplicação de Estudos de Transecto (CATS) nos EUA promove a compreensão do ambiente construído como parte do ambiente natural, por meio da metodologia de planejamento do transecto rural-urbano. O Novo Urbanismo, o *Smart Growth* e o LEED-ND estão traba-

lhando com essa ferramenta para integrar os vários estudos, quanto à avaliação de desempenho ambiental. O transecto urbano-rural descreve as escalas, as densidades e as características variadas dos tipos de lugares, de cidades centrais a áreas silvestres.

Vários livros e manuais foram lançados, desde 2010, para a "reparação do espraiamento urbano", que demonstram a necessidade de conexões de várias partes da cidade, por meio do preenchimento de grandes vazios urbanos e grandes espaços convexos para promover a reparação (*retrofit*) urbana, que tem relação direta com a sustentabilidade espacial.

O livro "*Sprawl repair manual*", de Galina Tachieva, de 2010, apresenta uma coleção de ferramentas de reparação do espraiamento para transformar empreendimentos ineficientes e fragmentados em comunidades completas (totais). Ele foi criado com o sentido de urgência, a partir dos Congressos do Novo Urbanismo, como forma de incentivar um reforma urbana em todos os estados americanos.

O livro de Douglas Farr, "Urbanismo Sustentável, desenho urbano com a natureza" trouxe importante contribuição ao associar estudos sobre a compacidade (densidade) e a biofilia (acesso à natureza), que tem relação direta com esta tese, que trata dos ecossistemas urbanos e os subsistemas da paisagem e da comunidade.

O urbanismo sustentável, para Farr (2013), enfatiza o apelo aos benefícios da vida no bairro, que satisfaçam as necessidades diárias a pé. Eles podem ser maiores, se houver a integração de cinco atributos: centro e limite bem definidos, compacidade, totalidade, conexão e biofilia. O pré-requisito para o *design* integrado é uma massa crítica de pessoas vivendo em uma vizinhança completa. Vale destacar que esses atributos podem ser encontrados em Alexander el al. (1977), como por exemplo, o conceito de comunidade ou vizinhança.

A palavra comunidade (*neighborhood*) é definida nos dicionários em termos sociais, espaciais e de caráter, como "pessoas que vivem perto de determinado lugar" e "uma parte de uma cidade, ou condado, frequentemente considerada como referência ao caráter ou às circunstâncias dos seus habitantes" (FARR, 2013, p. 29). Para os novos urbanistas é o "assentamento que tenha centro e limites definidos". Na linguagem da ecologia, lembrando Odum e Barret (2007, p. 5), comunidade é "toda a população que ocupa uma certa área".

Farr (2003) acredita que o tamanho ideal para um bairro deve ser adequado ao pedestre e variar entre 16 a 80 hectares. Alexander et al. (1977) acreditam que as cidades deveriam ser dividas em comunidades autônomas suficientemente pequenas, de 5 a 10.000 pessoas, aproximadamente de 7.000, para que as pessoas possam ter participação no governo local e fazer a autogestão com orçamento próprio. Conforme visto anteriormente, Mare (2008), acredita que as cidades deveriam ser divididas em vilas urbanas de 5.000 pessoas para facilitar o acesso aos recursos naturais.

Assim, torna-se viável discutir, decidir e resolver as questões mais especificamente relacionadas com ela: uso do solo, habitação, manutenção urbana, sistema viário, parques, política de educação, previdência e segurança e serviços comunitários. Deve-se utilizar os limites geográficos naturais e históricos para marcar essas comunidades.

Para Farr (2013), o bairro pode variar em termos de tamanho e forma, mas deve satisfazer a distância limite para a caminhada de pedestres, em torno de 400m, como eram os bairros antes da Segunda Guerra. Para isso a configuração da malha deve estar associada ao uso do solo, de maneira a possibilitar a conexão com o transporte público. A densidade não pode ser inferior a 17,5 unidades habitacionais por hectare para sustentar um corredor de ônibus e, de e 37,5 a 50 unidades habitacionais por hectare para sustentar um serviço de ônibus elétrico ou bonde.

A integração de transporte e uso do solo gera oportunidades para as pessoas caminharem e andarem de bicicleta e favorece à acessibilidade aos cadeirantes . As densidades mais altas, com concentração de diversidade de usos, são benéficas para a vida pública e para a natureza, porque tornam possível a convivência entre as pessoas e aumentam a população de um local já urbanizado, ajudando a proteger as áreas virgens e sensíveis, concentrando em uma só parte a bacia hidrográfica.

A **Tabela 3.21** ilustra os 5 atributos imprescindíveis para formar o desenho integrado dos parâmetros emergentes do urbanismo sustentável.

Tabela 3.21 - Atributos do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 27 a 35)

Comunidade Vizinhança	Bairros são unidades básicas dos assentamentos humanos e de planejamento. Exemplo clássico da unidade de vizinhança de Clarence Perry de 64 hectares. Victor Dover propõe limites de tamanho de 16 ha a 80 ha. Os limites e o centro devem ser dimensionados de modo a atender às necessidades ambientais e sociais da comunidade. Respeito aos pedestres e diversidade de tipos de edificações, pessoas e usos. O tamanho limitado de um bairro aumenta as chances de uma pessoa ser reconhecida por outra pessoa. O parâmetro utilizado para o limite de distância é de 400m para as pessoas caminharem e não utilizarem o automóvel ou bicicleta.
Compacidade	A compacidade reconhece que as oportunidades de integração da infraestrutura aumentam com a densidade. As altas densidades com concentração de diversidade de usos são mais facilmente suportadas pelos sistemas de energia, reduzindo a geração de carbono em 30% e o consumo em mais de 50%. As baixas densidades não suportam o transporte público (inferiores a 15,5 ou 20 unidades por hectare). Empreendimentos compactos são bons para a natureza, aumentam a população de um local já urbanizado, ajudam a proteger as áreas virgens e sensíveis, concentrando uma só parte a bacia hidrográfica.
Diversidade	A vizinhança aproxima as pessoas e requer a possibilidade de escolha diante da diversidade de oferta de serviços e usos que atendam a suas necessidades sem a depender de um meio de transporte. A diversidade e completude, também, referem-se à variedade tipológica de moradias, de maneira a acomodar pessoas e famílias com diferentes modos de vida, permitindo a sua permanência na vizinhança mesmo quando suas necessidades mudam.
Conectividade	É importante ter corredores de sustentabilidade com diversos tipos infraestrutura de serviço público que são corredores de transporte público, a espinha dorsal do urbanismo sustentável, conectando bairros com distritos e outros destinos regionais. Ao mesmo tempo os corredores de sustentabilidade podem oferecer corredores de vida silvestre conectando habitats. A densidade mínima exigida para sustentar um empreendimento com corredor de ônibus é de 17,5 unidades habitacionais por hectare e 37,5 a 50 unidades habitacionais para sustentar um serviço de bonde ou ônibus elétrico. Dar preferência a locais onde já existem corredores de transporte. Os corredores, e não os bairros e município, que conciliam trabalhos e habitações.
Biofilia	A preocupação com a natureza deve estar comprometida com a vida das espécies não humanas localizadas em habitats próximos aos assentamentos humanos. É importante reconhecer o grande benefício da existência de áreas com natureza intocada em uma distância de caminhada razoável dos assentamentos humanos. É necessário reconhecer os benefícios da natureza no contato com a luz solar limpa, a água, produção de 0_2 plantas que alimentam os seres humanos e outros animais. Os fluxos de recursos devem ser visíveis. Áreas verdes localizadas em baixas densidades se tornam residuais e cercada de lotes privados que desvalorizam a utilidade desse solo não urbanizado, tanto para deleite quanto para o habitat humano.

A *biofilia* é o nome dado ao amor dos homens pela natureza. Segundo Farr (2013, p. 168), a falta de conexão com a natureza provoca inúmeros problemas psicológicos: estresse, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade. A probabilidade de deslocamento a pé é três vezes maior em rotas com vegetação e árvores.

A nova infraestrutura ecológica que está sendo proposta nas cidades é fundamentada no conhecimento das ecologias urbana, na cidade e da cidade, e da paisagem, compreendendo a cidade como um sistema sociológico e ecológico, sob a ótica do pensamento sistêmico e holístico. Segundo Herzog (2013), a infraestrutura ecológica tem como objetivo manter os processos e fluxos abióticos, bióticos e humanos por meio da biodiversidade urbana,

para promover serviços ecossistêmicos, onde as pessoas vivem, circulam, trabalham e se divertem nas cidades.

Essa nova abordagem procura atender o paradigma da incerteza, ao propor a transformação de áreas impermeabilizadas, quase sempre monofuncionais, no âmbito do ecossistema urbano, em áreas multifuncionais, compostas de rede interligada de fragmentos vegetados ou permeáveis, conectados por corredores verdes (biodiversidade) e azuis (água) para gerar o equilíbrio dinâmico e tornar as cidades mais resilientes.

Esses corredores verdes e azuis englobam, tanto os rios e canais renaturalizados, como ruas densamente arborizadas, com canais de infiltração, canteiros pluviais ricos em espécies de plantas. São ações e técnicas para promover a regeneração, a renaturalização com a desimpermeabilização das superfícies de concreto, asfalto, cimento, cerâmicas, pedras, entre outras.

A nova abordagem da infraestrutura ecológica não engloba apenas os elementos da paisagem, mas também a funcionalidade, a estrutura dos ecossistemas urbanos, que está diretamente relacionada com as questões e o objetivo desta tese: identificar padrões urbanos que sejam bons para as pessoas e para os ecossistemas por meio do desenho urbano sensível á água. "A água preenche os espaços vazios que encontra na terra e se mantém firmemente aderida a ela" (IChing- Hexagrama 08 – Manter-se unido).

A infraestrutura ecológica deve possibilitar a melhoria dos espaços públicos de convivência na cidade e da mobilidade das pessoas, seja nos caminhos para pedestres ou nas ciclovias. Em uma escala mais ampla do desenho do assentamento, deve contribuir para a mobilidade urbana no traçado viário. Por outro lado, deve melhorar as condições do ciclo da água no meio urbano e qualidade das águas, por meio de soluções de drenagem natural para evitar técnicas de macrodrenagem impactantes no solo urbano que não contribuem para evitar enchentes.

Porém, conforme será analisado ao longo dessa pesquisa, a soluções para as duas questões principais, funcionalidade e paisagem, nem sempre caminham na mesma direção. O traçado planejado, muitas vezes, deixa de cumprir com as propriedades emergentes necessárias para alcançar a totalidade do sistema.

Vauban, um ecobairro localizado em Freiburg, berço do movimento verde na Alemanha, é um bom exemplo dessa integração. Porém, para alguns críticos e estudiosos da arquitetura sociológica, apesar de ser um bairro exemplo de resiliência urbana, no contexto mundia,l em todos os aspectos da sustentabilidade, pensado para promover a "caminhabilidade" com conexão das vias principais com o transporte público de VLTs da cidade, é um bairro de baixa densidade, voltado para dentro dele, isolado do sistema urbano em sua composição (**Figura 3.44** e **Figura 3.45**). Mas, para que essa colocação seja certificada, seria necessário fazer uma análise sintática da região da malha viária da cidade de Freiburg.

A cidade de Freiburg possui planos de infraestrutura verde em duas escalas. Na escala do município, determina redes de áreas de conservação (46% de seu território é coberto pela Floresta Negra) e agrícolas, que entremeiam os espaços urbanizados, utilizados para transporte de baixo impacto em CO2. Na escala local, há um trabalho conjunto com os moradores para manter a consistência com o plano maior, priorizando as pessoas, a biodiversidade e as águas (HERZOG, 2013).

Vauban é em um projeto de regeneração urbana de uma área que abrigava uma base militar francesa, adquirida pela municipalidade, para viabilizar a compra de lotes para particulares. O bairro almejava alcançar uma população de 5.000 habitantes, com 600 novos em-

pregos em uma área de 38ha, totalizando uma densidade de 130 hab/ha (ARAÚJO E ANDRADE, 2014).

Segundo Frey et al. (2010, s.p), já em 2006 a população era de 4.588 habitantes, distribuídos em uma área de 32ha, conformando uma densidade populacional de 141 hab/ha. Em comparação a outro bairro verde de Freiburg, Rieselfeld, que em 2008 possuía uma densidade de 117 hab/ha (população de 8.200 pessoas, em 70ha), a densidade apresentada por Vauban se sobressai.

Esse número está longe de ser o ideal para os estudiosos da dimensão sociológica para a "cidade viva", que tem como parâmetros a densidade proposta por Jane Jacobs, de 247 moradias por hectare, aproximadamente 700 hab/ha. Porém, para Christopher Mare essa densidade está acima da proposta para as vilas urbanas mais sustentáveis.

Figura 3.44 – Vista aérea de Vauban, Freiburg, Alemanha
Fonte: Adaptado de Google Earth

Figura 3.45 - Rua compartilhada e drenagem natural em Vauban, Freiburg, Alemanha
Fonte: Fotos Lara Araújo

Sob a ótica da gestão ecológica do ciclo da água, áreas de altas densidades, o modelo de cidade compacta, têm taxa de permeabilidade menor, maior porcentagem de escoamento superficial, menor capacidade de infiltração e menor porcentagem de evaporação. Estudos de hidrologia demonstram que, quando a água não consegue retornar ao ambiente natural, devido à expansão urbana, à pavimentação e à remoção de áreas verdes, há menos água no solo e na evapotranspiração das plantas, consequentemente, menos precipitação permanece nas bacias hidrográficas. Isso quer dizer menos água no ciclo hidrológico (Tucci, 2008).

Em estudos mais recentes, desta última década, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, 2004) sugere que o desenvolvimento de maior densidade pode proteger melhor a qualidade da água regional, se forem consideradas as melhores práticas de gestão da água, porque consome menos terra para acomodar o mesmo número de habitações.

Segundo Rueda (2000), o modelo de cidade dispersa (expansão urbana de baixas densidades) tem uma capacidade de infiltração maior; todavia, impermeabiliza uma parte significativa da unidade hidrográfica na qual está inserida, causando distorções no movimento dos fluxos de água da bacia.

Quanto mais a cidade se expande, mais vias e rodovias são construídas, tornando-as cada vez mais fontes de poluição por metais pesados, advindos de desgaste dos freios e vazamentos de óleos de motor, entre outros (HILL, 2009). Concomitantemente, a construção massiva de habitações unifamiliares, com muitos jardins e piscinas, caracteriza um consumo maior do que as habitações coletivas (RUEDA, 2000).

Portanto, estudos que englobem os dois aspectos, baseado em autores que contemplam as duas visões, serão importantes para o futuro ou, por outro lado, considerar as polaridades existentes nos métodos de desenho urbano consagrados e, aplicá-los de acordo com o contexto local, ora tendendo para cidades mais verdes, ora tendendo para cidades mais compactas. Neste caso, os fluxos de água tornam-se balizadores das tendências.

Na visão de Herzog (2013), para efeito metodológico de levantamento, análise e diagnóstico, a infraestrutura verde é "multidisciplinar", fundamentada em seis sistemas que se superpõem e são intrinsecamente inter-relacionados: geológico, hidrológico, biológico, social, circulatório e metabólico. Ela analisa cada sistema a fim de integrá-los, buscando sinergias e múltiplas funcionalidades, que atendam às necessidades das pessoas e mantenham os processos e fluxos naturais em planos e projetos para promover cidades resilientes.

O reuso de superfícies impermeabilizadas existentes pode ser considerado como uma forma poderosa de regeneração urbana. Primeiro, pela reocupação de terras ao invés de áreas não ocupadas da bacia hidrográfica; segundo, porque não há nenhum aumento tipicamente de rede de drenagem, uma vez que a cobertura impermeável é essencialmente substituída pela cobertura permeável.

Na visão de Aurbach (2010), para a qualidade da água, ambas as visões são necessárias, e nós temos conhecimento técnico para criar assentamentos urbanos que sejam, tanto compactos quanto verdes. O desafio é, então, como fazer essa integração, de maneira que se tenha uma unidade no final, sem correr risco de segregar mais os conhecimentos, que possa agradar os dois lados, de forma sistêmica e transdisciplinar, promovendo, ao mesmo tempo, a emergência nos padrões dos assentamentos e a manutenção dos processos e fluxos naturais.

3.11 Sintese analítica do capítulo

Esse capítulo buscou organizar o estado da arte no campo do Desenho Urbano e da Ecologia Urbana, para se ter uma visão interdisciplinar na sistematização dos padrões espaciais, sem perder foco da noção transdisciplinar, abrangendo a complexidade dos fenômenos que envolvem ambos os campos do conhecimento. Foram feitas conexões importantes entre a ciência do Desenho Urbano e a Ciência Ecológica, passando por suas evoluções epistemológicas para o entendimento da cidade como sistemas complexos, o ecossistema urbano. Foram levantadas as principais teorias científicas existentes nos campos da Ecologia (urbana e paisagem) e da Arquitetura e Urbanismo, especialmente do Desenho Urbano, voltado para a arquitetura sociológica e para arquitetura da paisagem.

Os primeiros estudos sobre Ecologia tiveram início na segunda metade do século XIX, na mesma época em que nasceram os estudos urbanos com a "A teoria geral da urbanização", de Cerdá.

No século seguinte, tiveram origem os primeiros estudos sobre Ecologia Humana, que resultou na Sociologia Urbana da Escola de Chicago e, posteriormente, a multidisciplinaridade do Planejamento Urbano. Este último nasceu como uma crítica ao urbanismo do início do século XX, mas foi a partir da segunda metade do século XX que ocorreram os primeiros estudos interdisciplinares.

A Ciência Ecológica emergiu no início do século XX como uma disciplina sintética entre botânicos e zoologistas, cientistas físicos, agriculturalistas e geógrafos e, posteriormente, evoluiu, sob a influência do pensamento sistêmico, com a introdução do conceito de ecossistema, por Odum, em 1953, em "Fundamentos da Ecologia". O desenvolvimento da Ecologia Urbana ocorreu em paralelo ao desenvolvimento da Ciência Ecológica nos EUA, mas não foi contínuo, tendo sido pontuado por períodos de ações e avanços, em três tendências marcantes.

A primeira, a partir de 1920, surgiu com a Ecologia Humana e estrutura urbana da Escola de Chicago, com a compreensão social pela diferenciação espacial. Na segunda, a partir da década de 1950, a cidade era vista como sistema. Ela caracterizou a cidade como um organismo, mas ainda com estudos separados sobre metabolismo urbano e análise de populações de plantas e animais nos espaços verdes, que culminaram na ecologia “na” cidade e, posteriormente, na ecologia da paisagem.

A ecologia da paisagem trouxe importante contribuição sobre estudos da relação recíproca entre heterogeneidade espacial, e função dos ecossistemas. Esse aspecto repercutiu na terceira e atual fase da Ecologia Urbana, a ecologia “da” cidade, com uma abordagem mais abrangente do ecossistema urbano, que trata dos componentes físicos, biológicos, sociais e do ambiente construído.

Os estudos interdisciplinares, nas décadas de 1960 e 1970, sobre sistemas complexos, auto-organização, propriedades emergentes e padrões de organização colocam o campo disciplinar do Desenho Urbano como uma “ciência urbana”, sob a influência do estruturalismo e do pensamento sistêmico, conferindo-lhe um caráter transdisciplinar, importante para o estudo de “padrões espaciais” dos ecossistemas urbanos.

A cidade como sistema é caracterizada por propriedades que emergem das interações das partes, definindo padrões de organização. Esses padrões são entendidos como a configuração de relações características entre os componentes do sistema, que determinam as características essenciais deste sistema. Um padrão pode ser entendido como uma solução recorrente, e cada um representa uma regra governando uma parte funcional de um sistema complexo.

De acordo com a pesquisa apresentada por Christopher Mare, antes da Revolução Industrial, da era dos combustíveis fósseis, as cidades eram menores em extensão e em densidades populacionais. Consequentemente, possuíam um registro harmônico entre o ambiente natural e sua forma urbana que resultava em uma “estrutura profunda”[94] clara e aparente do sistema urbano. Essa estrutura demonstrava uma identidade própria entre os processos naturais e culturais, de uso humano ao longo do tempo, na forma de padrões de organização justapostos, entrelaçados e sobrepostos.

---

[94] SPIRN, Anne. Ecological urbanism: A framework for the design of resilient cities. Massachusetts, EUA, 2012. Resilience in Ecology and Urban Design, edited by Steward Pickett, Mary Cadenasso, and Brian McGrath (Springer, 2013).

http://www.annewhistonspirn.com/pdf/Spirn-EcoUrbanism-2012.pdf

As formas repetitivas nas cidades configuravam padrões que emergiam para uma totalidade, assim como as formas repetitivas, que a natureza utiliza para resolver problemas de adequação aos espaços, aos fluxos de energia, às relações e outras necessidades dos ecossistemas.

O conceito de ecossistema urbano abrange todos os processos que sustentam os recursos naturais e humanos, tais como: processos culturais, fluxos de capital, pessoas e bens, além dos fluxos de água, ar, nutrientes e poluentes. Portanto, é a interação dos componentes sociais, biológicos, físicos e do ambiente construído.

Nesta tese, será adotado o conceito de ecossistema urbano para estudos de padrões e a hierarquia tríplice do hierárquico. Lembrando Eugene Odum e Gary Barret (2007), para se estudar qualquer ponto do espectro hierárquico é importante considerar uma hierarquia tríplice: subsistema (o próximo nível abaixo), sistema e suprassistema (o próximo nível acima), que, nesta pesquisa, será considerada a bacia hidrográfica.

De acordo com estudos mais recentes da Ecologia da Cidade dos pesquisadores do *Cary Institute of Ecosystem Studies* dos EUA, a heterogeneidade espacial dos sistemas ecológicos é considerada um aspecto importante para avaliar a funcionalidade ecológica desse sistema. Essa heterogeneidade deriva de uma combinação de elementos paisagísticos naturais e planejados, solo, água e plantas com artefatos construídos, tais como a distribuição e densidade de edificações, pavimentação, e vegetação, podendo ocorrer em várias escalas, originando uma heterogeneidade espacial muito mais detalhada no nível do ambiente construído.

Um grande passo foi dado no encontro entre o desenho urbano e a ecologia, com a aceitação da heterogeneidade espacial para avaliar os sistemas ecológicos. O Desenho Urbano e seus padrões espaciais têm um papel importante na determinação da heterogeneidade espacial dos sistemas urbanos, atuando na decisão de quais elementos estarão presentes no sistema, em quais quantidades e com que configuração.

Tanto na macroescala quanto na microescala, nas pequenas ou grandes extensões espaciais, esses elementos podem, reciprocamente, interagir com processos ecológicos, incorporando os valores de *design*, cultural ou estético. Neste sentido, a forma urbana é determinante para a biodiversidade e pegada ecológica das cidades.

No entanto, nos estudos sobre a ciência do Desenho Urbano é possível inferir uma dicotomia existente nos padrões espaciais resultantes em modelos propostos para a cidade. Um modelo está baseado na arquitetura da paisagem, com interface da ecologia da paisagem e da ecologia "na" cidade para cidades "mais verdes", como nos padrões orgânicos planejados, ou no "pitoresco planejado", identificados por Frederick Law Olmsted, Ebenezer Howard, Ian McHarg e Christopher Mare, além dos "anti-padrões"do urbanismo moderno, identificados por Salingaros.

Porém, essa maneira de planejar e desenhar cidades, em alguns casos, como em Ian McHarg, integrava sistemas aquáticos e biodiversidade, dentro da infraestrutura das cidades e, em novas cidades, em múltiplas escalas. Eram planejadas para serem integradas por fluxos de água e de organismos, a fim de manter a saúde humana e as inúmeras conexões entre humanos e os ecossistemas que os mantêm.

Esse modelo se enquadra na "estrutura em árvore", analisada por Christopher Alexander. Mesmo com suas unidades de vizinhança, as quadras e superquadras têm poucas conexões com outras quadras, devido ao sistema viário com poucos cruzamentos, avaliado pela ferramenta da Sintaxe Espacial como modelo de baixa integração e sem formação de

centros. O modelo planejado das cidades modernas, como Brasília, não consegue promover a totalidade, apesar de supostas intenções.

O outro modelo está fundamentado na complexidade organizada, nas propriedades emergentes e na totalidade dos sistemas, como nos padrões identificados por Jane Jacobs, Christopher Alexander, Bill Hillier e Julienne Hanson, Frederico Holanda, afinados com a nova ecologia "da cidade", humana e social, para cidade mais compacta, que tem interface com a arquitetura sociológica. A complexidade organizada das cidades é identificada pela Sintaxe Espacial como sua inteligibilidade, que é a facilidade com que se percebe a estrutura dos caminhos.

Christopher Alexander denomina esta complexidade de "ordem orgânica" ou uma ordem emergente, que dependente da relação entre as partes, na qual cada parte não pode ser prevista a partir de outra. Todas as partes são diferentes e não correspondem a um arranjo regular. A totalidade é condicionada pelas configurações espaciais, produzida por uma estrutura específica, por um processo bem definido e por uma criação de centros.

A estrutura que produz totalidade é sempre específica para suas circunstâncias e, portanto, nunca tem exatamente a mesma forma duas vezes. O campo de centros é produzido por criação incremental de centros, um a um, debaixo de forte condição especial, e deve ocorrer em três níveis: um centro maior, um centro igual e um centro menor. É uma ordem emergente, que se manifesta de "baixo para cima" (*bottom up*).

Essa dicotomia se estende para a atualidade. Existem diferentes visões no campo do conhecimento científico da sustentabilidade urbana (considerando as dimensões social, econômica e ambiental), quanto à questão da pegada ecológica, em relação à densidade urbana, aos padrões de uso e ocupação do solo e seus impactos nos ecossistemas e nos processos naturais, conforme será demonstrado no próximo capítulo.

Após a análise realizada, ficou evidente a diferença entre as preocupações com o desenho urbano mais voltado para a comunidade e aquelas com o desenho urbano voltado para a paisagem. Ficou clara a dicotomia existente: cidades para pessoas, com influencia da ecologia urbana, ou cidades para a natureza, com influencia da ecologia da paisagem, exceto na visão de Christopher Alexander e Douglas Farr, que procuram atender aos dois lados.

Em Alexander, os padrões para políticas de proteção ao solo e demarcação de limites das cidades, o Padrão 3 - "braço de zona urbana no campo" estabelece uma relação entre campo e cidade e, no contexto da região e nas estruturas principais, que definem a cidade do Padrão 10 - "A magia da cidade grande", no contexto da cidade.

O livro de Douglas Farr, "Urbanismo Sustentável, desenho urbano com a natureza", trouxe importante contribuição, ao associar estudos sobre a compacidade (densidade) e a biofilia (acesso à natureza) que tem relação direta com esta tese, que trata dos ecossistemas urbanos e os subsistemas da paisagem e da comunidade.

A infraestrutura ecológica e o desenho urbano sensível à água criam possibilidades para a aplicação do princípio dialógico da transdisciplinaridade e nos permite manter a dualidade no sentido da unidade. A infraestrutura ecológica é capaz de atender aos dois níveis dos subsistemas. Um bom exemplo dessa integração é o bairro de Vauban, que contempla todos os princípios de sustentabilidade aplicados ao desenho urbano e tem uma densidade média de 130 habitantes por hectare.

Estudos mais recentes, da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, 2004), sugere que o desenvolvimento de maior densidade pode proteger melhor a qualidade da água regional, se forem consideradas as melhores práticas de gestão da água, porque consome

menos terra para acomodar o mesmo número de habitações, conforme será visto no capítulo 4.

A nova visão da Ecologia da Cidade, que permite a heterogeneidade espacial em gradientes ou mosaicos, é fundamental para explicar as interações e mudanças na cidade. Nesse sentido, a seção transversal, o Transecto, desenvolvido na segunda tendência da Ecologia na Cidade, mostrando uma gama de diferentes habitats dos ecossistemas e uma variedade de densidade construtiva, torna-se uma importante ferramenta para o desenho e planejamento urbano, para conciliar densidade e sensibilidade ecológica.

No próximo capítulo serão abordados alguns métodos de desenho urbano no contexto do urbanismo ecológico, que contemplem o ecossistema urbano, considerando os subsistemas comunidade e paisagem. O objetivo é investigar os códigos, padrões, a dicotomia e lacunas existentes para promover um diálogo entre as áreas do conhecimento e, assim, possibilitar novos avanços nos estudos sobre ecossistemas urbanos, da heterogeneidade espacial e dos fluxos de água.

CAPÍTULO 4

4 MÉTODOS: PADRÕES ESPACIAIS DOS ECOSSISTEMAS URBANOS NO SUBSISTEMA DA COMUNIDADE E NO SUPRASISTEMA DA PAISAGEM

4.1 Introdução

Esse capítulo trata da sistematização de alguns métodos e procedimentos relevantes de desenho urbano no contexto do "urbanismo ecológico", que têm interface com ecologia, humana e urbana, "na" e "da" cidade, e ecologia da paisagem. São conceitos, princípios, códigos, estruturas e padrões de organização para o processo de desenvolvimento do ecossistema urbano. São estudos (ou níveis de realidade) já desenvolvidos no campo do desenho urbano por vários autores.

A intenção é evidenciar aqui as polaridades e tornar possíveis as conexões entre as subdisciplinas que envolvem o campo de arquitetura e urbanismo e outras disciplinas externas a ele. Para construir as cidades do futuro é necessário promover a integração entre *designers*, cientistas sociais e cientistas ambientais.

Spirn (2011) apresenta o urbanismo ecológico como solução para a degradação provocada pelo desenho das cidades. Essa abordagem alia a teoria e a prática de desenho das cidades ao planejamento urbano, à ecologia e a outras disciplinas. Tem como objetivo ajudar o homem a adaptar-se ao seu ambiente por meio de assentamentos sustentáveis, reconhecendo as ligações com os elementos da natureza.

O grande desafio da sustentabilidade urbana hoje é conciliar questões referentes à densidade populacional relacionada aos padrões de ocupação e ao uso do solo, em termos de justiça social, e à capacidade de suporte das cidades no que tange à pegada ecológica e à manutenção do ciclo da água no meio urbano.

No entanto, será necessário atender às várias dimensões da sustentabilidade no contexto do desenvolvimento urbano, considerando a dicotomia existente entre as sustentabilidades ambiental e espacial.

A primeira está relacionada à capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais, dentro dos limites da região municipal, preocupando-se em introduzir grandes manchas de vegetação para manter o equilíbrio dos ecossistemas e dos processos naturais no ambiente urbano e a qualidade de vida na cidade. A segunda preocupa-se com a concentração e diversidade de pessoas em zonas multifuncionais, para maximizar as trocas de matéria, energia e informação no espaço urbano, e sobrecarregar menos os ecossistemas do entorno.

Para alguns autores, como Rueda (2000) e Rogers (2001), o modelo de cidade ideal é o modelo de cidade compacta. Os padrões espaciais e de uso do solo são estruturados baseados no modelo de "cidade compacta e multifuncional", com altas densidades. A proximidade dos elementos faz com que haja redução no consumo de materiais, energia, tempo e solo, ao mesmo tempo em que proporciona mecanismos de regulação e controle, dando estabilidade ao sistema: equilíbrio dinâmico (RUEDA, 2000).

Rogers (1997) acredita que a criação da moderna cidade compacta recoloca a cidade como o habitat ideal para uma sociedade baseada na comunidade, mas exige a rejeição do modelo de desenvolvimento monofuncional e a predominância do automóvel. A estrutura urbana deve favorecer o contato entre as pessoas, propiciando o contato "olho no olho", incentivando a atividade humana, a geração e a expressão de uma comunidade local.

Quanto mais densa e compacta, mais viva é a cidade. Porém, na visão de Gehl (2013), os espaços devem ser tratados com qualidade, como demonstrado nas ilustrações do livro "Cidades para pessoas", da **Figura 4.1**.

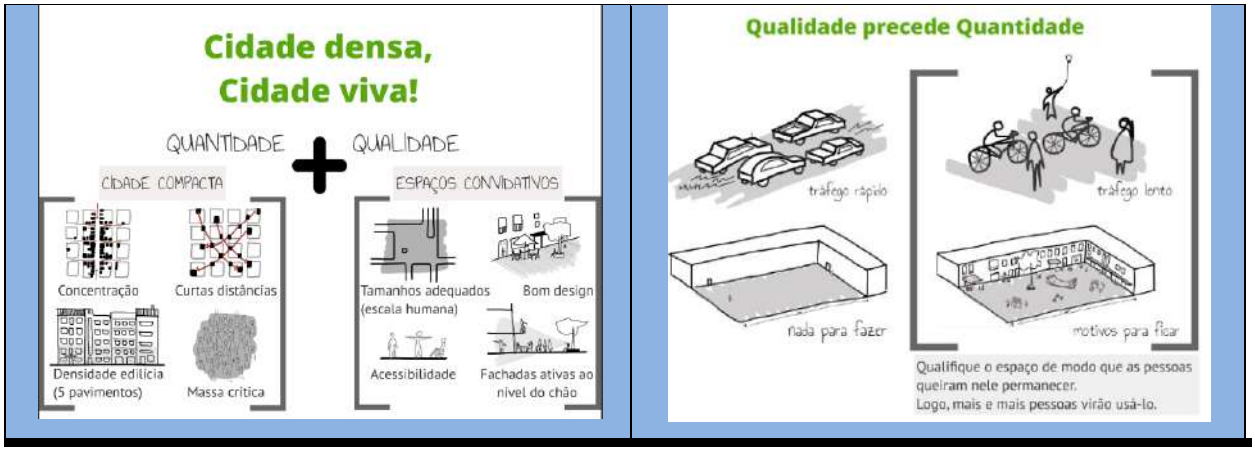


Figura 4.1 - – Imagens baseadas no livro Cidades para pessoas "Cidade Densa, Cidade Viva" e "Qualidade precede quantidade".
Fonte: GEHL (2013), elaboradas por Ana Carolina Farias.

Numa cidade compacta, a proximidade da moradia, do lugar de trabalho, dos serviços e dos equipamentos favorece a otimização do uso do espaço, a utilização racional das zonas naturais e a organização eficaz do transporte público. Reunir pessoas significa reduzir distâncias, o que, por sua vez, reduz a necessidade de deslocamentos e gasto de energia para transporte, além de diminuir o nível de poluição produzido e a quantidade de terra pavimentada. Porém, ainda são poucos trabalhos que associam a sustentabilidade espacial urbana ao suporte biogeofísico e aos processos e fluxos naturais.

A sustentabilidade espacial ou territorial refere-se a configurações urbanas balanceadas, com melhoria do ambiente urbano para maximização das trocas de matéria, energia e informação. Reconhece-se que a forma urbana compacta e a leitura da malha viária como potenciais para identificar padrões orgânicos e propriedades emergentes que criam o movimento no sentido de "baixo para cima" (*bottom-up*).

Destacam-se autores na área do desenho urbano que trabalham nessa direção e tem interface com a segunda tendência da ecologia urbana: Jane Jacobs em "Morte e vida das grandes cidades" (1961); Cristopher Alexander em "A cidade não é uma ávore" (1965) e, posteriormente em "Uma linguagem de padrões"; Kevin Lynch "A imagem da cidade" (1961) e "A boa forma da cidade" (1981); Bill Hillier e Juliene Hanson com a Teoria da Lógica Social (1984) e, posteriormente Hillier em "Sustentabilidade espacial nas cidades, padrões orgânicos e formas sustentáveis" (2009), Jan Gehl em "Cidades para pessoas" (2013), Richard Roger (1997) em "Cidades para um pequeno planeta" e Salvador Rueda em "Urbanismo Ecológico[95]" da Agência de Ecologia Urbana de Barcelona.

No Brasil, há vários grupos desenvolvendo pesquisas sobre a Teoria da Lógica Social do Espaço, utilizando a ferramenta da Sintaxe Espacial para avaliar o desempenho do espaço quanto à urbanidade. Nesta tese, especialmente, foram selecionados os autores Holanda (2003, 2013), Medeiros (2006) e Tenorio (2012), que concentram estudos no espaço urbano com ênfase nos padrões espaciais, padrões sociais e vida social para melhorar o habitat humano, que podem ser resumidos na "arquitetura sociológica".

[95] http://bcnecologia.net/es/modelo-conceptual/urbanismo-ecologico

Nesse sentido, procurou-se fazer um levantamento de estudos sobre padrões de organização no campo de arquitetura e urbanismo, o contexto social inerente ao espaço urbano no conceito de "vitalidade" na cidade de Jane Jacobs; a dimensão humana para promover a vida em Jan Gehl; o conceito de "urbanidade" da Teoria da Lógica Social do Espaço de Bill Hillier, Julienne Hanson e Holanda; os padrões relacionados aos princípios de sustentabilidade nas dimensões social e econômica, desenvolvidos por Christopher Alexander e pesquisadores associados, considerando as relações estabelecidas entre os acontecimentos, os usuários e o espaço urbano.

Alexander et al. (1977) se encaixam no meio do caminho entre a sustentabilidade ambiental e espacial , uma vez que propõem o uso de padrões de projeto para resolver um problema particular em um dado contexto que leve em conta as "forças conflitantes", que precisam ser consideradas e harmonizadas em um possível solução. Assim, foi possível identificar soluções nos padrões de Alexander (1977), sistematizados por Moehlecke (2010), que incorporam as três dimensões da sustentabilidade - social, econômica e ambiental -, apesar de a primeira ser mais evidenciada em seu trabalho, conforme será demonstrado ao longo deste capítulo.

Guerreiro (2010, p. 127) defende o "urbanismo orgânico", baseado nos padrões da natureza, nas propriedades emergentes identificados em Alexander (2003), resultado da adaptação ao ambiente natural e às "forças" do espaço, o que Spirn (2011) denomina de "contexto duradouro" e "estrutura profunda". A forma física da cidade e as práticas construtivas estão em sintonia com as características naturais do clima, da topografia, a vegetação, os materiais de construção. A natureza entra como um "bom modelo" para o projeto, e os projetistas podem aprender a sofisticação dos sistemas biológicos e ecológicos com a ordem implícita da natureza.

A outra vertente - caminhando na direação da sustentabilidade ambiental, a arquitetura da paisagem, urbanismo da paisagem, urbanismo verde - defende a natureza na cidade e uma abordagem ecológica, para o projeto e planejamento urbanos, que se aproxima dos estudos em ecologia da paisagem. Na cidade verde, os padrões espaciais são estruturados visando ao grau de permeabilidade da matriz e, na maioria das vezes, são representados por baixas densidades nos assentamentos, visando à sustentabilidade ambiental e ecológica (pegada ecológica), tendo como referência o modelo de cidades verdes ou vilas urbanas.

Os padrões da paisagem têm interface direta com estudos da arquitetura da paisagem e da ecologia da paisagem nos padrões espaciais dos ecossistemas. Os fragmentos verdes desempenham importantes funções ambientais no tecido urbano relacionadas ao caminho da água, tais como: conforto ambiental, filtragem das águas urbanas, conexão entre fragmentos de vegetação (corredores), proteção da biodiversidade, fluidez da drenagem, conservação dos espaços rurais, recreação, lazer e educação ambiental.

Esses padrões espaciais podem ser encontrados ao longo da história do urbanismo nas utopias das cidades planejadas após a Revolução Industrial. Alguns autores se destacam, como: Frederick Law Olmsted, na segunda metade do século XIX, com estudos sobre a paisagem e parques urbanos; Ebenezer Howard (1996) com as "Cidades-Jardins de Amanhã" para o século XX, publicado originalmente em 1902, que influenciou o movimento de novas cidades na Inglaterra e nos EUA; Patrick Geddes[96], no início do século XX, com o

[96] O conceito de região natural de Geddes era baseado em cortes transversais para verificar as relações entre clima, vegetação e vida animal, além de todos os tipos humanos. Ele chamava de "seção de vale", que se aproxima do conceito de transecto. Ele considerava importante a visão panorâmica da bacia hidrográfica para o estudo das cidades.

levantamento dos recursos de uma determinada região natural, considerado o pai do planejamento regional.

A partir da metade do século XX, uma segunda geração de planejadores arquitetos da paisagem, baseados na ecologia da paisagem, começa a se formar, iniciada por Ian McHarg, com o inventário ecológico em "Desenhando com a natureza" (1969); Anne Spirn, que pensa a cidade projetada segundo os processos naturais em " O jardim de Granito" (1984); Michael Hough, em a "Cidade e Natureza"; e, por fim, Johan Nausser (2013), que pensa as relações entre as percepções humanas e a ecologia da paisagem (**Figura 4.2**).

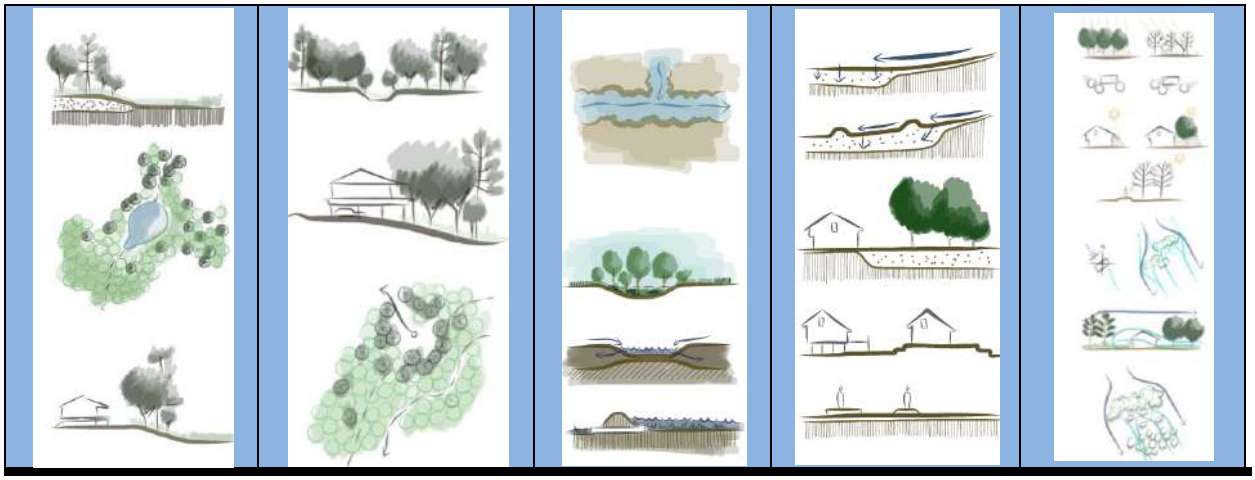


Figura 4.2 - Imagens baseadas no livro "Woodlands New Community: guidelines for site planning"
Fonte: McHarg, 1973, Elaboradas por Fernanda Galvão.

A arquitetura da paisagem e a ecologia da paisagem favorecem a utilização das tecnologias de infraestrutra verde, que funcionam como conexões para o caminho das águas, melhorando o desempenho hidrológico da bacia hidrográfica. Entretanto, essa vertente não trata com profundidade da sustentabilidade espacial urbana no que tange ao desempenho da mobilidade e favorecimento de encontro de pessoas no ambinente construído: em outras palavras, da "vida" na cidade.

Caminhando nessa mesma linha, mas numa versão mais holística, compreendendo as ecologias humana e ambiental, situa-se a permacultura, que teve início da década de 1970 na Austrália, nos estudos de Bill Mollison e David Holmgren. É uma filosofia e uma forma elaborada de uso da terra, que inclui estudos dos microclimas, plantas anuais e perenes, animais, solos, manejo da água e das necessidades humanas em uma teia organizada de comunidades produtivas.

Os permacultores se propõem a projetar ecossistemas humanos promovendo o aproveitamento de todos os recursos (energias), utilizando a maior quantidade possível de funções, em cada um, dos elementos de uma dada paisagem, com seus múltiplos usos no tempo e no espaço. O excesso ou descarte produzido por plantas, animais e atividades humanas é criteriosamente utilizado para beneficiar outros elementos do sistema (**Figura 4.3**).

Figura 4.3 - Imagens baseadas no livro "Introdução à permacultura"
Fonte: Molisson, elaboradas por Giulia Gheno e Natália Lemos

Nessa mesma vertente, encontram-se os estudos de Christopher Mare sobre densidades nas cidades e a disponiblidade de combustíveis fósseis para manter a sustentabilidade do planeta. Eles trazerm propostas de cidades de 50 a 80.000 pessoas (32hab/ha), com uso intensificado no centro, diminuindo gradualmente em direção à borda. Haveria padrões espaciais divididos em Vilas Urbanas de 5.000 pessoas em 40 ha, cada uma com função distinta, com modelos capazes de se adaptarem à retração energética. O objetivo era garantir a sobrevivência das populações urbanas que, consequentemente, deveriam passar por uma mudança de valores socioculturais. Essa proposta se assemelha à proposta de Howard para Cidades-Jardins.

Recapitulando o capítulo anterior, curisosamente, o bairro de Vauban, em Freiburg, Alemanha, citado no capítulo anterior, foi pensado para 5.000 habitantes em 38 hectares, o que daria uma densidade de 130 hab/ha. Em "Uma linguagem de padrões", Alexander et al. (1977) propõem comunidades ou pequenas cidades com população de 5.000 a 10.000, média de 7.000 pessoas, como modelos e ideias para gestão do uso do solo no contexto da cidade grande (capital de 500.000 habitantes) ou da região (8 milhões de habitantes). O objetivo é que cada grupo assuma responsabilidade sobre os parâmetros relevantes às suas próprias estruturas internas e tome suas próprias decisões sobre o ambiente de uso comum.

Na visão de Farr (2013), os bairros devem atender a todas as necessidades básicas - habitação, locais de trabalho, centros comerciais, funções cívicas - em formatos completos, compactos e conectados, para se tornarem mais sustentáveis e agradáveis. Devem possuir uso misto e ser orientados para pedestres. O tamanho pode variar entre 16 a 80 hectares, mas deve satisfazer ao teste dos 400m para caminhada até o centro.

Ele propõe parâmetros emergentes do urbanismo sustentável, selecionados por vários pesquisadores americanos, que abrangem a inclusão social e a infraestrutura ecológica, numa tentativa de alcançar a interdisciplinaridade e as várias dimensões da sustentabilidade no planejamento do território (**Figura 4.4**).

Figura 4.4 - Imagens baseadas no livro "Urbanismo Sustentável"
Fonte: FARR (2013). Desenho Erika Passos Otto.

É importante pontuar a nítida polaridade existente entre as propostas para o desenho das cidades, entre os seguidores de Jane Jacobs e os de Ebenezer Howard ou Ian McHarg, como Christophare Mare, ou até mesmo do urbanismo sustentável. Jacobs (1961, p. 127) era contra qualquer tipo de divisão da cidade em pequenos bairros com características autossuficientes, em "pequenas cidadezinhas" que levariam à destruição das cidades.

Baseada nos argumentos do urbanista Reginald Isaacs, ela pontua que a grande cidade tem inúmeras vantagens, e nela os moradores urbanos têm mobilidade. As pessoas costumam escolher em toda a cidade os lugares e locais de trabalhos que querem frequentar, como dentistas, lazer, amigos, lojas, entretenimento e, em certos casos, até as escolas dos filhos. Assim, espera-se nesta tese que os estudos inseridos no urbanismo ecológico, não metafóricos, propiciem uma relação plausível, com enfoque transdisciplinar para os ecossistemas urbanos entre o nível da comunidade e o nível da paisagem.

4.1.1 Princípios do Urbanismo Ecológico e a estruturação do capítulo

Após uma análise histórica conceitual e prática, Spirn (2012) traçou um panorama do urbanismo ecológico e de como o assunto vem sendo tratado por diversos autores para que as cidades se tornem resilientes. Spirn tenta passar a ideia de que a cidade, a população, a comunidade e a paisagem estão diretamente relacionadas. O desenho urbano é capaz de promover soluções que tenham a capacidade de equilibrar as problemáticas apresentadas e de ser usado como ferramenta de adaptação a cada local.

Mesmo tendo uma dimensão estética, essa forma de urbanismo ecológico não deve ser considerada um estilo, é baseada em alguns princípios conceitos que adaptam a vida urbana às pessoas e à natureza. Os autores selecionados de alguma forma estão relacionados às ecologias vistas no capítulo anterior, seja na valorização dos padrões espaciais quanto à totalidade (*wholeness*) do sistema urbano, caracterizada pela sustentabilidade espacial, seja na incorporação dos processos naturais e recuperação dos ecossistemas e da paisagem, caracterizada pela sustentabilidade ambiental e ecológica.

Spirn (2011) definiu seis princípios, como propostas de desenho urbano para cidades resilientes, que, uma vez aplicados e futuramente seguidos, proporcionam a coexistência de toda a interrelação dos sistemas que gerenciam a cidade e a natureza: (1) cidades são parte do mundo natural; (2) cidades são habitats; (3) cidades são ecossistemas; (4) os ecossistemas são conectados e dinâmicos; (5) toda cidade tem uma estrutura profunda ou contexto de suporte; e (6) o desenho urbano como ferramenta de adaptação.

Em cada um desses princípios, Spirn (2011) cita vários autores cujo trabalho tem alguma relação com aquele princípio ou cita algum trecho de suas pesquisas. Entretanto, como existe uma variedade de autores, a síntese elaborada em forma de tabela ilustra apenas aqueles autores que são citados nessa tese de forma direta ou indireta. A **Tabela 4.1** foi dividida por princípio, o contexto e a recomendação necessária para seu alcance.

Tabela 4.1 - Proposições e princípios de Desenho Urbano para cidades resilientes (SPIRN, 2011)

CONTEXTO/PROBLEMA	RECOMENDAÇÃO
PRINCÍPIO 1: CIDADES SÃO PARTE DO MUNDO NATURAL Autores: Olmsted, Ian McHarg, Anne Spirn	

Apesar das diferenças existentes entre as várias cidades, todas elas transformaram o ambiente de forma similar por meio da intervenção humana, visualizando a cidade e a natureza como entidades separadas. A natureza na cidade é a consequência da complexa interação entre as atividades humanas e outros seres vivos do processo natural. A natureza deve ser vista como uma ideia e não como uma coisa. Ela possui uma multiplicidade de sistemas e seres vivos que consistem em processos biológicos, físicos e químicos que criam e sustentam a vida, a terra, e o universo.	A cidade deve ser reconhecida como parte da natureza e desenhada de acordo com ela. A chave é pensar em como as atividades humanas e as formas urbanas interagem com os processos naturais de ar, terra, água, vida e com os ecossistemas. Arquitetos e urbanistas devem fazer as conexões que integrem as mudanças dinâmicas da natureza adaptadas na forma urbana. Alguns autores contribuíram para a identificação de como os padrões espaciais de assentamento urbano e formas de construção podem ser bem adaptadas a processos naturais.
PRINCÍPIO 2: CIDADES SÃO HABITATS Autores: Jane Jacobs, Christopher Alexander e pesquisadores associados, Steiner, Hill, Anne Spirn e Lynch	
Cidades são locais para a vida: para os indivíduos e grupos, para os seres humanos e outras espécies. Elas devem fornecer definições para as necessidades biológicas e sociais dos organismos que nela habitam, para reprodução e crescimento, movimento e troca de comunicação, o fazer e o construir, ensino e aprendizagem, trabalho e diversão, reflexão e adoração. A sobrevivência das espécies depende do equilíbrio e controle proporcionados pelo desenho de seu habitat. O sentimento de conexão com a natureza dever ser uma satisfação humana básica. A hipótese da "biofilia" argumenta que os seres humanos têm uma atração inata para a vida e os processos da vida. O desenho urbano que promova e intensifique a experiência dos processos naturais que sustentam a vida atende a essa necessidade	A biodiversidade de outras espécies promove uma vida selvagem urbana melhor e, consequentemente, qualidade de vida e bem-estar humano. Todo desenho urbano deve aumentar a qualidade do habitat humano para as pessoas e outras espécies. As cidades devem prover aos seus habitantes suas necessidades sociais e biológicas. O desenho urbano deve promover e intensificar a evolução dos processos naturais que sustentam a vida e satisfazem as necessidades dos seres vivos. Alguns autores contribuíram com estudos para projetar a "cidade como habitat" de sustentação da vida e melhoria de vida do habitat, que se resumem em "qualidade de projeto",para tornar tangíveis e compreensíveis os processos naturais.
PRINCÍPIO 3: CIDADES SÃO ECOSSISTEMAS Autores: Pickett, Grove, MacGrath e Cadenasso, John Lyle, Anne Spirn	
Todos os organismos que pertencem ao ecossistema urbano, incluindo os humanos, interagem entre si e com o ambiente físico (artefatos construídos). O ecossistema urbano é um sistema aberto com energia, materiais e fluxos de informação, que são recursos importados, transformados, consumidos e exportados como resíduos e mercadorias. Abrange todos os processos que correm dentro e através da cidade: processos culturais e naturais; fluxos de capitais, pessoas, água, ar, nutrientes e poluentes. A cidade como um todo, em si um ecossistema, é composta por muitos ecossistemas menores: de lagoas a corredores fluviais, parques, edifícios e bairros. Preservação, conservação, restauração, reconstrução são alguns aspectos importantes para mantermos um ecossistema. Proposta Fredrick Law Olmsted para Yosemite é um exemplo de preservação conservação.	Em um ecossistema sustentável, não importa a escala considerada, seja uma habitação ou uma cidade, os produtos (lixo) liberados por certos sistemas devem servir de recursos para outros. Todos os elementos urbanos devem ser projetados a fim de importar e consumir menos recursos, produzir menos resíduos, reciclar, preservar, conservar, restaurar, reconstruir e renovar o ecossistema. A concepção de um ecossistema urbano implica não só a composição da sua estrutura, forma e materiais, mas deve incluir também o meio pelo qual ele será construído e mantido ao longo do tempo. Alguns autores contribuíram para promover o encontro da ciência ecológica do desenho urbano e o contexto social. Na visão deles o ecossistema urbano é composto de aspectos físicos, biológicos, sociais e artefatos construídos.
PRINCÍPIO 4: OS ECOSSISTEMAS URBANOS SÃO CONECTADOS E DINÂMICOS Autores: Anne Spirn; Cadenasso e Pickett, Ian McHarg	
Os vários ecossistemas que formam o complexo ecossistema urbano são ligados pelo espaço físico que dividem e pelos fluxos de energia, material e informação. Assim, a mudança em um deles pode produzir efeitos nos outros ecossistemas. Cada ecossistema está dentro de outro ecossistema. A qualidade de vida humana depende do ambiente que a suporta e fornece condições para a vida. Os problemas ambientais e sociais em bairros de baixa renda são muitas vezes criados ou agravados por fluxos de capital e de resíduos das comunidades suburbanas.	Não importa o tamanho do projeto, a responsabilidade do urbanista é de entender o contexto e os impactos que suas propostas podem causar. Intervenções e o desenho urbano devem levar em consideração não apenas o âmbito local, mas sim, identificar os sistemas presentes, conectando-os à troca de fluxos em uma escala mais ampla. Soluções bem sucedidas devem integrar em seu plano todas as dimensões: social, econômica, ambiental e estética. O desenho urbano é a projeção do futuro, compilada pelo fato de que o ecossistema está constantemente sob o efeito de zonas dinâmicas e suas mudanças.
PRINCÍPIO 5: TODA CIDADE TEM UMA ESTRUTURA PROFUNDA OU CONTEXTO DE SUPORTE Previsão de vulnerabilidades ambientais, relação direta como desenho urbano sensível à água Autores: Anne Spirn, Steward Pickett	
O ambiente natural de cada cidade se mantém em uma estrutura e organização permanente. A paisagem evolui de maneira previsível e imprevisível em resposta ao processo	A "estrutura profunda" esta subjacente em lugares particulares que operam em grande escala, durante o tempo. Ela pode ser mascarada, mas não apagada.

natural do tipo de intervenção humana. A forma da estrutura da superfície atual é consequência da soma dos processos culturais e naturais. - Enquanto a urbanização muda radicalmente a superfície da paisagem, a "estrutura profunda" de uma cidade na paisagem é expressa de diversas formas: no seu clima, de acordo com sua zona bioclimática; na sua geologia; na sua geomorfologia; em seus processos bióticos; em sua fisiografia.	Cidades que possuem desenhos em consonância com a sua "estrutura profunda" têm o potencial de se tornar mais resilientes, sendo ainda mais funcionais e econômicas. As cidades devem ser desenhadas com a capacidade de poder sofrer mudanças. A forma física e estrutura de uma cidade, a infraestrutura de estradas e esgotos, os edifícios e parques devem estar adaptadas a essa estrutura profunda, para que assim sejam mais funcionais, econômicas e resistentes.
PRINCÍPIO 6: O DESENHO URBANO COMO FERRAMENTA DE ADAPTAÇÃO Autores: Anne Spirn, Steward Pickett, Kevin Lynch	
O conceito de resiliência é muito importante para urbanistas que fazem propostas de cidades adaptáveis às mudanças das condições e necessidades. Sempre existirão circunstâncias nunca antes presenciadas às quais a cidade deve-se adaptar. A necessidade da capacidade de resiliência de uma cidade deve ser o principal ponto de projeto e desenho urbanos.	O desenho urbano nasce da análise do "contexto duradouro". Um desenho urbano integrado com o meio ambiente, com os ecossistemas, com o "contexto duradouro" e com a "estrutura profunda" da cidade será mais resiliente. Deve-se evitar formas urbanas que sejam pouco adaptadas ao contexto. Adotar uma estrutura flexível e empregar estruturas temporárias.

Acredita-se nesta pesquisa que é necessário buscar métodos de identificação da estrutura profunda e padrões de organização existentes no campo disciplinar da arquitetura e do urbanismo que tenham interface com as tendências da ecologia urbana, para se ter um entendimento de como poderiam ser as conexões entre os padrões de organização sociais e da natureza e os processos biogeoquímicos, como o ciclo da água urbano, para promover um desenho urbano sensível à água.

Tomando como base as "cidades como ecossistemas", o "ecossistema urbano", composto de aspectos físicos, biológicos, sociais e artefatos construídos, dentro do espectro hierárquico, é importante considerar os níveis adjacentes, assim como o nível em questão, a hierarquia tríplice apontada por Odum e Barret (2007): o subsistema (o próximo nível abaixo) no caso a comunidade, o sistema e suprassistema (o próximo nível acima), no caso a paisagem.

As populações humanas e seus artefatos são componentes dos ecossistemas. Comunidade e ambiente não vivo (ambiente físico e construído) funcionam juntos como um sistema ecológico ou ecossistema. A paisagem abrange uma área heterogênea, composta de um agregado de ecossistemas em interação, que se repetem de maneira similar por toda a sua extensão.

Apoiado no levantamento realizado por Spirn (2010) sobre os princípios do urbanismo ecológico para o desenho urbano para cidades resilientes, e nas quatro ideias-chave para conectar as áreas de Ecologia, Desenho Urbano e o contexto social: (1) a heterogeneidade espacial; (2) os fluxos de água na área urbana; (3) a resiliência, adaptação e mudança e (4) os atores sociais e agentes de organização urbana.

Este capítulo aponta os resultados que foram levantados e sistematizados nos métodos e procedimentos de desenho urbano que pudessem expressar as polaridades existentes, bem como as interfaces entre as vertentes. A pesquisa foi dividida em 5 partes.

A primeira parte trata do conceito de resiliência e dos princípios de sustentabilidade aplicados ao desenho urbano (ANDRADE, 2005 E 2008), como ferramenta de adaptação para tornar as cidades resilientes. Entre essa parte e a segunda, é importante ficar clara a diferença entre princípios e padrões.

A segunda parte trata da compreensão do conceito dos padrões urbanos mais sustentáveis. Tomou-se como ponto de partida o livro "Uma linguagem de padrões", de Alexander et al. (1977), e sua forma de apresentação do padrão. Consiste na documentação de

uma solução para um problema que ocorre em um contexto específico e depois apresenta a solução.

Segundo Alexander et al. (1977), o padrão apresentado é geral o suficiente para poder ser aplicado a uma gama de situações em um contexto particular, e específico suficiente para orientar o projetista em suas decisões. A relação entre eles não é linear, ocorre uma riqueza de conexões. O caráter propositivo[97] dos *patterns* indica sua interpretação enquanto parâmetros de projeto. No entanto é premissa deste trabalho que o projetista seja alimentado por circunstâncias locais específicas.

Nesse caso, torna-se importante utilizar outro método de analise e avaliação da área de projeto, como a aplicação dos Princípios de Sustentabilidade (ANDRADE, 2005 e MOEHLECKE, 2010) e as Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização do grupo DIMPU, mas que na verdade depende exclusivamente do conhecimento do arquiteto urbanista.

Assim, foram identificados os padrões de sustentabilidade[98], a partir da pesquisa realizada por Moehlecke de acordo com os princípios de sustentabilidade (2010). Os padrões foram apresentados na forma de tabela com princípios de sustentabilidade e questões/contribuições de Moehlecke, destacando o problema/contexto e as recomendações. Procurou-se sistematizar os outros padrões levantados nos outros métodos dessa mesma maneira.

A terceira parte, relacionando a heterogeneidade espacial ao contexto social, trata dos padrões espaciais do subsistema da comunidade. Foram escolhidos alguns teóricos e métodos representativos, que consideram a cidade como sistema complexo, como "habitat", para pessoas, mais compacta e viva, nos trabalhos de Jane Jacobs (1961), Jan Gehl (2012), Bill Hillier (2009), Frederico Holanda (2002, 2013) e a dimensão copresencial ou sociológica no contexto da pesquisa Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização.

A quarta parte, relacionando a heterogeneidade espacial à paisagem e os fluxos de água, trata dos padrões espaciais no nível do suprasistema da paisagem. Foram escolhidos métodos representativos, que considerem a "cidade como parte do mundo natural", identificada no trabalho de Ian McHarg (1969), juntamente com pesquisadores associados no manual de planejamento ambiental de Woodlands (1973), como "ecossistemas humanos" no conceito de permacultura de Bill Mollison e David Holmgren (1991) e no conceito de Vilas Urbanas de Christopher Mare (2008).

A quinta e última parte apresenta os parâmetros emergentes do urbanismo sustentável identificados por Douglas Farr (2013) para fazer a ponte entre as duas vertentes. Foram identificados mais de 30 parâmetros e sistematizados no formato: padrão – contexto – recomendação/solução – ilustração.

4.2 O conceito de resiliência e os princípios de sustentabilidade

A resiliência urbana é uma importante ferramenta para se alcançar a sustentabilidade urbana. É a capacidade de se superar crises e de se regenerar. No caso de uma cidade, é a

---

[97] Comentários de Doris Kowaltowski e Raquel de Barros, consultoras e revisoras da versão brasileira de "Uma Linguagem de Padrões" (ALEXANDER et al., 1977), na apresentação à edição brasileira

[98] O detalhamento dos princípios e padrões correlacionados por Moehlecke (2010) foi desenvolvido e ilustrado pelas estudantes Érika Passos Otto e Fernanda Galvão no âmbito do PIBIC dentro do projeto de pesquisa. "Estudos sobre métodos e ferramentas para promover a regeneração ambiental urbana", coordenado pela professora Liza Maria Souza de Andrade do Edital ProIC/DPP/UnB – PIBIC (CNPq) e FAPDF 2012/2013. O projeto recebeu duas menções honrosas no 19º Congresso de Iniciação Científica da UnB e 10º Congresso de Iniciação Científica do DF, em novembro de 2013.

capacidade em responder à escassez de recursos naturais, às mudanças climáticas, aos problemas sociais.

No que tange às sustentabilidades econômica e social, é a habilidade de uma área urbana em alcançar um desempenho previsível, mesmo em circunstâncias adversas, sem haver prejuízos aos moradores, usuários e investidores daquela região. Nesse caso, o nível de resiliência das cidades depende da qualidade e do desempenho do sistema urbano como um todo, não só os aspectos de infraestrutura urbana perante as mudanças climáticas (ICLEI GLOBAL, 2011, p. 4).

No que se refere às sustentabilidades ambiental e ecológica, esse termo é utilizado, principalmente, quanto à redução da dependência do petróleo e da pegada ecológica. Quanto menor a dependência dos recursos naturais não renováveis, como o petróleo, mais resiliente será a cidade. Assim, a cada etapa de desenvolvimento resiliente, a cidade também será mais sustentável, visto que reduzirá a pegada ecológica enquanto melhorará a qualidade de vida (NEWMAN et al., 2009, *apud* ARAÚJO e ANDRADE, 2014, s.p.).

De acordo com o Manual "Iniciativas de transição" (HOPKINS et al., 2008), para as comunidades alcançarem a resiliência, elas devem procurar um estilo de vida que não seja dependente do petróleo. O conceito de "relocalização" (redução da pegada ecológica) é utilizado para ilustrar esse novo estilo de vida, e a resiliência é tratada como sinônimo de autossuficiência. Assim, a configuração dos elementos estruturadores da cidade, os padrões espaciais, bem como a participação da comunidade urbana, tornam-se elementos-chave para se alcançar a resiliência.

Segundo Araújo e Andrade (2014, s.p.), buscar a resiliência urbana é caminhar na direção do desenvolvimento urbano sustentável. Para que este esteja presente na organização da cidade, algumas outras medidas ainda se fazem necessárias: é preciso que as políticas públicas sejam bem executadas, fiscalizadas e, principalmente, integradas. Além disso, deve-se buscar a qualidade de vida e o conhecimento para desenvolver e aplicar novas tecnologias (BRASIL, 2011). NEWMAN et al. (2009, *apud* Araújo e Andrade 2014, s.p.) sugerem dez estratégias para alcançar a resiliência, que envolvem a participação de governo, empresários, profissionais, grupos da sociedade e famílias (**Tabela 4.2**) .

Tabela 4.2 - Estratégias para resiliência (NEWMAN et al., 2009)

Mudança	Lançar a ideia de mudança e preparar um plano para a sua implantação;
Ação	Aprender fazendo. Como não há uma fórmula pronta para se alcançar a resiliência, não resta outro jeito a não ser aprender fazendo;
Pontos estratégicos	Definir pontos estratégicos, como edifícios, estacionamentos e vias públicas como ícones verdes, para começar a implementar mudanças mais sustentáveis e reduzir a quantidade de carros;
Sistema viário	Construir pensando no sistema viário, a fim de otimizar viagens e favorecer o transporte público, bicicletas e pedestres;
Transição passo a passo	Transição passo-a-passo, para uma infraestrutura mais resiliente;
Incentivos	Usar os preços (incentivos), onde possível, para incentivar mudanças;
Relação cidade-campo	Repensar as áreas rurais com a redução da dependência do petróleo. Elas precisariam estar mais próximas das cidades, a fim de reduzir os deslocamentos;
Famílias e bairros	Conscientizar famílias e bairros de que é preciso buscar a resiliência;
Localismo	Facilitar o localismo, produzindo alimentos localmente, dando preferência aos produtos e materiais locais, a fim de reduzir distâncias entre produto e consumidor.
Regulações para baixa emissão de carbono	Usar aprovações para regular as intervenções e projetos na transição pós-petróleo. Isso significa analisar os projetos de forma sistêmica e adaptar algumas regras já existentes, a fim de favorecer a mobilidade urbana e a baixa emissão de carbono.

No entanto, para que aplicação dessas estratégias seja bem sucedida nos países em desenvolvimento, é necessário avançar no que diz respeito às agendas denominadas "verde" e "marrom". Ainda que para se alcançar os resultados propostos pela Agenda Verde seja necessário solucionar os problemas referentes à Agenda Marrom, segundo a ONU-HABITAT (2009, *apud* BRASIL, 2011), é possível, e altamente aconselhável, que os dois sejam considerados de forma conjunta, pois dessa maneira poderiam, ao mesmo tempo, "respeitar o ambiente natural e melhorar o ambiente humano".

Isso porque as cidades, ao tentarem mitigar as questões relacionadas à Agenda Marrom, "costumam consumir e deteriorar seus recursos e processos verdes, respectivamente, a não ser que a cidade intervenha através de processos como planejamento e gestão ambiental" (BRASIL, 2011).

O Informe Global 2009 da ONU-HABITAT apresenta, algumas ações direcionadas à aplicação dos princípios de cada agenda. São tendências globais: (1) desenvolvimento de energia renovável; (2) neutralidade em carbono; (3) distribuição de energia e sistemas hídricos (infraestrutura distribuída); (4) espaços fotossintéticos como parte da infraestrutura verde; (5) ecoeficiência; (6) sentido de pertencimento; e (7) transporte sustentável.

Nos estudos de Araújo e Andrade (2014), foi avaliada a resiliência encontrada em Vauban[99], um bairro de sucesso em sustentabilidade urbana em Freiburg, sudoeste da Alemanha, baseado nas sete inovações-chave presentes no âmbito do Informe Global 2009 da ONU-HABITAT para aproximar a sinergia entre as duas agendas e nos princípios de sustentabilidade estudados por Andrade (2005). O fato de Vauban conseguir integrar tão bem as agendas Verde e Marrom é um indicativo para o Brasil de como os sistemas de planejamento urbano podem possibilitar a inovação tanto nos aspectos técnicos, quanto nos aspectos sociais da sustentabilidade.

Andrade (2005) desenvolveu estudos no Brasil sobre a visão sistêmica ou ecossistêmica para aplicação de princípios de sustentabilidade ambiental, que possam ser adotados no planejamento e desenho das cidades brasileiras. O estudo apresenta uma aproximação ecológica para os profissionais que trabalham o meio ambiente construído, e uma aproximação urbanística para os profissionais que atuam no meio natural. Nesse ponto, é um trabalho convergente para diferentes áreas do conhecimento e para o campo disciplinar de arquitetura e urbanismo.

Os princípios trabalhados pela autora formam uma estrutura sistêmica e integrada para auxiliar a entender o potencial para implantar assentamentos urbanos sustentáveis. Andrade (2005) fez a adaptação para a realidade brasileira dos princípios para reabilitação ambiental de assentamentos urbanos, sistematizando-os em princípios, estratégias e técnicas. É uma contribuição para o processo de desenho de assentamentos em áreas ambientalmente sensíveis, a partir de dados obtidos por meio de estudos de impactos ambientais, para que, de uma forma coerente, seja possível atender às exigências da legislação brasileira vigente.

O estabelecimento de princípios de sustentabilidade para aplicação ao desenho e ao planejamento urbano é imprescindível, mesmo que as necessidades de cada região sejam diferenciadas quanto aos aspectos físicos (geologia, topografia e ecologia), culturais e socioeconômicos. Os princípios não se modificam em função de culturas, hábitos, estilos ou modismos, cabendo ao projetista adotar critérios e estratégias de acordo com o "espírito do

[99] Citado no final do capítulo 2 como modelo de sucesso em sustentabilidade urbana, como um verdadeiro ecossistema urbano que engloba o nível da comunidade e da paisagem.

lugar" (biorregiões ou microbacias), para que as intervenções urbanas rompam com a tradição urbanística predominante, que estabelece relações de densidades e morfologias, e passe a adotar estratégias de planejamento e de desenho urbano sustentáveis.

Devem ser aplicados a diferentes escalas de análises, contrastantes e complementares, bem como devem ocorrer de forma sistêmica em variadas formas urbanas, para examinar a interação do meio construído com os elementos naturais. O grande desafio constitui-se em conciliar as estratégias de planejamento do território e o desenho de cidades ou bairros, pois as diretrizes de ordenamento territorial em escalas de menor visibilidade dispersam-se à medida que se aproxima do detalhe da realidade local, na escala intraurbana.

Na visão de Andrade (2005), a qualidade e o conteúdo das trocas no meio ambiente são determinados no espaço urbano por meio da forma física e do arranjo de suas partes, em um entendimento sistêmico. É na escala do bairro (comunidade), mais precisamente do assentamento, que são desenvolvidas as relações morfológicas e sua respectiva resposta ambiental com o conhecimento do local. Um projeto urbano ambiental permite abordar os problemas causados pela exclusão social em zonas críticas e resolver localmente a gestão da água e da energia, e a seleção dos resíduos e dos ruídos.

Baseados em autores[100] que estudam a visão sistêmica dos assentamentos humanos e das cidades, tais princípios são: (1) proteção ecológica (biodiversidade); (2) adensamento urbano; (3) revitalização urbana; (4) implantação de centros de bairro; (5) desenvolvimento da economia local; (6) implementação de transporte sustentável; (7) habitações economicamente viáveis; (8) comunidades com sentido de vizinhança; (9) tratamento de esgoto alternativo e drenagem natural; (10) gestão integrada da água; (11) energias alternativas; e (12) políticas baseadas nos 3Rs (reduzir, reusar e reciclar).

A partir do estudo dos princípios de sustentabilidade ambiental, Andrade (2005) estabeleceu um método[101] que consiste em traduzir os princípios em estratégias e técnicas para o processo de desenho, objetivando proporcionar assentamentos humanos economicamente viáveis, em equilíbrio com a natureza, e lugares agradáveis para se viver. Para conseguir montar a estrutura, é necessário fazer um diagnóstico ambiental a partir de estudos de impactos ambientais já desenvolvidos para o local, visando identificar a capacidade de suporte de cada microbacia: levantar os dados, qualificá-los, levantar os impactos e conflitos socioambientais possíveis e, só então, partir para as diretrizes propositivas que se transformarão em estratégias e técnicas de desenho.

Após o estudo de vários instrumentos de gestão ambiental, Andrade (2005) chegou à conclusão de que há uma falta de integração entre os vários tipos de zoneamento. Para que o zoneamento ecológico-econômico, atualmente adotado na escala de planejamento regional, possa ser implementado na escala de desenho, é necessário que haja uma sobreposição dos vários tipos de zoneamento (urbano, ambiental e do regime hídrico).

Para se proceder com esta sobreposição, é necessário elaborar primeiro um diagnóstico ambiental por meio de uma Avaliação Ambiental Estratégica (considerando o processo, e não o instrumento temporal, como Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental, EIA/RIMA), desde o levantamento da história do ambiente natural, plantas nativas, espécies animais, clima, temperatura e solo, até a cultura do lugar. Devem ser levanta-

---

[100] Fritjof Capra, dos EUA; Bill Mollissom, da Austrália; Salvador Rueda, da Espanha; Richard Rogers, da Inglaterra; Richard Register, Guy Dancey e Steven Peck, do Canadá.

[101] Este método está sendo aplicado no âmbito do Curso de Especialização a Distância REABILITA – Reabilitação Sustentável Arquitetônica e Urbanística - desde 2007. Em 2014 entra na sua 6ª edição.

dos riachos originais e sazonais (grotas intermitentes), nascentes, encostas, edifícios antigos e históricos, a fim de restaurar as áreas naturais e agrícolas.

Em seguida, deve-se levantar o uso do solo e os tipos de infraestrutura utilizados, para a definição de áreas a serem recuperadas, de acordo com a diversidade e a densidade pré-estabelecidas. Para novos parcelamentos, o uso misto e variações de densidade devem ser pensados juntamente com distâncias caminháveis para pedestres, além da restauração do habitat natural e das áreas agrícolas.

Após estudar alguns autores como Costa (2000), expostos na Carta do Novo Urbanismo, Dauncey e Peck (2002) e Romero (2002), Andrade definiu três escalas territoriais: escala das grandes estruturas urbanas, escala do bairro e escala específica do edifício (**Tabela 4.3**).

Tabela 4.3 - Escalas territoriais

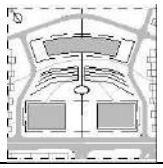
ESCALAS URBANAS	DESCRIÇÃO
Escala das grandes estruturas urbanas	Envolve o bairro e seu entorno, ou seja, a capacidade de suporte da bacia hidrográfica no qual o assentamento está inserido. Entre as técnicas utilizadas se encontram: a sobreposição dos zoneamentos, a densidade e a continuidade da massa edificada, o macro sistema de transporte com integração da área escolhida com outras circundantes, a economia direcionada para o local, proteção de mananciais.
Escala do setor ou bairro	Feita a sobreposição dos zoneamentos, resolve localmente a questão da infraestrutura, com técnicas de drenagem natural; tratamento de esgoto alternativo; recuperação de córregos degradados; revitalização urbana com sentido de vizinhança por meio dos espaços públicos agradáveis à permanência e instalações comunitárias adequadas; produção de alimentos no local, com o paisagismo produtivo aproveitando a compostagem; posição estratégica dos centros de bairro, com distâncias caminháveis para pedestres; e desenvolvimento econômico solidário.
Escala específica do edifício	Incorpora princípios para técnicas que envolvam o uso de recursos renováveis, melhoria da eficiência energética e do conforto ambiental e da saudabilidade das habitações, facilitando a implementação dos 3R's, com o aproveitamento de águas da chuva, de materiais de construção reciclados ou ecológicos e habitações econômicas.

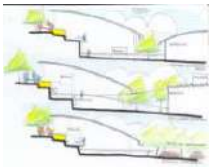
Os assentamentos urbanos sustentáveis devem ser guiados pelos princípios de sustentabilidade. O princípio é uma característica orientadora de intervenções no ambiente físico dos assentamentos humanos de interesse comum a diferentes sociedades, e pode ser aplicado em diferentes contextos. Ele norteia o desenvolvimento de características desejáveis (**Figura 4.5**).

Figura 4.5 - Imagens do projeto desenvolvido por Liza Andrade e Rejane Jung no ateliê de Desenho Urbano no âmbito da disciplina do PPG-FAU
Fonte: Andrade (2005) Modelagem 3D Valério Medeiros

Na estrutura metodológica, os princípios devem considerar a teoria ou o conceito. As estratégias compreendem a arte de traçar os planos - o planejamento estratégico propriamente dito - e as recomendações específicas basicamente se traduzem em técnicas que serão utilizadas para se alcançar o objetivo final: atender aos princípios de sustentabilidade ambiental (**Tabela 4.4**).

Tabela 4.4 - Princípios de sustentabilidade (ANDRADE, 2005, p. 186 a 190)

PRINCÍPIOS	ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO	TÉCNICAS URBANAS (RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS)
Proteção ecológica	Fazer um diagnóstico ambiental da região e implantar medidas de proteção ambiental para áreas sensíveis, promovendo o uso sustentável de áreas verdes existentes. Compromisso com a Legislação Ambiental vigente. Sobreposição de zoneamentos - zoneamento urbano + zoneamento ambiental + zoneamento hídrico. Evitar a expansão urbana sobre áreas agrícolas e de proteção permanente. Ocupar terras não-utilizadas com áreas verdes e paisagismo produtivo: terrenos baldios, parques, áreas industriais, canteiro de estradas e faixas de domínios laterais, esquinas, gramados, áreas em frente e atrás das casas, varandas, telhados de concreto.	Diagnóstico ambiental – (EIA-RIMA) - recuperação de nascentes e corredores ecológicos. Agricultura urbana com arquitetura da paisagem – zoneamento permacultural para escala do setor. Zonas mais próximas às edificações: paisagismo produtivo (hortas domésticas e de espécies medicinais e ornamentais); Zonas destinadas às praças: além de espécies ornamentais, espécies frutíferas, nativas, aclimatadas e diversificadas; Zonas destinadas à produção agrícola: pequenas chácaras para produção de aves e outros produtos que exigem maiores espaços.
Adensamento urbano	Evitar a suburbanização por meio de altas densidades nas áreas centrais, para maximizar os investimentos públicos e permitir a utilização eficiente da terra disponível. É preciso encontrar a capacidade de suporte de cada região. Sugerir mudanças nas leis de uso e ocupação do solo para a implantação de pequenos centros comerciais e praças como lugares atrativos para a convivência.	Na escala das grandes estruturas urbanas, a densidade deve ser mais alta nos centros, densidade média logo após esta zona, mudança mínima na próxima área e, em seguida, uma área de densidade reduzida. Nas áreas mais afastadas do centro, observar as que podem ser modificadas para regenerar córregos aterrados e outras estruturas, para que a natureza ou a agricultura possam ser reintroduzidas. Nas áreas mais densas, malha urbana com ruas estreitas, calçadas e afastamentos menores entre as habitações, por meio de agrupamentos de casas em torno de uma área comum para reduzir as redes de infraestrutura e encorajar o deslocamento para pedestres e bicicletas.
Economia local/ centros de bairro 	Evitar bairros-dormitório com a implantação de centros comerciais, ou seja, um local onde seja possível aos moradores exercer algumas atividades profissionais, como trabalhos autônomos, trabalhos em lojas, restaurantes, cafés etc. e atividades comunitárias.	Na escala das grandes estruturas urbanas – posição estratégica em relação a outros bairros. Na escala do setor – o ponto focal para a implantação do comércio deve estar localizado na parte central, onde há interseção de caminhos, além da volumetria, que se destaca no conjunto.
Revitalização urbana e sentido de vizinhança	Reusar terras ou edifícios em áreas degradadas ou abandonadas para trazer novos moradores, vida comercial e atividades sociais para integração da vizinhança. Melhorar a qualidade dos espaços públicos, incrementando consideravelmente a qualidade de vida dos cidadãos. Criar oportunidades de fazer as atividades diárias ou semanais organizadas dentro da própria vizinhança. Projetar em parceria com a comunidade para incorporar seus ideais e superar a resistência dos proprietários locais. Identificar o caráter de uma região além da conservação da natureza, adotar práticas locais, tradicionais e endógenas.	Na escala do setor ou bairro – espaços públicos e instalações comunitárias – Praças. Concepção bioclimática do espaço público – dados climáticos do lugar, materiais do espaço, luz, cor e som. A rua, se bem projetada, pode vir a ser um local de encontro dentro do espaço urbano, por meio de pequenos largos, passagem para pedestres e ciclovias.
Mobilidade sustentável	Reordenamento dos espaços e das atividades urbanas de forma a reduzir as necessidades de deslocamento motorizado e seus custos. Incentivar a caminhada e o uso da bicicleta como lazer e para trabalhar. A bicicleta	Na escala do setor - caminhos arborizados, com conexão de vias para pedestres e ciclovias. As ruas estreitas reduzem as áreas pavimentadas e reduzem custos de construção mas, para tal, o empreendimento tem que ser servido por transporte público adequado.

	pode ser também mais rápida em trajetos urbanos menores que 5 Km. Priorizar os centros de bairros por meio de integração de usos como moradia, trabalho e lazer.	Redutores de velocidade para a travessia de pedestres e faixas para bicicletas em rodovias mais movimentadas devem ser instalados com iluminação e planejamento próprio.
Drenagem natural	Restabelecer o elo neste ciclo hidrológico, retendo as águas pluviais e permitindo a infiltração no solo. Aplicar os critérios ambientais para os PDDUs. Manter os limites das APPs, para os cursos d'água perenes e intermitentes, e recuperar córregos. Decidir quais os melhores locais de corredores ecológicos para a restauração de córregos e as áreas agricultáveis e desenhá-las. Os círculos concêntricos, ao redor dos centros da cidade, centros principais e centros de vizinhança ir-se-ão sobrepor cortando conexões potenciais entre as áreas de restauração. Os córregos se tornariam corredores que poderiam penetrar direto dentro de um centro.	Na escala do setor - revitalização de espaços públicos com utilização de elementos ambientais, por meio da drenagem natural e desenho da paisagem. Utilizar córregos sazonais e bacias de captação para as águas pluviais. Este sistema ainda permite que sejam implantados condomínios com densidades maiores que o sistema tradicional, uma vez que os espaços públicos são valorizados. As distâncias entre as áreas edificadas e os córregos deveriam ser mais largas em áreas distantes do centro, e mais estreitas, nos centros, onde o custo da terra é de maior valor econômico, chamado de córrego revés. Os córregos não deveriam ser enterrados e canalizados.
Tratamento de esgoto	Evitar o comprometimento das estações de tratamento existentes ou o não tratamento das águas negras.	A abordagem sustentável caminha em duas escalas: sistemas de tratamentos de águas residuais com plantas para as casas (zona de raízes), ou sistema anaeróbio e leito cultivado (*wetlands*) para o assentamento.
Gestão integrada da água	Aplicar princípios da gestão ecológica da água. No contexto de uma casa ou edifício, o reaproveitamento das águas servidas consiste em usar a água do chuveiro, das pias, de tanques e máquinas de lavar roupa para o reaproveitamento em descargas de banheiros, lavar roupas e irrigação de jardins de plantas não comestíveis. A coleta de água da chuva é outro método usado desde a antiguidade por gregos e romanos, e que anda esquecido atualmente. Calhas para captar água e reservatórios. A água coletada pode ter diversos fins, tais como lavar calçadas, carros, descargas de sanitários e recarga do lençol freático.	Na escala do edifício - as águas servidas devem ir para um tanque especial no qual poderá ser tratada, ou com plantas aquáticas, ou com filtros de areia. Os coletores não precisam ser construídos, pois já estão são os próprios telhados, lajes de cobertura e os pátios cimentados. Além disto, pode passar por um processo de filtragem a partir de filtro de brita, areia e carvão ativado, e correção do PH. Se a cisterna for de concreto, já ocorre a neutralização da acidez da água.
Energias alternativas	A implantação das tipologias deve ser projetada visando a uma boa insolação, se a energia alternativa adotada for a solar. Pode-se aproveitar o uso de energia de gás metano, proveniente do processo de tratamento de esgoto, com sistema anaeróbio.	Na escala do edifício - como orientação adequada, ventilação natural, isolamento adequado, painéis solares fotovoltaicos, dispositivos de sombreamento, geradores de propulsão eólica e elementos de armazenamento técnico. O biodigestor precisa ser instalado na entrada da estação, para que seja mais prático o depósito de resíduos orgânicos, a fim de acelerar a formação de biogás.
Política dos 3R's 	A redução é o primeiro estágio na diminuição de impactos ambientais. É incalculável, ecologicamente, economicamente e educacionalmente. No estágio do reuso, as construções ou espaços existentes ganham novos usos. Esse estágio alcança uma distância maior do que o de redução, por não só cortar o consumo, mas também melhorar a qualidade de vida. A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos – o fundamento deste processo é a separação, pela população, dos materiais recicláveis (papéis, vidros, plásticos e metais) do restante do	Na escala do edifício - as construções bioclimáticas evitam gastos de energia; e a redução de água potável, por meio do reaproveitamento das águas servidas, evita preocupações futuras com escassez. Na escala do setor - as ruas podem-se tornar calçadões ou ruas de trafego lento, as paisagens ornamentais podem-se tornar pomares. Na escala das grandes estruturas urbanas - a construção de uma usina de reciclagem e compostagem, dentro da micro-bacia, evita que o aterro sanitário existente seja saturado.

	lixo, que é destinado a aterros ou usinas de compostagem. O reaproveitamento deste lixo, sobretudo dos resíduos orgânicos no caso da compostagem, pode significar um importante ganho para a sociedade.	
Moradias economicamente viáveis	Uma comunidade sustentável necessita de diversidade e mistura de classes com variedade de moradias e custos diferenciados.	Na escala do edifício – o uso de tecnologias apropriadas pode enfatizar a diminuição do custo de produção da habitação, a tecnologia construtiva, o design apropriado, o conforto térmico, a saudablidade e a qualidade dos materiais a serem empregados na construção, levando em conta espaços para jardins e hortas.

Após desenvolver esse método em 2005, e de ele ter sido aplicado em vários trabalhos acadêmicos no contexto do país, e em trabalhos práticos de consultoria, Andrade chegou à conclusão que apesar de os princípios, estratégias e técnicas serem úteis e necessários para integrar as visões dos atores que trabalham com as questões das Agendas Verde e Marrom com a sobreposição dos planos do território, ainda é necessário avançar no estabelecimento de padrões espaciais para as tomadas de decisão nas audiências públicas.

As diretrizes e recomendações para assentamentos sustentáveis são muito gerais e abrangentes, carecendo de estudos sobre os padrões urbanos como códigos geradores para o processo de desenho urbano. As discussões sempre giram em torno da densidade e uso do solo e a população não conseguem enxergar as soluções no nível local porque as Leis de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), desenvolvidas a partir dos Planos Diretores, não tratam da forma urbana e suas implicações (causa e efeito)[102] no modo de vida das pessoas e nos ecossistemas.

Acredita-se, nesta tese, que heterogeneidade espacial, com estudo de padrões, necessária hoje aos estudos da ecologia, transformar-se-á na conexão necessária entre ecologia, desenho urbano e o contexto social. Nesta pesquisa pretende-se contribuir com a sistematização de padrões espaciais como estratégias locais potencialmente capazes de gerar um entendimento para as comunidades urbanas do que seja a sustentabilidade dos assentamentos.

A parceria do governo com a comunidade tem o potencial de trazer o elemento comunitário vital para o processo de mudança nas cidades, especialmente quando se trata de mudanças tecnológicas em uma pequena escala. Assim, as medidas que visam à resiliência devem ser feita sempre de "baixo para cima", mesmo existindo o planejamento urbano ambiental. A comunidade deve participar de todo o processo, garantindo pontos de vista diferentes daqueles de quem toma as decisões.

Segundo os estudos de Alexander et al. (1977), o bairro é uma área menor dentro da comunidade, com população de 500 a 15.000 pessoas. Na visão dos autores, os moradores de um bairro devem ter a possibilidade de cuidar de seus próprios interesses, organizando-se para exercer pressão sobre o governo municipal ou distrital. Estudos antropológicos demonstram que um grupo humano não consegue se coordenar se a população for maior que 1.500 habitantes. Em termos de área, para ser identificável, esse bairro não deve conter mais que sete quadras, e deve ser protegido do tráfego intenso.

A pesquisa desenvolvida por Moehlecke (2010), do NORIE/UFRGS, trouxe importante contribuição aos estudos sobre sustentabilidade urbana no Brasil, ao relacionar a obra "Uma

[102] Relações de causa e efeito do campo de arquitetura e urbanismo, tratadas por Holanda (2013) e pelo grupo DIMPU da FAU/UnB no formato de "Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização".

linguagem de padrões", aos princípios de sustentabilidade, apesar de os padrões não terem sido formulados, originalmente, com esta intenção.

Segundo as consultoras[103] da edição brasileira do livro, os *patterns* foram apresentados como princípios de projeto com capacidade generativa e abordagem pautada nos modos de vida, requisitos e preferências apreendidas no local e em processos participativos. Em sua visão, os *patterns,* com uma visão holística, incluem preocupações referentes ao impacto socioambiental do desenvolvimento das cidades e da construção civil, sendo precursores de alerta sobre a sustentabilidade em suass vária dimensões, incluindo questões como mobilidade urbana e permeabilidade do solo.

Inicialmente, Moehlecke (2010, p.89-91) partiu dos estudos sobre princípios de sustentabilidade baseado em vários autores[104] e os traduziu em "ideias-chave" (temas). A autora compatibilizou três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) com três escalas urbanas (lugar, bairro e assentamento). Cada escala urbana, segundo Moehlecke, precisa ser representada por três princípios, sendo cada um deles representativo de uma dimensão.

Isso resultou num total de nove princípios: (1) interação social; (2) diversidade urbana; (3) uso misto do solo; (4) biodiversidade; (5) habitabilidade; (6) compacidade; (7) eficiência energética; (8) mobilidade sustentável; e (9) economia local. Essa identificação não é definitiva, mas introdutória: outros princípios podem ser agregados (**Tabela 4.5**).

Tabela 4.5 - Princípios de sustentabilidade - questões (contribuição de Moehlecke, 2010, p.90 a 91)

DIMENSÃO SOCIAL - Promover inclusão social, principalmente provendo habitação a classes menos favorecidas e igualdade de acesso a recursos e oportunidades; ampliar a participação comunitária, prevendo locais de interação social, valorizando a vida comunitária e o sentido de vizinhança; reduzir os níveis de exclusão social, respeitando a diversidade, em todas as suas formas de expressão; ampliar o senso de pertencimento, preservando e resgatando a identidade local; ampliar a vivacidade ou 'animação' urbana, pelo uso diversificado do solo;	
Princípio da interação social	Retomada do valor da rua para interação social Ampliação da interação comunitária Desenvolvimento de locais que estimulem a permanência e o convívio público Desenvolvimento do senso de responsabilidade e identidade com seu lugar Contato exterior – interior
Princípio da diversidade urbana	Reforço de identidade de grupos Diversidade temporal Diversidade de gêneros Diversidade de grupos Diversidade de idades Diversidade de paisagens Diversidade de necessidades
Princípio do uso misto do solo	Distribuição equilibrada das atividades Pequenos lotes de atividades
DIMENSÃO AMBIENTAL - Maximizar a eficiência no uso de recursos naturais; limitar o emprego de recursos não-renováveis, assim como aqueles nocivos à saúde humana e ao meio; equilibrar o desenvolvimento urbano e o meio ambiente; preservar a biodiversidade; propiciar o ciclo hidrológico das águas; ampliar a qualidade de vida humana; promover a política dos 3Rs; proteger áreas frágeis e mitigar impactos ambientais;	
Princípio da biodiversidade	Respeito e preservação de áreas naturais Integração da edificação aos contextos Adequação às características locais Redução das interferências humanas no desenvolvimento de espécies
Princípio da habitabilidade	Proteção às águas Drenagem natural das águas pluviais Controle do microclima Redução de ruído urbano

[103] Doris Kowaltowski e Raquel de Barros.

[104] No ecourbanismo de Ruano (2000); na cidade sustentável de Rogers (2001); na cidade compacta de Rueda (2006); nas formas urbanas mais sustentáveis de Jabareen (2006) e nos princípios de sustentabilidade ambiental de Andrade (2005)

Princípio da compacidade	Alívio de pressão ambiental Controle de ocupação Equilíbrio de ocupação
DIMENSÃO ECONÔMICA - Otimizar o uso da energia; preferir energias alternativas, não prejudiciais à saúde humana e ao meio; desenvolver formas de preservar energia e as formas passivas de climatização; incentivar o uso de transportes menos nocivos à saúde humana e ao meio, assim como aqueles que utilizem energias alternativas; valorizar outras formas de mobilidade urbana; desenvolver a economia local, na construção, empregando materiais e mão-de-obra locais, ou, em outros ramos, promovendo a prosperidade para todos.	
Princípio da eficiência energética	Aquecimento passivo Materiais de menor conteúdo energético Estratégias de controle de radiação solar e iluminação
Princípio da mobilidade sustentável	Incentivo a deslocamentos alternativos Formas seguras para deslocamento de pedestres Redução do predomínio de carros Ampliação da atratividade de deslocamentos públicos Alternativas de reduzir a interferência de vias expressas em comunidades
Princípio da economia local	Valorização do produtor local Valorização do produto local Alternativas para reforçar o comércio local

Antes de avançar no detalhamento dos princípios de sustentabilidade relacionados aos padrões espaciais, é importante entender o contexto da obra "Uma linguagem de padrões" de Christopher Alexander e pesquisadores associados, do Centro para Estrutura Ambiental da Universidade de Berkeley.

4.3 Aprendendo com os padrões de Alexander para alcançar os padrões urbanos sustentáveis.

Quando Alexander escreveu "A cidade não é uma árvore", em 1965, já enfatizava a importância de avaliar a "totalidade" dos conjuntos subjacente ao tecido urbano. Alexander et al. (1987, p. 11) apontam para a necessidade de articular princípios para se criar a totalidade (*wholeness*) nas cidades planejadas. A totalidade é uma característica do espaço que aparece em todo o lado, em toda parte do espaço/matéria. Não é apenas uma percepção visual focada em uma determinada área da cidade, é antes uma estrutura real e fundamental, uma coisa em si própria.

Ele faz uma crítica ao urbanismo planejado, como os planos diretores, e defende que o plano de desenvolvimento para determinado local precisa conectar-se à estrutura imediata bem como àquela mais abrangente de sua vizinhança. Ou seja, os contextos regional e local devem influenciar as tomadas de decisões.

De acordo com Barros (2008, p. 30), a obra de Alexander et al. (1977), basicamente, está fundamentada na dualidade do olhar fenomenológico, intuitivo, um olhar mais "arruaceiro e localizado" do Significado em Arquitetura (por meio de convenções culturais) e no olhar estruturalista, baseado no Estruturalismo de Piaget, que enquadra o observável (racionalização da arquitetura), um olhar "janeleiro" que se coloca à distância do observador.

Alexander teria sido motivado pela inadequação do modelo de realidade mais comum àquela época (o desenho manual) no processo de projeto, propondo um método matemático de estruturação dos problemas não visualizáveis de projeto. Ele os representa graficamente por meio de diagramas construtivos, que posteriormente seriam chamados de *patterns* (BARROS, 2008, p. 31).

Esses diagramas construtivos abordam o modo de exploração do contexto e de procura da forma. Portanto, fazem a ponte entre requisitos e forma, importante ferramenta para o processo de projeto. Eles estruturam os problemas de projeto por meio de sucessivas

composições e fusões, capturando as implicações do problema por completo (BARROS, 2008, p. 31).

A partir de estudos de sua tese de doutorado, finalizada em 1964 e reeditada em 1997, "Notas da síntese da forma", foi desenvolvido um estudo singular sobre o problema de agenciamento das variáveis envolvidas em processo de projetação (*design*), desde um simples objeto utilitário a um complexo assentamento humano. Ele desenvolve um complexo modelo de interação matemática, integrando teoria dos conjuntos e teoria dos grafos, que correlacionava variáveis e requisitos socioespaciais agrupados, parecendo um sistema de forças (ANDRADE, 2011, p. 39) (**Figura 4.6**).

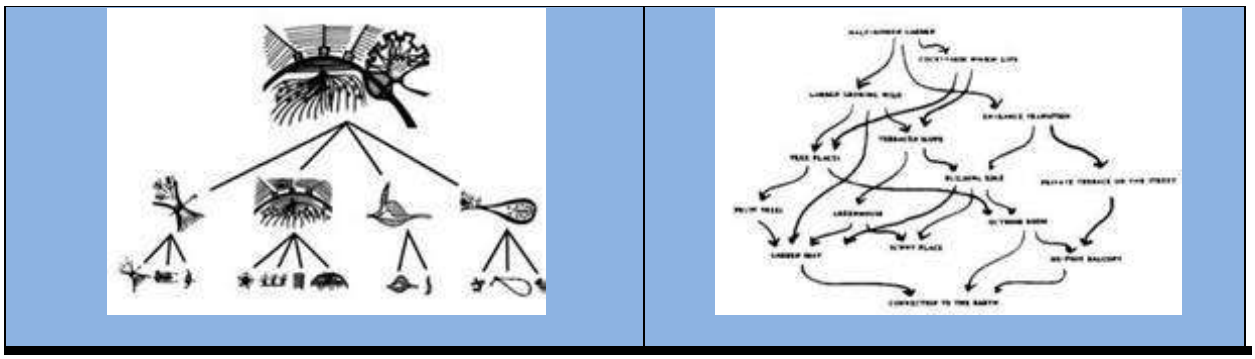


Figura 4.6 - Arranjo de diagramas construtivos (síntese da forma) e Conjunto de padrões articulados como linguagem.
Fonte: Alexander (1997), publicado originalmente em 1964, e Alexander et. al. (1977).

Trata-se de um estudo do processo de *design* que permite criar artefatos (físicos), os quais criam nova ordem, organização, forma, em resposta à função, visto que a finalidade do *design* é a forma. Nesta pesquisa, a forma é definida como diagrama de forças das exigências funcionais que constituem o contexto.

Assim, a forma é a solução para o contexto e o problema. Todo problema de projeto pode ser reduzido a uma sequencia de operações, que Alexander denomina de *programa*, orientada ao que venha ser o melhor ajuste entre o programa e o contexto. O contexto é a situação que envolve um edifício ou um assentamento, além de tudo aquilo que constitui o ambiente onde o edifício ou o assentamento operam (ANDRADE, 2011, p. 39).

Isto não quer dizer que o contexto seja apenas uma situação física, limitada por uma área e suas características geográficas, mas todas as situações urbanas, que envolvem, por exemplo, a comunidade e a paisagem como uso do solo, aspectos culturais, sociais e econômicos, estruturais e infraestrutura, as propriedades e características dos usuários dos edifícios, bem como seus valores e preferências estéticas. Portanto, um modelo como este é capaz de gerar uma geometria de relações que pode ser derivada dos diagramas descritos dos atributos relacionados ao projeto em questão e seu contexto (ANDRADE, 2011, p. 39).

Christopher Alexander escreveu "O modo intemporal de construir" em 1979, no qual apresenta uma possibilidade para entendimento da natureza dos processos de construção. Ele seria a parte teórica do livro publicado anteriormente, "Uma linguagem dos padrões" (ALEXANDER et al., 1977), no qual apresenta a forma de se construir uma linguagem de padrões. Esta linguagem é bastante prática, e cada elemento é chamado de padrão.

Cada padrão descreve um problema que se repete dentro de nossas regiões, cidades edifícios e construções, e explica o cerne de uma solução possível, de maneira que você possa utilizar essa solução de várias formas diferentes. Portanto, um padrão não é um modelo urbano a ser repetido. Um conjunto de padrões determina uma comunidade viva que terá sua própria linguagem de padrões.

Alexander et al. (1977), baseados no estruturalismo de Piaget, comparam os padrões às palavras que, quando estão sós, possuem significado individual, mas quando estão arranjadas em uma sentença comum, adquirem significado na leitura do todo, podendo ainda ser combinadas com outras palavras diferentes, para se dizer a mesma coisa, de outra maneira. Porém, em um poema, toda esta combinação carrega um significado muito mais denso, cada palavra é imbuída de seu significado nem sempre literal e nem sempre direto, formando assim um texto que representa muito mais do que as palavras dizem (BARROS, 2008, p. 36).

Nenhum padrão é um ente isolado - só existe à medida que está sustentado por outros padrões. Sendo assim, um padrão "menor" é conectado a um padrão mais significativo que é completado, ainda, por vários destes padrões "menores" até formar um padrão maior, um todo conectado. Um não existe sem o outro, nenhum edifício é isolado do mundo.

A conexão aqui neste estudo com a ecologia se dá porque a ciência ecológica trata do "estudo científico de padrões e processos influenciando a distribuição e abundância de organismos, as interações entre organismos, e a transformação e fluxo de energia, matéria e informação[105]".

Segundo Alexander et al. (1977), as cidades e edificações não se poderão tornar vivas, a menos que sejam planejadas por uma sociedade que compartilha de uma linguagem padrão. Há uma troca constante entre o ambiente construído e os seres vivos, a partir de padrões específicos que descrevem problemas habituais em nosso meio e apresentam soluções. Assim, onde tudo é conectado, nada deve ser construído isoladamente.

Todos os padrões são células de um mesmo organismo, como uma malha estruturada em estratégias e soluções para problemas urbanos e arquitetônicos. Os autores descrevem com detalhes cidades, edifícios e construções, por meio da identificação de padrões de vilas e bairros, de casas, de jardins e habitações.

Os padrões são organizados de uma escala maior para uma escala menor em uma sequência baseada sempre nas possíveis "conexões" entre cada uma. Cada padrão é uma regra de três partes que expressa uma relação entre: (1) um certo contexto; (2) um problema; e (3) uma solução. Foram descritos 253 padrões, interrelacionados, que variam no nível de detalhe, sendo a sua apresentação iniciada pelos padrões de nível mais global e seguindo depois para os de nível mais particular.

Na **Tabela 4.6** foram sistematizados todos os padrões do livro relacionados às estratégias.

Tabela 4.6 - Mapa-base dos padrões globais que definem uma cidade e uma comunidade

REGIÕES	Políticas de proteção ao solo e demarcação de limites das cidades.	1. Regiões independentes 2. A distribuição das cidades 3. Braço de zona urbana no campo (a interpenetração campo-cidade) 4. Vales agrícolas 5. Trama de vias rurais 6. Pequenas cidades rurais - povoados 7. A paisagem rural - o campo
CIDADES	Estruturas principais que definem a cidade.	8. Mosaico de subculturas 9. Locais de trabalho bem distribuído - trabalho disperso 10. A magia da cidade grande 11. Áreas de transporte local
	Comunidades autogovernadas.	12. Comunidades de 7000 habitantes 13. Limites e costuras entre subculturas 14. Bairro identificável (vizinhança) 15. Limites entre bairro (vizinhança)

105 www.caryinstitute.org/definition_ecology.htm.

	Conexão entre comunidades.	16. Redes de transporte público 17. Rodoanéis (estradas circundantes) 18. Redes de aprendizado 19. Rede de comércio e serviços 20. Micro-ônibus
	Políticas para comunidades e bairros para controlar o meio ambiente local.	21. Limite de 4 pavimentos 22. 9% em estacionamentos 23. Vias paralelas 24. Lugares sagrados 25. Acesso à água 26. Ciclo da vida 27. Homens e mulheres
	Centros locais tanto nos bairros quanto nas comunidades e entre elas, nas zonas limítrofes.	28. Núcleos excêntricos 29. Anéis de densidade 30. Nós de atividade 31. "Promenade" 32. Rua de comércio para pedestre 33. Vida noturna 34. Terminais intermodais (estações)
	Habitações na forma de agrupamentos (contato face a face) em torno dos centros	35. Diversidade de domicílios 36. Gradiente de privacidade no arranjo do conjunto (posição de casas em relação a privacidade) 37. Agrupamento de moradias. 38. Moradias em fita (casas alinhadas) 39. Moradias escalonadas 40. Mescla de faixas etárias (idosos por toda a parte)
	Comunidades de trabalho entre os conjuntos de moradias, em volta dos centros e especialmente nas áreas limítrofes entre bairros.	41. Conjunto de locais de trabalho (comunidade de trabalho) 42. Cinturão industrial 43. A universidade como feira pública (praça de mercado) 44. Subprefeitura (conselhos locais) 45. Corrente de projetos comunitários 46. Mercados de diversas lojas 47. Centros de saúde 48. Inserção de moradias em áreas remanescentes (moradias intercaladas)
	Rede de vias de pedestres e veículos locais entre os conjuntos de moradias e conjunto de locais de trabalho (informal e gradual).	49. Vias locais em "loops" 50. Entroncamento em T 51. Ruas verdes 52. Rede harmônica de vias de veículos e de pedestres 53. Demarcação de entradas (portas urbanas principais) 54. Faixa de pedestres em vias movimentadas (cruzamentos e calçadas) 55. Calçadas elevadas 56. Ciclovias, ciclofaixas e bicicletários 57. Crianças na cidade
	Áreas públicas abertas para relaxar e conviver nas comunidades e nos bairros.	58. Carnaval 59. Passeios tranquilos 60. Praças acessíveis 61. Praças públicas pequenas 62. Lugares elevados (altos) 63. Dança na rua 64. Espelhos d'água e riachos 65. Locais de nascimento (maternidades informais) 66. Solo sagrado (terreno)
	Parcelas menores de áreas externas de uso coletivo em cada conjunto de moradias e de locais de trabalho.	67. Área externa coletiva 68. Espaço para brincar conectados 69. Ambiente externo e público (locais públicos exteriores) 70. Cemitérios pequenos distribuídos 71. Espelhos d'água - piscinas 72. Esportes comunitários 73. Parques infantis rústicos e dinâmicos 74. Animais
	Estimulo a vida em família nos espaços externos dos conjuntos de moradias e locais de trabalho.	75. A família 76. Casa para uma família pequena 77. Casa para um casal 78. Casa para pessoas sós. 79. Sua própria casa
	Inclusão de vários tipos de oficinas e escritórios, até mesmo grupos de aprendizado infantil.	80. Escritórios e oficinas com autoadminstração 81. Pequenos centros serviços sem burocracia 82. Conexões entre escritórios 83. Mestres e aprendizes 84. Grupo de adolescentes 85. Miniescolas 86. Lares infantis
	Comércio e lugares de	87. Lojas de propriedade individual

	reunião da comunidade.	88. Café com mesas na calçada 89. A mercearia de esquina 90. Cervejaria 91. Pousada (ou hospedaria) para viajantes 92. Ponto de ônibus 93. Quiosque de vendas de alimentos 94. Dormir em público
PADRÕES LOCAIS QUE DÃO FORMA AOS GRUPOS DE EDIFICAÇÕES E ÀS EDIFICAÇÕES INDIVIDUAIS EM 3 DIMENSÕES		
PROJETADOS - EDIFÍCIOS	Configuração geral: altura, número de edificações, acessos ao terreno, áreas de estacionamento, linhas de movimento através do complexo.	95. Edificação como complexo - complexo de edifícios 96. Número de pavimentos 97. Estacionamento camuflado 98. Níveis legíveis de circulação 99. Edifício principal 100. Rua de pedestres 101. Ruas internas 102. Família de entradas (acessos) 103. Estacionamentos pequenos
	Posição dos edifícios individuais no terreno de acordo com a natureza do terreno, as árvores, o sol.	104. Edificação melhorando o terreno - adaptação ao lugar 105. Orientação solar para o espaço externo 106. Espaço externo positivo 107. Alas para luz natural 108. Edifícios conectados entre si 109. Casa longa e estreita
	Configuração do volume interior/exterior dos edifícios: entradas, jardins, pátios internos, coberturas e terraços.	110. Entrada principal 111. Jardim parcialmente oculto 112. Espaço de transição 113. Conexão entre casa e automóvel 114. Hierarquia de espaços abertos 115. Pátios internos cheios de vida 116. Cobertura congruente aos espaços - cascata de telhados 117. Cobertura envolvente 118. Terraço jardim
	Caminhos e praças entre os edifícios.	119. Arcadas (galerias) 120. Passeios e destinos 121. Forma dos passeios 122. Fachadas frontais 123. Densidade de pedestres 124. Bolsões de atividade 125. Escada para assentar 126. Algo mais ou menos no centro
	Transições nos edifícios de acordo com os níveis hierárquicos, de espaço e movimento.	127. Gradiente de intimidade (transição) 128. Luz do sol no interior 129. Áreas comuns no âmago (centro) 130. Ambiente de entrada 131. Circulação através dos cômodos 132. Corredores curtos 123. Escada como papel social 134. Vista zen 135. Mosaico de luz e sombra (alternância)
	Hierarquia na casa: áreas e ambientes mais importantes.	136. Território do casal 137. Território das crianças 138. Dormitórios voltados para o nascer do sol – dormir para leste 139. Cozinha como espaço de convívio 140. Terraço privativo junto a rua 141. Espaço pessoal 142. Sequencia de nichos 143. Grupo de camas 144. Sala de banho 145. Depósito para objetos volumosos
	Hierarquia para escritórios, locais de trabalho e edificações públicas.	146. Espaços de locais de trabalho flexíveis (escritórios) 147. Refeições comunitárias 148. Pequenos grupos de trabalho 149. Recepção acolhedora – para dar boas-vindas 150. Um lugar de espera 151. Pequenas salas de reunião 152. Escritório semi-privativo
	Construções anexas implantadas entre o acesso da rua e dos jardins aos pavimentos superiores	153. Cômodos para alugar 154. Espaço para adolescentes 155. Espaço para o idoso 156. Trabalho consolidado (ateliers próprios) 157. Oficina em casa 158. Escadas abertas
	Relação interior X	159. Iluminação natural vinda de dois lado para cada ambiente

	exterior como lugar em si.	160. Bordas da edificação 161. Lugar ensolarado 162. A fachada SUL 163. Sala de estar externa 164. Janelas para a rua 165. Abertura para a rua 166. Varandas e galerias 167. Terraço utilizável – (balcões de 1, 80 m) 168. Conexão com a terra
	Arranjo e implantação dos jardins	169. Terrenos com terraços sucessivos- transformas as ladeira em terraço 170. Árvores frutíferas - pomares e hortas 171. Lugares configurados por árvores 172. Jardins espontâneos 173. Jardim Protegido 174. Passeio com pérgola e verde 175. A estufa - jardim de inverno 176. Banco de jardim protegido 177. A horta 178. O adubo (banheiros secos)
	Espaços interiores com agregação de ambientes secundários e os nichos necessários para completar os recintos principais.	179. Nichos (cantinhos) 180. Lugar junto à janela 181. O fogo 182. Ambiência para as refeições 183. Locais de trabalho protegidos 184. Configuração da cozinha 185. Circulo de assentos 186. Dormir em comunidade 187. Cama do casal 188. Nichos para dormir 189. Closet com camarim
	Formato e dimensões de ambientes e nichos.	197. Paredes Grossas 198. Armários embutidos entre dois dormitórios 199. Bancada ensolarada 200. Prateleiras abertas 201. Prateleira na altura da cintura 202. Bancos embutidos 203. Cavernas para crianças 204. Lugar secreto.
	Paredes grossas para nichos, janelas, prateleiras, armários embutidos ou assentos.	197. Muros (paredes) grossos 198. Armários entre dormitórios 199. “Mostrador” (aberturas da cozinha) ensolarado 200. Estantes abertas 201. Estante a altura da cintura 202. Assentos embutidos 203. Cuevas (cavernas) para crianças 204. Lugar secreto
CONSTRUÇÃO EXEQUÍVEL	Estrutura que surge das plantas e da concepção do edifício	205. Estrutura congruente aos espaços habitáveis - em função dos espaços sociais 206. Estrutura eficiente 207. Materiais apropriados - bons materiais 208. Enrijecimento gradual
	Sistema estrutural a partir das plantas já elaboradas	209. Sistema de cobertura 210. Arranjo dos pisos, forros e lajes 211. Espessamento das paredes externas 212. Pilares nas quinas 213. Distribuição dos demais pilares
	Inicio pelas estacas e pela estrutura principal da edificação	214. Pilares contínuos com as sapatas 215. Laje do piso térreo 216. Pilares com forma expressiva 217. Vigas de borda (perimetrais) 218. Muro membrana 219. Abóbodas de piso e teto 220. Abóbodas de cobertura
	Portas e janelas: posição e emolduramento	221. Portas e janelas naturais 222. Peitoril baixo 223. Aberturas profundas 224. Porta baixa 225. Batentes como bordas engrossadas
	Padrões complementares	226. Lugar configurado por pilar 227. Conexões pilar - viga 228. Escada em semi-cúpula 229. Espaço para dutos (água, luz etc.) 230. Aquecimento por radiação 231. Janela de trapeira 232. Coroamentos para cobertura - arremates de telhados

	Revestimentos internos	233. Zonas de superfície do solo 234. Paredes externas revestidas com elementos sobrepostos. 235. Paredes com faces internas suaves 236. Janelas que abrem totalmente 237. Portas maciças e com pequenos panos de vidro 238. Luz filtrada 239. Janelas com caixilharia pequenas 240. Escala da guarnição (mata junta) de 1,25 cm
	Detalhes externos	241. Posicionamento dos bancos externos 242. Banco do lado de fora da parte principal 243. Mureta para sentar 244. Toldos de lona 245. Floreiras elevadas - flores no alto 246. Trepadeiras 247. Pisos internos com juntas largas 248. Tijolos e lajotas artesanais - (pisos) macios
	Ornamentos, luz, cor e suas coisas	249. Ornamentos 250. Tons de Terra 251. Cadeiras diferentes 252. Focos de luz 253. Os objetos da sua vida

Cada solução proposta em cada padrão é escrita no formato de instrução, contendo um caráter abstrato. A partir daí, cabe a cada um interpretar da melhor forma, adaptando suas preferências às condições e ao local do projeto. Por esta razão, as soluções não são impositivas, contêm apenas o essencial, a variável comum para a maioria dos lugares em busca do sucesso da solução do problema, o que permite ser utilizado como método de processo de projeto que incluiu o sujeito idealizador e o sujeito recebedor daquela solução (**Figura 4.7**).

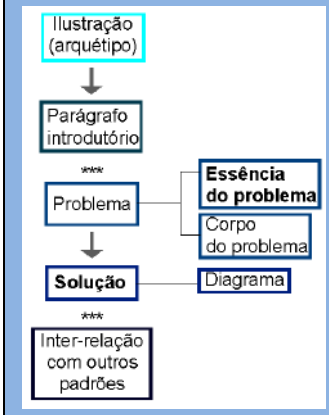


ILUSTRAÇÃO	Figura que mostra o arquétipo ou um modelo exemplificando o padrão
PARÁGRAFO INTRODUTÓRIO	Contextualiza o padrão e explica como pode completar outros padrões
ESSÊNCIA DO PROBLEMA	Uma a duas linhas
CORPO DO PROBLEMA	Descreve o passado empírico do padrão, evidencia sua validação, as diferentes formas de sua manifestação em uma edificação, etc.
SOLUÇÃO	O coração do padrão, descreve o campo físico e sociológico da solução do problema em determinado contexto
DIAGRAMA	Rotulação dos principais pontos da solução em forma de diagrama
INTERRELAÇÃO COM OUTROS PADRÕES	Liga o padrão a padrões que completam o mesmo

Figura 4.7 - Formato do padrão
Fonte: Adaptado de Alexander et al. (1977). Esquema desenvolvido por Dandara Krossara no âmbito do PIBIC

Mesmo com toda esta análise desenvolvida por Christopher Alexander e por seus colegas pesquisadores, constatou-se que as variações são inúmeras, o que levou à classificação dos padrões por asteriscos. Pensando nos padrões como hipóteses, os asteriscos representam o grau de credibilidade destes padrões.

Os *patterns* podem ser vistos como elementos que fazem parte de um todo maior (*wholeness*), um edifício ou uma cidade, assim, é necessário entender a estrutura do próprio espaço para entender a vida que acontece numa edificação ou cidade. O processo da linguagem dos *patterns* estabelece a relação entre eles, cada um não pode existir isoladamente. O

sistema de padrões é sempre visto como parte de uma estrutura maior. A **Figura 4.8** ilustra um processo de aplicação do conjunto de padrões interligados.

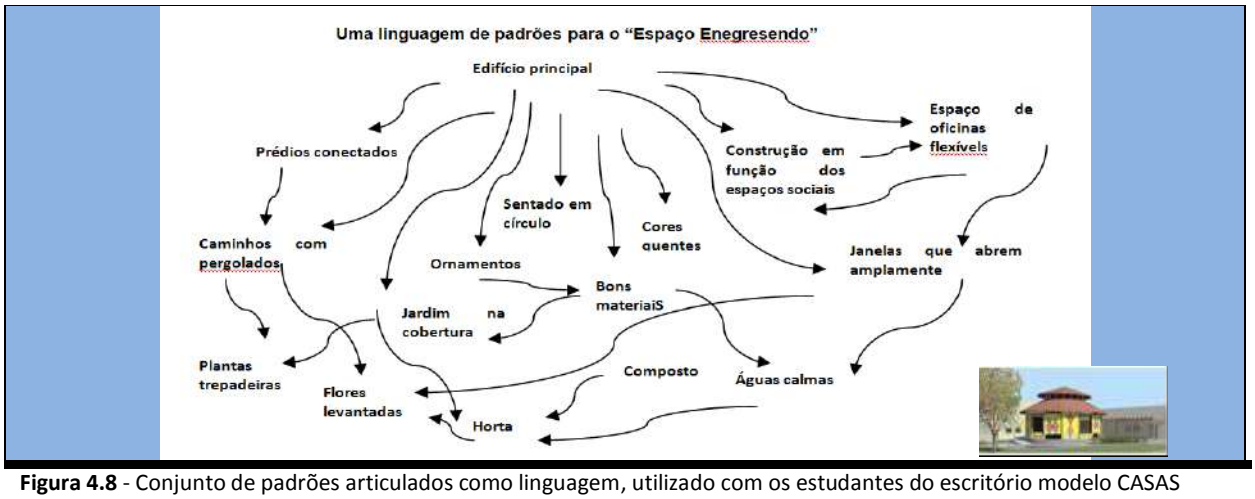


Figura 4.8 - Conjunto de padrões articulados como linguagem, utilizado com os estudantes do escritório modelo CASAS para o processo de projeto do Espaço Enegresendo do CEDEP – Paranoá - DF.
Fonte: Andrade et. al. (2013)

Segundo Andrade (2009), a partir da linguagem que define uma cidade ou uma comunidade, os padrões não podem ser desenhados de uma só vez, a não ser mediante um paciente crescimento, peça a peça, programado de tal forma que cada ato individual contribua sempre a criar ou gerar os padrões globais maiores, consistentes, que lentamente criarão ao longo dos anos uma comunidade dotada desses padrões globais.

Os padrões foram organizados em ordem decrescente: regiões, cidades, vizinhança, grupo de edifícios, edifícios isolados, ambientes menores, detalhes construtivos. Esses padrões não são passiveis de serem projetados ou construídos, eles são um todo unificado, consequência da vivência de uma comunidade. Cada indivíduo contribui de certa forma para criar e gerar estes padrões globais.

Em síntese, "os padrões são entidades descritivas de relações sócio-espaciais, componentes de uma totalidade que as ultrapassa, expressas como requisitos de forma e contexto" (ANDRADE, 2009, p. 39). Assim, um conjunto de padrões permite ao projetista a organização de sistemas complexos como "frases" complexas, construindo uma sintaxe para certa estrutura ambiental.

Ao mesmo tempo permite conectar ações políticas que englobam os conselhos regionais de planejamento. A essência do processo de planejamento passa pela região, que é constituída por uma hierarquia de grupos sociais e políticos que vão desde os grupos locais menores – famílias, bairros e grupos de trabalho – aos maiores: municípios e assembleias regionais.

Barros (2008) pondera que, naquela obra, os *patterns* são apresentados mais como coleção do que como sistema: não se encontra evidenciada a complexidade da linguagem e as conexões hierárquicas entre eles. Entretanto, Andrade (2010) afirma que Alexander revela forte influência da teoria geral dos sistemas e da cibernética por meio do controle informacional.

Em "O Modo intemporal de construir", a visão sistêmica fica mais evidente, como a relação dos padrões do espaço com os padrões de acontecimento, o que permite entender o espaço de uma maneira natural, como uma unidade que contém os padrões e o espaço. O espaço é formado pelos padrões de relação que se repetem ao longo do tempo, de acordo com o contexto físico, como relevo, paisagem ou condições climáticas. Conforme analisam

Mehaffy e Salingaros (2011, s.p.), cada padrão é uma lei morfológica que estabelece um conjunto de relações que imprimem diversas sensações.

Nesta pesquisa, toma-se como ponto de partida a forte vocação e potencialidade do conceito dos *patterns* para aplicação do pensamento sistêmico. Isso porque esta autora já os aplicou em processos de projetos mais sustentáveis com os estudantes em pelo menos três projetos, em três escalas distintas, todos na capital do país: um edifício para o Espaço Enegresendo; um conjunto de habitações de interesse social na Vila Telebrasília, com participação da comunidade; e um projeto urbanístico para a futura gleba do Setor Habitacional Taquari.

Os padrões são selecionados após um diagnóstico do local, ou seja, uma análise do contexto que contempla os padrões de acontecimento relacionados ao espaço e às expectativas sociais, estas tratadas como dimensões morfológicas dos lugares.

Nos projetos, após a seleção dos padrões, foram desenvolvidos esquemas e desenhos relacionados a cada um, o que permitiu uma conexão entre eles de uma forma sistêmica. Nos dois primeiros casos, os padrões, antes de serem desenhados, foram apresentados às comunidades como forma de linguagem entre projetistas e comunidade, que respondeu positivamente, participando do processo de projeto e escolhendo o caminho que ele deveria tomar.

No terceiro caso, por se tratar de um projeto urbanístico, não houve tempo hábil para apresentar a todas as comunidades do entorno do projeto ou que estão envolvidas com o planejamento da área, mas futuramente, pretende-se apresentá-los (**Figura 4.9**).

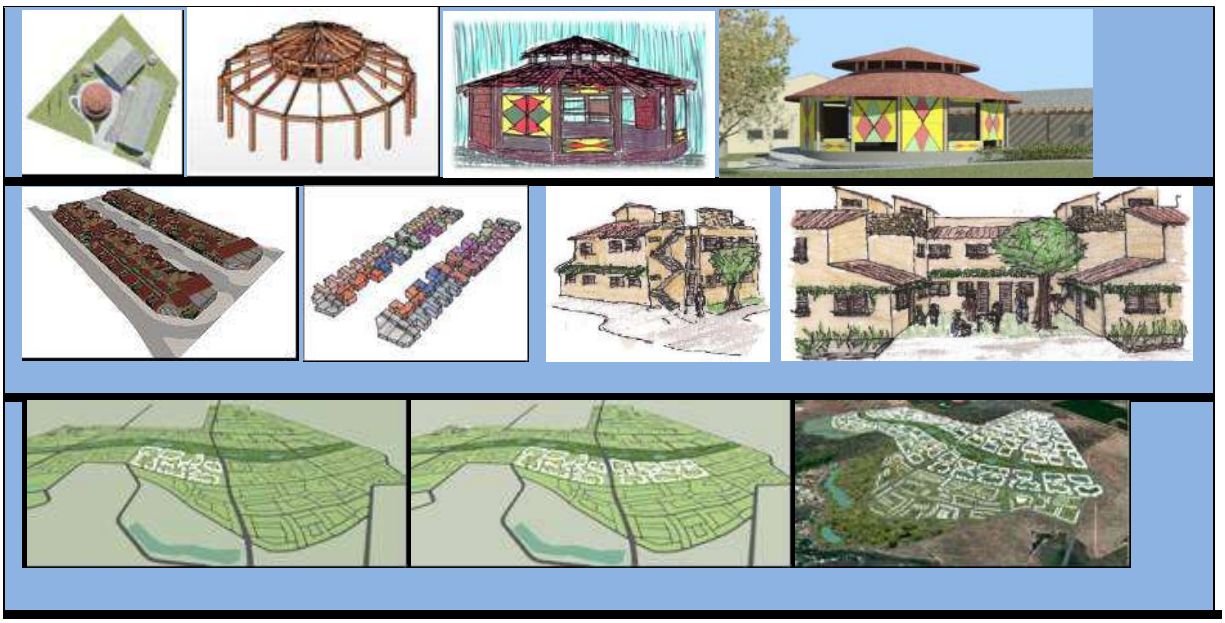


Figura 4.9 - Projetos com aplicação do método Uma linguagem de padrões desenvolvidos por estudantes da FAU/UnB. Projeto para o Espaço Enegresendo no CEDEP/Paranoá - DF, desenvolvido no âmbito do escritório modelo CASAS/FAU/UnB; Projeto Final de Graduação com processo participativo na Vila Telebrasília – DF pela estudante Luisa Venâncio; e Projeto Final de Graduação, Urbanismo Ecológico Inclusivo para o Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari, desenvolvido pela estudante Shinelle Hills, a ser demonstrado no capítulo do estudo de caso. Todos os projetos foram orientados pela professora Liza Andrade, da FAU/UnB.
Fonte: Desenhos de estudantes de PEMAU, Luisa Venâncio e Shinelle Hills. Modelagem: Vânia Loureiro

Alguns padrões espaciais mais sustentáveis, relacionados às necessidades básicas do ser humano e à formação de agrupamentos urbanos, podem ser identificados no trabalho de Christopher Alexander. Eles comparecem como atributos do meio rural na cidade, das áreas verdes urbanas, da mobilidade urbana, do conforto e qualidade ambiental, bem como a valorização dos elementos da natureza, como a água, por exemplo.

> [...] a terra, em seu estado natural, poucas vezes é plana e, em suas condições mais primitivas, era atravessada por rios e riachos que drenavam a água da chuva. Não há razão para destruir este recurso natural no solo de uma cidade [...] Preserve os córregos e lagoas naturais e faça com que atravessem a cidade: construa trilhas para que as pessoas passem ao longo deles e pontes para cruzá-los. Que os córregos formem barreiras naturais na cidade, cruzadas pelo tráfego sobre pontes a intervalos muito grandes. Sempre que possível, recolha a água da chuva em valas abertas e permita que fluem sobre a terra, paralelas a caminho de pedestre e frente das casas. Em lugares sem cursos naturais de água, levante fontes nas ruas (Alexander, 1977, p.300 e 302 – *pattern* 64).

Os padrões, com sua aplicação sistêmica do estudo da forma-espaço, contribuem para aproximação de áreas do conhecimento e são utilizados pela Educação Gaia para o Desenho de Ecovilas. No entanto, o método ainda é subutilizado no Brasil. Ganhou força em alguns grupos de pesquisa, como o Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE/UFRGS, coordenado pelo professor Miguel Aloysio Sattler. Os *patterns* de Alexander são associados às ecotécnicas e aos princípios permaculturais[106].

A pesquisa de Barros[107] (2008) no Brasil trouxe uma contribuição importante sobre os *patterns* de Alexander, entendidos como parâmetros projetuais, passíveis de serem abrangidos por "conceitos humanizadores", permitindo, por sua vez, a elaboração de estratégia de apoio para o processo projetivo. Foram selecionados cerca de 60 parâmetros projetuais pertinentes ao tema habitacional, dentre os 253 padrões identificados por Alexander et al. (1977).

Os conceitos humanizadores foram divididos nas categorias Senso de Urbanidade[108] e Senso de Habitabilidade. O primeiro deve proporcionar: a vivacidade urbana que pressupõe o combate à setorização excessiva de usos, à segregação social e à dificuldade de locomoção; a percepção de um sentido de lugar em sintonia com o entorno a partir da conformação e articulação dos espaços externos; as funções psicológicas de orientação e identificação (BARROS, 2008). O segundo dever proporcionar, a partir do atendimento de necessidades básicas de conforto ambiental e de adequação às atividades domésticas, um sentido de habitar que preencha as necessidades de refúgio, isolamento, convivência, ordem e variedade (BARROS, 2008).

Barros sistematizou os padrões no formato de parâmetros de projeto (padrão – contexto – solução) em tabelas que contribuíssem na avaliação de projetos de habitação de interesse social e no processo de projeto. A sistematização dos padrões desta tese procurou seguir o mesmo formato para os princípios e padrões, bem como para o nível da comunidade, o nível da paisagem e para o desenho urbano sensível à água.

4.3.1 Princípios de sustentabilidade e padrões espaciais

Conforme colocado na introdução, Moehlecke (2010, p. 90) fez a compatibilização entre os princípios da sustentabilidade e padrões urbanos, por meio de conexões teóricas e análise comparativa de afinidade entre eles, que resultou em um conjunto de 108 padrões urbanos. Estes padrões estão distribuídos dentro dos nove princípios de sustentabilidade identificados por Moehlecke, citados anteriormente, e atuam nos assentamentos humanos por meio de três escalas urbanas: do lugar, do bairro e do assentamento.

---

106 A temática da permacultura será tratada com mais detalhes no próximo capítulo.

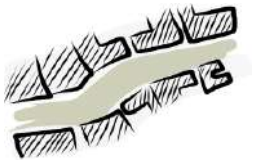
107 Integrada ao grupo de pesquisa da UNICAMP.

108 O tema urbanidade será detalhado mais adiante.

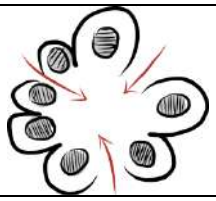
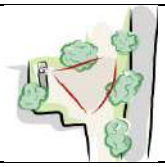
Ela concluiu que o conjunto de padrões que estabelecem um vínculo com as questão da sustentabilidade se colocam como estratégias de intervenções e como subsídios passíveis de aplicação em diferentes níveis do ambiente físico, propiciando que os assentamentos humanos se desenvolvam de maneira mais sustentável. Os critérios utilizados para estabelecer esse vínculo são: as dimensões da sustentabilidade, as escalas urbanas e os princípios de sustentabilidade.

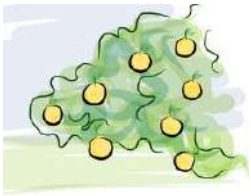
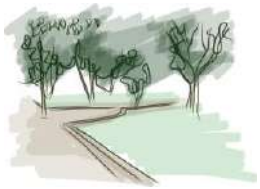
A **Tabela 4.7** demonstra a dimensão da sustentabilidade social nos padrões de Alexander et al. (1977, p. xxii) selecionados por Moehlecke (2010, p.155-159) e sistematizados[109] nessa pesquisa no formato, padrão – contexto – recomendação - ilustração.

Tabela 4.7 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão social e os padrões espaciais

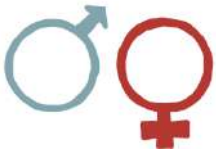
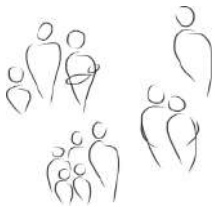
DIMENSÃO SOCIAL Promover inclusão social, principalmente provendo habitação a classes menos favorecidas e igualdade de acesso a recursos e oportunidades; ampliar a participação comunitária, prevendo locais de interação social, valorizando a vida comunitária e o sentido de vizinhança; reduzir os níveis de exclusão social, respeitando a diversidade, em todas as suas formas de expressão; ampliar o senso de pertencimento, preservando e resgatando a identidade local; ampliar a vivacidade ou "animação" urbana, pelo uso diversificado do solo.			
PADRÕES	**PROBLEMA/CONTEXTO**	**RECOMENDAÇÃO**	**ILUSTRAÇÃO**
PRINCÍPIO DA INTERAÇÃO SOCIAL Propiciar maior interação social e a vida pública.			
Questão/Contribuição: Retomada do valor da rua para interação social			
31. PASSEIO PÚBLICO**	Cada comunidade necessita de um centro para sua vida pública: um lugar onde possa ver e ser vista. São locais onde as pessoas se misturam e conseguem interagir com vizinhos e reafirmarem-se em sua comunidade.	Estimule a formação de passeios públicos, no coração de cada comunidade; que estes passeios sejam estimulantes, com pontos de atração e ofereçam destinos, tornando-se mais convidativos ao uso.	
106. ESPAÇO EXTERIOR POSITIVO**	Quando os espaços exteriores não são planejados, resultam em 'sobras' não utilizadas e, portanto negativas. Os bons espaços exteriores precisam ser delimitados, mesmo que ao ar livre.	Crie espaços exteriores aos edifícios e entre eles, com certo grau de fechamento, propícios ao convívio e à permanência.	
121. A FORMA DO CAMINHO*	As ruas devem servir à permanência e não apenas à circulação. Nas cidades tradicionais, as ruas eram espaços públicos importantes para convivência, enquanto que, nas cidades modernas, as ruas têm sua função reduzida à passagem.	Desenvolva ruas que favoreçam a permanência, a convivência, oferecendo espaços/recantos para interação social, em vez de ruas que 'expulsam' as pessoas.	
122. FACHADAS DE EDIFÍCIOS*	As ruas têm perdido qualidade, como função social, em grande parte devido a recuos. Os recuos de edificações, em busca de maior habitabilidade, têm prejudicado a função social da rua.	Construa fachadas junto à rua, não usando recuos, que nada acrescentam de valioso e destroem o espaço social da rua.	
123. DENSIDADE DE PEDESTRES*	As modernas praças/ruas, embora com o objetivo de serem vivas, são locais desertos e mortos. A vitalidade dos espaços depende de uma série de fatores, como: atividades, entorno, configuração, mas também da razão entre número de pessoas e área.	Crie espaços públicos com tamanho adequado para que sejam vivos.	

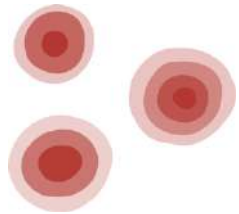
109 Esta pesquisa foi aprofundada no âmbito do PIBIC, sistematizada e ilustrada pelas estudantes Erika Passos Otto e Fernanda Galvão.

Questão/Contribuição: Ampliação da interação comunitária			
63. LOCAIS PARA EVENTOS PÚBLICOS*	Por que hoje não existem bailes nas ruas? Nas sociedades tradicionais esta prática era ordinária, mas hoje, nas sociedades modernas, esta experiência tem desaparecido.	Crie pequenos recantos, junto a passeios, centros noturnos, ou praças, que propiciem bailes locais.	
88. CAFETERIA**	As cafeterias de rua são importantes como locais onde se pode relaxar, estar em público e contemplar as pessoas que passam. Explica que as cidades mais humanas são cheias de cafeterias. Reconhece a necessidade de as pessoas se mesclarem em público, seja em parques, praças, outros.	Construa cafés locais, com espaços diferenciados e que permitam apreciar o movimento da rua.	
90. PONTOS DE ENCONTRO PÚBLICOS	É necessário se ter um lugar onde se possa cantar, beber, gritar e esquecer as mágoas. Defende que grandes comunidades precisam, ao menos, de um lugar, onde amigos e estranhos comemorem, divirtam-se.	Crie algum lugar na comunidade, grande o suficiente para suportar grandes eventos, que permita interagir com outros, inclusive estranhos.	
108. EDIFÍCIOS CONECTADOS*	Os edifícios isolados são sintomas de uma sociedade doente e desconectada. Os edifícios desconectados também são personalidades isoladas e desconectadas. O contato/apoio entre edificações aproxima vizinhos.	Conecte novos edifícios a preexistências, evitando espaços inúteis, que pouco contribuem para a vida social.	
124. PEQUENOS RECINTOS DE ATIVIDADES**	A vida pública se desenvolve naturalmente em torno de bordas, pois as pessoas gravitam naturalmente nas bordas e não no centro. As bordas são locais naturais de se permanecer.	Rodeie locais públicos com 'bolsões' de atividades, ou seja, pequenos recintos, parcialmente cobertos e delimitados, com atividades.	
Questão/Contribuição: Desenvolvimento de locais que estimulem a permanência e o convívio público			
69. LOCAIS PÚBLICOS PARA CONVIVÊNCIA**	Não existem muitos lugares na cidade onde se possa permanecer. Existe carência de espaços ao ar livre, onde se possa interagir com outros.	Crie áreas ao ar livre, parcialmente fechadas/delimitadas, em cada grupo de casas ou comunidades de trabalho; próximas de caminhos importantes e com vistas.	
105. ORIENTAÇÃO AO NORTE**	As pessoas somente usam espaços externos às edificações se estes são ensolarados. Explica que milhares de espaços abertos são desperdiçados na cidade, pois voltam às costas para o norte, mas locais sem sol são evitados para permanência.	Posicione as edificações ao sul (*) do terreno, voltando os espaços abertos, de uso externo, para o norte.	
114. HIERARQUIA DE ESPAÇOS ABERTOS*	Em espaços abertos, sempre se procura um local onde se possa permanecer, com as costas protegidas, para observar o entorno.	Crie espaços públicos abertos, que conformem lugares que ofereçam respaldo para permanência e contemplação.	
125. LOCAIS DE PERMANEÊNCIA PÚBLICA EM DIFERENTES NÍVEIS*	Em lugares públicos, é interessante a presença de pontos mais altos, onde se possa sentar. Explica que lugares ligeiramente altos permitem uma visão panorâmica, mas que devem ser aces-	Incorpore a espaços públicos locais para permanência, com mudança de nível, diretamente acessível ao pedestre.	

	síveis ao transeunte.		
160. BORDAS DA EDIFICAÇÃO**	Na maioria das vezes, uma edificação é considerada como se fosse algo orientado para dentro – voltado para ambientes internos.	Trate a interface da edificação com o exterior como lugares que convidem à permanência, com profundidade, cobertura, assentos, apoios para as pessoas se encostarem ou espaços para elas caminharem	
163. ESPAÇO EXTERIOR PARCIALMENTE DELIMITADO**	É necessário um lugar ao ar livre, onde as pessoas possam interagir. Esse espaço exterior precisa ser como uma sala convencional no interior de uma edificação, mas com os benefícios de se estar ao ar livre, recebendo ventos, cheiros, o sol, folhas.	Construa um lugar ao ar livre, parcialmente fechado e parcialmente aberto, de pequeno tamanho.	
170. ÁRVORES FRUTÍFERAS*	Tanto em espaços públicos, como privados, as árvores frutíferas oferecem qualidade e identidade à cidade. Explica que árvores frutíferas em terrenos comuns enriquecem laços de vizinhança e de comunidade, proporcionando benefícios mútuos e responsabilidades, pois requerem poda e colheita anual, envolvendo, de forma natural, as pessoas.	Plantem pequenos pomares de árvores frutíferas, em jardins e terrenos comuns, ao longo de caminhos e ruas, parques e vizinhanças, sempre onde haja grupos bem estabelecidos e capazes de cuidá-los e de coletar as frutas.	
171. LOCAIS DE ÁRVORES**	Quando as árvores são plantadas e podadas sem considerar sua capacidade de criar lugares, acabam não atendendo às necessidades das pessoas. Somente quando uma árvore, ou um conjunto delas, conforma lugares é possível perceber sua presença e extrair o seu real significado.	Planeje o paisagismo de acordo com a natureza da vegetação, a fim de conformar lugares utilizáveis para as pessoas, em espaços externos, praças, recantos, avenidas etc. em sintonia com as edificações vizinhas.	
241. LOCAIS PÚBLICOS PARA SENTAR**	Quando os locais para sentar desconsideram as vistas e o clima, estão destinados a serem inúteis. Deve-se levar em consideração fatores que propiciam o uso destes elementos públicos.	Marque, em projetos, locais onde se possa sentar que sejam adequados ao clima e tenham vistas atrativas, como paisagens ou a movimentação de pessoas.	
37. GRUPOS DE CASAS**	O aglomerado de casas, em torno de terrenos comuns, faz com que as pessoas se sintam mais a vontade em seu meio. Compartilhar e controlar o terreno comum entre vizinhos ajuda a manter o local, atende a diferentes necessidades e amplia as relações interpessoais.	Organize as casas entorno de um terreno comum, podendo ser este um caminho (P.38 – alta densidade), ou uma praça (baixa densidade) com o cuidado para que não se tornem demasiado fechados.	
67. ÁREAS PÚBLICAS COMUNS**	Nenhum sistema social pode sobreviver sem terrenos comuns, devido, principalmente, a duas funções sociais específicas: lugar de reunião e lugar público, onde as pessoas se sintam cômodas, aumentam seu entrosamento com seu local e permitem maior consciência de sua conexão a um sistema social de maior alcance.	Reserve pequenas áreas, próximas às moradia, ou a grupos de trabalho, onde se possa desfrutar dessas vantagens, não permitindo que os carros dominem esses espaços.	

79. CASA PRÓPRIA**	A propriedade da casa proporciona sensação de pertencimento e cuidado com seu lugar. Entende a especulação imobiliária como sendo nociva para as comunidades, pois a atribuição da ideia de mercadoria às habitações desqualifica sua função original. Ainda, inquilinos não estão preocupados com reparos e manutenções.	Cada família deve possuir sua casa própria, com um solo onde se possa cultivar, como forma de estimular o cuidado com seu espaço, com aquilo que é seu.	
119. ARCADAS**	Arcadas, passagens cobertas nas bordas dos edifícios, desempenham um papel importante na forma como as pessoas interagem com as edificações. As edificações criam poucas conexões exterior-interior.	Desenvolva domínios intermediários, entre público e privado, e estimulem a transição entre essas fronteiras.	
Questão/Contribuição: Contato exterior – interior			
140. TERRAÇO PRIVATIVO JUNTO À RUA**	As edificações, nas quais o volume exterior não recebe a devida atenção, fazem com que o espaço exterior se torne inútil e cego, isolado socialmente. O canto, quando é vivo: intensifica a conexão exterior-interior, estimula a formação de grupos que atravessam a fronteira, alimenta a movimentação e facilita a atividade de ambos lados.	O canto do edifício seja tratado como um lugar, com volume próprio, estimulando a permanência e a convivência no seu entorno.	
164. ABERTURAS PARA A RUA*	Uma rua sem janelas é um lugar cego e assustador. Da mesma forma, é incômodo estar em casa, sem poder observar a rua. A janela voltada para a rua oferece conexão entre a vida interior dos edifícios e a vida pública.	Abra janelas para a rua, procurando posicioná-las em locais onde os usuários da edificação permaneçam por mais tempo ou passem com mais frequência.	
166. ANEL DE GALERIAS*	Se a edificação não possui um espaço intermediário exterior-interior, não há um entrelaçamento entre o mundo público e o privado.	Construa espaços intermediários, ao redor da edificação, ligando quem está dentro com o mundo exterior.	
222. PEITORIL BAIXO	Uma das principais funções das janelas é colocar o morador em contato com o exterior. Defende que as janelas são lugares naturais onde se deseja sentar, devido à sua luz e vista exterior.	Planeje janelas que possuam peitoril baixo, permitindo avistar o exterior sem grandes esforços.	
243. MUROS BAIXOS**	A existência de muros altos, nas divisas do terreno, prejudica a relação entre espaços exteriores e interiores. Muros impedem o contato de quem está fora com quem está dentro deste e vice-versa. Entretanto é importante delimitar espaços.	Construa muros baixos para delimitar espaços, permitindo maior relação exterior-interior e, ao mesmo tempo, oferecendo lugares para sentar.	
PRINCÍPIO DA DIVERSIDADE URBANA **Valorizar a diversidade, em todas suas formas de expressão: social, cultural, temporal,dimensional, paisagística, construtivas, artística, históricas, entre outras.**			
Questão/Contribuição: Reforço de identidade de grupos			

8. MOSAICO DE SUBCULTURAS**	A padronização das cidades modernas destrói a variedade de cultura e estilos de vida. Explica que cidades com subculturas se mostram mais adequadas, pois são compostas por pequenos grupos identificáveis, onde se desenvolvem estilos de vida ou culturas destes grupos.	Crie possibilidades para a existência de pequenos grupos homogêneos, permitindo desenvolver diferentes culturas e estilos de vida.	
13. FRONTEIRAS ENTRE SUBCULTURAS*	As diversas culturas que devem estar próximas entre si, mas de maneira que não se prejudiquem. Se estiverem lado-a-lado, a cultura mais 'forte' pode acabar anulando outra, mais frágil.	As fronteiras das subculturas garantem uma separação entre elas e, ao mesmo tempo, oferecem espaços de convivência aos grupos.	
15. FRONTEIRAS DE VIZINHANÇA*	É importante a existência de fronteiras entre vizinhanças adjacentes, como forma de reforçar os limites e a identidade da vizinhança. Defende-se que, onde as fronteiras são fracas, a vizinhança não conseguirá conservar seu caráter próprio e identificável.	Crie espaços de fronteiras para separar vizinhanças adjacentes, mas com a condição que se reserve espaço para a interação dessas e; que se reduza o tráfego no seu interior.	
Questão/contribuição: Diversidade Temporal			
33. VIDA NOTURNA*	A maioria dos estabelecimentos fecha à noite, e aqueles que permanecem abertos não contribuem muito para vida noturna. Explica que, embora as pessoas gostem de sair à noite, a dispersão das atividades não contribui para criar a sensação de vida noturna.	Articule diferentes atividades, formando a vida noturna em pequenos centros, distribuída uniformemente pelas comunidades.	
Questão/Contribuição: Diversidade de gêneros			
27. MIX DE GENEROS NOS LUGARES	Na década de 70, o mundo se dividia em espaços para mulheres e espaços para homens. Contudo, defende que não há nenhum aspecto da vida que seja exclusivamente masculino ou feminino, e um universo que valorize essa separação terá uma realidade distorcida.	É importante existir, em todo lugar, um mix de gêneros, equilibrando instintos masculinos e femininos.	
Questão/Contribuição: Diversidade de grupos			
35. DIVERSIDADE FAMILIAR*	Ao longo da vida, as pessoas necessitam de apoio, convívio, troca de experiências entre diferentes faixas etárias. Os empreendimentos atuais tendem a segregar a diversidade de etapas da vida, oferecendo moradias, ou apenas para pessoas sozinhas, ou apenas para casais etc.	Crie oportunidade de misturar famílias nos bairros, de forma que coexistam e se relacionem famílias de pessoas sozinhas, de casais apenas, de casais com crianças, e outros.	
Questão/Contribuição: Diversidade de idades			
26. CICLO VITAL*	Ao longo da vida é necessário estar em contato com outras etapas do ciclo. As etapas da vida, desde a infância até a velhice, carregam consigo dificuldades e experiências próprias. As particularidades de cada etapa acrescentam vida às comunidades.	Todos os ciclos da vida estejam presentes, de forma equilibrada, na comunidade e que esta contenha cenários distintos, que marcam as passagens de etapas.	

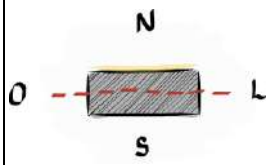
40. PEQUENOS CENTROS DE IDOSOS DISTRIBUIDOS**	Os idosos precisam de contato com outros idosos, mas também com jovens. Quando a comunidade de idosos é muito grande ou muito afastada, elas acabam por perder contado com outras idades e com a comunidade.	Em cada comunidade/vizinhança crie pequenos centros para idosos, permitindo o seu contato com outros ciclos e se beneficiando das atividades da comunidade.	
57. LOCAIS PARA CRIANÇAS NA CIDADE	As cidades modernas são perigosas para as crianças, e por isso elas se afastam. É necessário que as crianças tenham contato com o mundo adulto, conhecendo seus modos de vida.	Construa caminhos protegidos dos carros, onde as crianças possam passear livremente.	
Questão/Contribuição: Diversidade de paisagens			
24. LUGARES SAGRADOS*	Não se pode manter raízes espirituais e conexões com lugares que não preservem essas raízes. Explica que a destruição de lugares que são partes da consciência coletiva tem criado profundas feridas nas comunidades. Reconhece que na urbanização atual pouca atenção tem sido dada a esses aspectos emocionais.	Independente do tamanho ou de sua localização, os lugares sagrados devem ser valorizados, protegidos, preservando, assim, as raízes dos povos. Esses locais podem ser belezas naturais, assim como marcos históricos.	
36. GRAUS DE PRIVACIDADE**	As pessoas são diferentes e o modo como desejam posicionar sua casa no bairro precisa ser respeitado. Explica que algumas pessoas preferem viver em locais mais retirados, outras em locais mais movimentados e outras preferem situações intermediárias.	Em cada bairro, distribua uniformemente as três classes de habitação, oferecendo habitações que atendam a essas diversidades, expectativas e necessidades.	
PRINCÍPIO DO USO MISTO DO SOLO **Propiciar a diversidade de atividades (lazer, serviços, comércio, indústria, educação, moradia), e sua distribuição equilibrada.**			
Questão/Contribuição: Distribuição equilibrada das atividades			
9. LOCAIS DE TRABALHO DISPERSOS **	A separação entre trabalho e moradias cria barreiras na vida social das pessoas. Coloca duas possíveis "razões" para o zoneamento: locais de trabalho precisam estar próximos, por motivos comerciais e; locais de trabalho destroem a tranquilidade e a segurança dos bairros residenciais; mas essa visão está equivocada.	Restabeleça as conexões entre trabalho e moradia.	
10. PEQUENOS NÚCLEOS DISPERSOS	O crescimento desordenado das cidades encarece locais próximos a grandes centros, inviabilizando o acesso igualitário pela população. Isso ocorre em regiões urbanas que possuem apenas um núcleo de alta densidade. Há encarecimento dos lotes do entorno e se amplia a distância de acesso às populações periféricas.	Ofereça igual oportunidade a todos, dissolvendo o grande centro em núcleos menores, por toda região.	

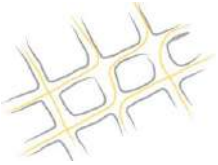
41. COMUNIDADE DE TRABALHO **	Locais onde se trabalha não são apreendidos como lugares onde se vive, embora se passe tanto tempo nestes lugares quanto na própria casa. Isto ocorre pelo fato de o lugar onde se trabalha não estabelecer relações com a comunidade.	Crie pequenos grupos de trabalho, relativamente próximos e diversificados, que compartilhem pequenas praças públicas, serviços, lojas, com outros grupos de trabalhos e também com a comunidade ao seu entorno.	
42. CINTURÃO INDUSTRIAL *	As rígidas leis de zoneamento marginalizam áreas industriais, como se fossem infecciosas, proibidas ou perigosas. Contudo, explica que as indústrias fazem parte da realidade de toda a comunidade e deveriam estar melhor relacionadas com esta.	Situe indústrias consideradas mais prejudiciais nas bordas dos bairros, cuidando para que sua implantação se relacione com o seu entorno.	
48. HABITAÇÕES INTERCALADAS**	A rígida separação entre áreas residenciais e não residenciais, de forma geral, prejudica a segunda, pois esta não possui a vitalidade natural das áreas residenciais. Nos locais onde se reside, existe a preocupação em se manter, cuidar, recuperar o espaço urbano. Defende que a falta de cuidado está muito relacionada à ausência de moradores. Além disso, as moradias fomentam outras atividades urbanas.	Intercale moradias a outras funções urbanas.	
Questão/contribuição: Pequenos lotes de atividades			
47. CENTRO DE SAÚDE*	Grande parte das pessoas, nos bairros/comunidades, tem problemas de saúde de origem biológica. Explica que os hospitais são caros e incômodos, pois são muito centralizados, não acessíveis no cotidiano e, ainda, enfatizam a doença e não a saúde.	Crie pequenos centros de saúde nos bairros, acessíveis no cotidiano, que auxiliem na propagação de atividades que contribuam para o aumento da saúde da comunidade.	
61. PEQUENAS PRAÇAS PÚBLICAS**	As cidades necessitam de praças públicas, mas quando estas são demasiadamente grandes não funcionam adequadamente. Os lugares abertos, destinados a praças públicas, devem ser pequenos, permitindo boa comunicação física, visual, a uma razoável distância.	Faça pequenas praças públicas distribuídas ao longo do território.	
97. ESTACIONAMENTO FECHADO*	Grandes estacionamentos são estruturas mortas e inanimadas. Quando necessários grandes estacionamentos, o entorno o tolerará sempre que não comprometa o solo circundante.	Construa estacionamentos melhor inseridos no contexto, que oferecem a escala mais humana e deem vida ao lugar.	

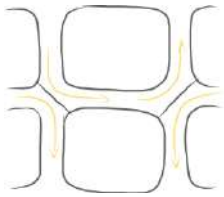
Ilustrações: Erika Passos Otto e Fernanda Galvão.

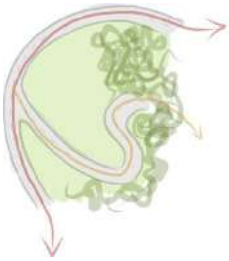
Tabela 4.8 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão econômica e os padrões espaciais

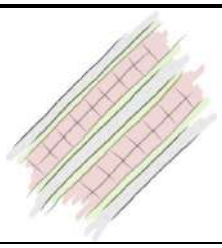
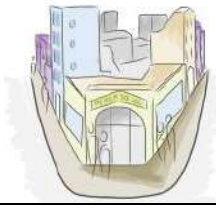
DIMENSÃO ECONÔMICA Otimizar o uso da energia; preferir energias alternativas, não prejudiciais à saúde humana e ao meio; desenvolver formas de preservar energia e as formas passivas de climatização; incentivar o uso de transportes menos nocivos à saúde humana e ao meio, assim como aqueles que utilizem energias alternativas, ou de forma mais eficiente; valorizar outras formas de mobilidade urbana; desenvolver a economia local, na construção, empregando materiais e mão-de-obra locais, ou, em outros ramos, promovendo a prosperidade para todos.			
PADRÃO	**PROBLEMA/CONTEXTO**	**RECOMENDAÇÃO**	**ILUSTRAÇÃO**

PRINCÍPIO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA Identificar estratégias para o desenvolvimento de espaços físicos em assentamentos humanos, que estimulem novas construções integradas e adequadas ao seu entorno, reduzindo a demanda por energia fóssil, seja na fase de implantação, ou de construção, seja na fase de ocupação; que prefiram técnicas construtivas e estratégias de projeto que otimizem uso de energia e minimizem a demanda por climatização artificial dos espaços; que incentivem a construção empregando materiais menos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, sempre buscando o beneficio coletivo.			
Questão/Contribuição: Aquecimento passivo			
107. ALAS DE LUZ**	Os edifícios modernos têm dado pouca atenção à luz natural. Apresenta as razões para usar iluminação natural: maior predisposição ao trabalho; os ritmos do corpo dependem da mudança da luz; permite melhor relação com o entorno.	Conceba edificações com volumetria que favoreça o predomínio da iluminação natural no ambiente.	
128. LUZ SOLAR NO INTERIOR*	Se os principais espaços de uma edificação estiverem orientadas ao norte*, então serão iluminados, ensolarados e alegres. Sob o ponto de vista térmico, uma construção que se estende no eixo leste-oeste, conserva adequadamente o calor no inverno e resiste ao aquecimento no verão. Isso proporciona edificações mais agradáveis e de manutenção mais barata.	Disponha as peças mais utilizadas das edificações voltadas para o norte*, estendendo o maior eixo na direção leste-oeste, para aproveitamento ótimo da energia solar.	
175. ESTUFA*	Existem muitos esforços para se converter a energia solar. Contudo, explica que o modo mais simples de aproveitar esta energia é óbvio e antigo: converter o calor dentro de uma estufa. Associado a outros espaços da casa, a estufa voltada para sol de inverno permite cultivar plantas, além de aquecer o ambiente interno.	As casas, em climas temperados, prevejam estufas conectadas a elas, com acesso interno e externo.	
221. PORTAS E JANELAS ADEQUADAS À NECESSIDADE**	A adequada posição e dimensão de portas e janelas é um assunto atualmente pouco explorado. Os métodos atuais têm padronizado as soluções, devido a um sistema rígido de construção e a busca por estética formalista.	Recuse-se a usar portas e janelas padronizadas, prefira as que suas dimensões sejam compatíveis com os espaços às quais se destinam.	
230. CALOR POR RADIAÇÃO*	A energia do sol e do fogo são as melhores classes de calor. Diante das 3 formas de calor (radiação, convecção e condução), entende que o calor por radiação é mais agradável às pessoas e biologicamente mais sensato.	Em cada edificação, desenvolva um processo para aquecer, e que seja um processo essencialmente por radiação.	
234. REVESTIMENTO PAREDE EXTERIOR	A principal função dos revestimentos exteriores reside na vedação. A vedação somente será possível se os elementos estiverem unidos de maneira a cooperarem entre si, tornando-se impermeáveis.	Os elementos de revestimento exterior sejam de materiais sobrepostos, com boa proteção contra intempéries e de fácil manutenção.	
Questão/contribuição: Materiais de menor conteúdo energético			

207. BONS MATERIAIS**	Na sociedade industrial existe um conflito básico em relação à natureza dos materiais de construção. As edificações têm aderido ao uso de elementos produzidos em série, impessoais e pouco adaptáveis na obra. Os bons materiais devem ser ecologicamente corretos.	Empregue somente materiais biodegradáveis, de baixo consumo energético, baseados no uso de recursos renováveis, fáceis de cortar e modificar no canteiro de obra.	
248. TELHAS E TIJOLOS MACIOS	Produtos industrializados não possibilitam o contato/conexão com o entorno pelo qual estão envolvidos. As telhas e os tijolos macios, fabricados no canteiro de obras, custam menos, são biodegradáveis e registram a passagem do tempo.	Utilizem telhas e tijolos macios e cozidos em fogo lento; que seja permitido fabricá-los no local da obra, utilizando materiais do próprio terreno.	
Questão/contribuição: Estratégias de controle de radiação solar e iluminação			
244. TOLDOS*	Os toldos harmonizam os espaços. A preferência por toldos permite controlar, de forma mais flexível, a incidência de luz, sol, vento, brisas.	Instale coberturas e paredes com lonas, sempre que os espaços necessitarem de um controle flexível de sol, vento, luz, e que seja de fácil operação.	
PRINCÍPIO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL **Identificar estratégias para o desenvolvimento de ambientes físicos em assentamentos humanos, que ofereçam alternativas para se desenvolver ambientes adequados e atrativos a formas de deslocamento alternativos, dando preferência àqueles veículos que otimizem o consumo de energia, assim como àqueles que empreguem energias limpas, renováveis, estimulando, assim, deslocamentos mais acessíveis, menos poluentes e mais democráticos.**			
11. ÁREAS DE TRANSPORTE LOCAL**	Carros oferecem muitas facilidades. No entanto, destroem o espaço urbano e comprometem a vida social. Os carros não são bons para viagens curtas dentro da cidade, tornando-se os responsáveis pelos maiores danos: contaminação atmosférica, ruído, perigo, insalubridade, congestionamento, estacionamentos, feiúra; ainda reduzem possibilidades de prática de exercícios.	Encoraje o uso de veículos não-motorizados para deslocamentos locais, privilegiando caminhos para pedestres, bicicletas, triciclos...	
52. MALHA DE PEDESTRES E CARROS**	Embora os carros sejam perigosos para os pedestres, é na combinação de ambos que se desenvolvem as atividades. A vida urbana se intensifica apenas onde estes dois sistemas se encontram.	Desenvolva percursos de pedestres perpendiculares às estradas e não ao longo destas, formando uma segunda rede, distinta do sistema viário.	
56. CICLOVIAS E ESTACIONAMENTO DE BICICLETAS*	As bicicletas são baratas, saudáveis e boas para o meio ambiente. No entanto, reconhece que o entorno não está adaptado para elas. Ciclistas se veem ameaçados, quando em estradas de alta velocidade ou em cruzamentos perigosos. Carros estacionados também dificultam a visão do ciclista. Ainda, ciclistas representam perigo para pedestres, quando transitam no mesmo nível.	Construa um sistema de ciclovias com caminhos bem delimitados, preferencialmente ao longo de vias locais ou de passeios, buscando a segurança para carros-bicicletas-pedestres.	

100. RUA DE PEDESTRES**	A relação social que se estabelece entre as pessoas que circulam em espaços públicos é uma das principais forças de união social. Mas os carros têm-se apropriado destes espaços.	Organize os edifícios, conformando ruas de pedestres, com alternativas que ampliem a diversidade de movimentos e os protejam dos carros.	
120. CAMINHOS E METAS*	Os traçados dos caminhos serão adequados e confortáveis quando forem compatíveis com o processo de caminhar. Os caminhos possuem traçados ótimos, quando oferecem suficientes metas intermediárias.	Trace caminhos curtos entre metas e pontos de interesse naturais.	
174. CAMINHO COM PÉRGULAS*	Caminhos com pérgulas possuem beleza própria. Esta estratégia consegue, simultaneamente, conformar caminhos e oferecer locais agradáveis, positivos.	Construam caminhos com pérgulas quando existe necessidade de maior proteção ou intimidade, embelezados com plantas trepadeiras.	
Questão/contribuição: Formas seguras para deslocamento de pedestres			
49. VIAS LOCAIS EM LAÇO**	Ninguém deseja um tráfego rápido diante de sua casa. Embora o tráfego veicular apresente pontos negativos (rápido, ruidoso e perigoso), ele é importante e não pode ser excluído das áreas onde as pessoas vivem.	Trace vias em forma de laço, ou circuitos fechados e curtos, evitando que os veículos os utilizem apenas como um atalho, fazendo com que o tráfego local seja menos intenso e rápido.	
50. CONEXÕES EM T*	Acidentes são bem mais frequentes em cruzamentos, do que em conexões em "T". Em vias de dupla direção, que se cruzam, existem muito mais pontos passíveis de colisão (5 vezes mais) do que conexões em T.	Evitem cruzamentos bidirecionais, no mesmo plano, dando preferência a encontros em "T" e a ângulos retos.	
54. PONTOS DE CRUZAMENTO ENTRE CALÇADAS	Os veículos têm o poder de assustar e subjugar os pedestres. As delimitações visuais (faixa de pedestres, semáforos) pouco auxiliam para oferecer segurança aos pedestres. As pessoas somente se sentirão seguras, ao atravessar a rua se houver obstáculos físicos.	Desenvolva dispositivos físicos, que reduzam a velocidade do carro e deixem clara a preferência de passagem do pedestre.	
55. CALÇADAS ELEVADAS*	Os veículos oprimem os pedestres. Explica que os pedestres se sentirão mais seguros se as calçadas forem suficientemente largas, permitindo o seu afastamento da rua, e se as calçadas forem suficientemente altas, impedindo que o carro não suba acidentalmente.	Em calçadas junto a vias de movimento rápido coloque calçadas acima do nível da via; que se separe a calçada da via, com algum elemento físico.	
22. 9% DE ESTACIONAMENTO**	Com mais de 9% destinado a estacionamentos, não é possível construir um entorno apto para uso pelas pessoas. Quando há sobrecarga de estacionamentos, inconscientemente as pessoas entendem que aquele lugar não lhes pertence, que é um espaço para os carros e não para os pedestres e que elas não devem	Não permita estacionamentos superiores a 9%, em qualquer zona da cidade, permitindo o desenvolvimento de entornos mais humanos, mais sociais e ecologicamente adequados.	

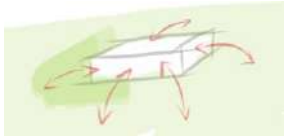
	estar ali.		
103. ESTACIONAMENTOS PEQUENOS*	Estacionamentos grandes destroem as áreas de terra para uso pelas pessoas. Mesmo em estacionamentos com 9% de área ocupada, eles podem-se distribuir de duas formas: ou concentrada em um grande estacionamento (que prejudica a paisagem, cria lugares desérticos, excessivamente pavimentados) ou então distribuída em pequenos estacionamentos, opção mais humana e amigável ao pedestre.	Faça pequenos estacionamentos, bem distribuídos, contornados por vegetação.	
Questão/contribuição: Ampliação da atratividade de deslocamentos públicos			
16. REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO*	Sistemas de transporte público só podem funcionar se todas as peças estiverem bem ligadas. Diferentes redes de transporte público devem ser conectadas entre si, pois reconhece que nenhum sistema linear de transporte conectará diretamente aos diversos nós de interesse existentes na cidade.	Crie incentivos para os diversos gêneros de transporte público (metrô, barcos, bicicletas, ônibus, taxis, etc.), ordenados e conectados entre si.	
20. MICRO-ÔNIBUS*	O transporte público deve ser capaz de oferecer acesso a qualquer ponto da cidade. Contudo, reconhece que estações de trem são demasiadamente distantes de centros de interesse e taxis são demasiadamente caros.	Desenvolva alternativas "meio-termo" que possuam percurso mais flexível e menos custoso.	
34. INTERCÂMBIOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTES PÚBLICOS	Sistema de transporte público só se sustentará se pontos de intercâmbios, forem cômodos e fáceis de serem utilizados; que contenham elementos atrativos e estejam integrados à rede de atividades e pedestres.	Desenvolva sistemas de intercâmbios atraentes, úteis, próximos a locais de atividades comerciais e residenciais que demandem esse transporte; que sejam bem distribuídos pela comunidade e busquem a conexão com rede de pedestres.	
92. PARADA DE ÔNIBUS*	Os pontos de transporte coletivo devem ser identificáveis, agradáveis e rodeados por uma diversidade de atividades, oferecendo segurança e conforto.	Construam paradas de transporte coletivo, de modo que formem pequenos centros de vida pública, integrados ao restante do tecido.	
17. ESTRADAS DE ALTA VELOCIDADE	Na sociedade moderna é inevitável a existência de vias rápidas, mas é essencial construí-las de modo que não destruam as comunidades, nem as paisagens.	As vias rápidas devem ser localizadas tangentes à área de transporte local; que a comunidade tenha acesso ao campo, sem precisar cruzar pela estrada de alta velocidade; que a estrada seja protegida, para não comprometer a vizinhança com o seu ruído.	

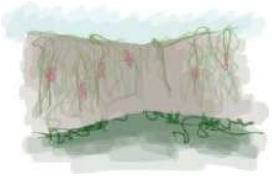
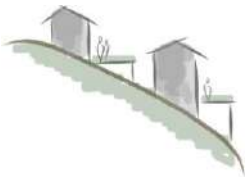
23. ESTRADAS PARALELAS	Ruas em forma de reticulas são antiquadas, pois, em ruas locais, a velocidade deve ser baixa, ao contrário de estradas. Embora o objetivo seja reduzir a necessidade por carros, existe a necessidade por vias que canalizem fluxos de alta velocidade.	Evite cruzamentos entre vias principais, preferindo vias paralelas e unidirecionais, alternadas, levando o tráfego às vias de alta velocidade.	
PRINCÍPIO DA ECONOMIA LOCAL **Identificar estratégias para o desenvolvimento de ambientes físicos em assentamentos humanos, que estimulem o consumo de produtos locais, que privilegiem o desenvolvimento do comércio local, que valorizem a mão de obra local, que diversifiquem atividades comerciais locais.**			
Questão/contribuição: Valorização do produtor local			
19. REDE COMERCIAL*	Partes da cidade não possuem lojas suficientes para atender às necessidades da comunidade e garantir sua estabilidade. Muitas vezes, a instabilidade do comércio é devido a erros de localização.	Procure localizar novas lojas em locais onde elas realmente sejam necessárias, complementando os serviços já oferecidos.	
32. RUA COMERCIAL*	Os centros comerciais dependem da proximidade das artérias do tráfego. Não é uma boa estratégia a separação rígida entre estes sistemas de deslocamentos.	Estimule o crescimento de centros comerciais locais, em forma de ruas de pedestres curtas e perpendiculares às vias maiores, com estacionamentos próximos.	
87. LOJAS DE PROPRIEDADE INDIVIDUAL**	Lojas muito grandes, ou com proprietários ausentes, não são interessantes para o bairro. Explica que as grandes cadeias de lojas tendem a ser impessoais, prejudicam o comércio menor e não melhoram as condições das comunidades.	Crie oportunidade para a instalação de pequenas lojas de propriedade particular, com proprietários presentes, recuperando o caráter pessoal nas relações.	
89. MERCADO DE ESQUINA *	A presença de comércio local é importante para qualquer bairro que se pretenda 'sadio'. Explica que, além de ser cômodo para os moradores, contribui para integrar o bairro em seu conjunto.	Preveja um armazém, ou pequeno mercado, de proximidade razoável, permitindo que os moradores de seu entorno se desloquem a pé.	
93. QUIOSQUES DE ALIMENTAÇÃO*	Muitos hábitos são reforçados por pequenos serviços locais. Pequenos estabelecimentos contribuem para animar a vida urbana. Contudo, hoje, grandes lojas oferecem serviços miseráveis, sem raiz nenhuma com a comunidade local.	Preveja pequenos comércios 'móveis' e que estes locais se relacionem com a comunidade e contribuam para vida social das ruas.	
177. HORTA*	Em uma cidade saudável, cada família pode cultivar as verduras necessárias para seu sustento. Os legumes e verduras são os alimentos mais básicos. São os únicos capazes de sustentar, sozinhos, a vida humana; em um mundo ecologicamente equilibrado, o homem tem que alcançar uma relação equilibrada com sua alimentação diária.	Reserve um pedaço de terra, em cada jardim particular ou em terrenos comunitários, para serem destinados à horta.	
Questão/contribuição: Alternativas para reforçar o comércio local			

6. CIDADES RURAIS*	A cidade grande é um imã atrativo de pessoas. Explica que há migração massiva em direção às cidades, em busca, não só de trabalho, mas também em busca de possibilidades de informação, lazer, cultura etc.	Incentive formas de manter as pessoas em seus lugares, com atividades industriais / comerciais locais, de modo que estas cidades não sejam dormitórios, para as pessoas que trabalham em outros lugares, mas cidades reais.	
46. MERCADO DIVERSIFICADO**	É importante ter um mercado, próximo, que ofereça ampla variedade de serviços, onde se pode suprir todo tipo de necessidades, como em feiras. Embora grandes supermercados também supram uma ampla gama de necessidades, eles são administrados por uma única gerência, fato que não privilegia o contato interpessoal, a troca de experiências.	Ofereça um mercado composto por uma ampla diversidade de pequenas lojas, sob um mesmo teto.	
165. ABRIR PARA A RUA*	A contemplação da ação é um incentivo para esta. Estabelecimentos que se abrem para a rua, e mesmo, englobam parte do passeio, são capazes de atrair mais facilmente pessoas que por ali circulam.	Faça aberturas para a rua, convidativas àqueles que passam, principalmente em atividades que exigem esta exposição; e outros artifícios para atrair consumidores.	

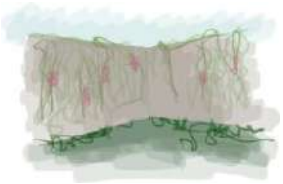
Ilustrações: Erika Passos Otto e Fernanda Galvão.

Tabela 4.9 - Os princípios de sustentabilidade da dimensão ambiental e os padrões espaciais

DIMENSÃO AMBIENTAL Maximizar a eficiência no uso de recursos naturais; limitar o emprego de recursos não renováveis, assim como aqueles nocivos à saúde humana e ao meio; equilibrar o desenvolvimento urbano e o meio ambiente; preservar a biodiversidade; propiciar o ciclo hidrológico das águas; ampliar a qualidade de vida humana; promover a política dos 3R's; proteger áreas frágeis e mitigar impactos ambientais.			
PADRÕES	**PROBLEMA/CONTEXTO**	**RECOMENDAÇÃO**	**ILUSTRAÇÃO**
PRINCÍPIO DA BIODIVERSIDADE Identificar estratégias para o desenvolvimento de ambientes físicos, em assentamentos humanos, que orientem para que as intervenções humanas mantenham e ampliem a diversidade de espécies vivas na natureza, preferindo por intervenções que adaptem a construção ao contexto pré-existente, minimizando impactos ambientais, referentes a intervenções humanas, principalmente na implantação de novas edificações.			
Questão/Contribuição: Respeito e preservação de áreas naturais			
104. MELHORANDO O TERRENO	As edificações devem ser construídas em locais onde o terreno não é tão bom, buscando minimizar os danos da intervenção e melhorar a paisagem natural. Explica que é necessário melhorar o que não está bom e preservar aqueles lugares mais saudáveis, férteis.	Dê preferência para intervenções nos locais do sítio, onde as condições não são tão boas, para tornar todo o conjunto mais equilibrado.	
Questão/Contribuição: Integração da edificação aos contextos			
168. CONEXÃO COM A TERRA	Uma casa parecerá isolada da natureza à sua volta, caso o pavimento de acesso não esteja integrado com a terra que está ao seu redor. O interior e o exterior são separados abruptamente onde não existe continuidade.	Conecte o edifício com a terra ao seu redor, tornando a fronteira ambígua.	

246. PLANTAS TREPADEIRAS	A edificação se converte em parte de seu entorno, quando as plantas crescem em sua superfície, com tanta liberdade como no solo. As razões para usar trepadeiras: transição suave entre o objeto construído e a paisagem natural, em torno das aberturas; cria-se um tipo de luz filtrada, quebrando a rigidez das sombras; aguça os sentidos; contribui para o conforto das ruas.	Permita o crescimento de trepadeiras em fachadas ensolaradas, também em volta de aberturas.	
Questão/Contribuição: Adequação às características locais			
169. TERRAÇOS EM ENCOSTAS	Em terraços muito inclinados, a água da chuva pode prejudicar o solo. Explica que em terrenos inclinados, com solo desprotegido, propicia-se o processo erosivo e se dificulta a irrigação equilibrada.	Construa em terrenos inclinados, estabelecendo sistema de terraços, com pequenas muretas seguindo as curvas de nível.	
Questão/Contribuição: Redução das interferências humanas no desenvolvimento de espécies			
74. LOCAIS PARA ANIMAIS	Animais são tão importantes para a natureza, como árvores, ervas, flores. É possível reintroduzir animais na ecologia natural das cidades, em um sentido útil, seja para transporte, alimentação, esporte, adubo.	Reserve parcelas de terras para criar animais e que se habilite um terreno comum, onde o animal possa pastar livremente e não seja necessária a limpeza.	
172. JARDINS ESPONTÂNEOS	Jardins que crescem segundo as leis estabelecidas pelo homem são artificiais. Explica que em jardins naturais as plantas se selecionam, são mais saudáveis e apresentam um crescimento mais estável. Dispensam cuidados obsessivos.	Permita que diferentes espécies vegetais cresçam de maneira mais espontânea: misturado-se, sem barreiras entre espécies, sem intenções formalistas e cuidados obsessivos.	
245. FLOREIRAS	Existe beleza nas flores ao longo dos caminhos, dos edifícios e dos espaços abertos, mas são lugares que exigem proteção do tráfego. É preciso ter o cuidado de localizá-las em lugares protegidos e, ao mesmo tempo, onde se possa desfrutar.	Plante flores nas bordas das edificações, de forma a suavizá-las, que se permita desfrutar de seu cheiro, sem que isso a comprometa.	
PRINCÍPIO DA HABITABILIDADE **Identificar estratégias para o desenvolvimento de ambientes físicos em assentamentos humanos que propiciem espaços públicos mais saudáveis e confortáveis aos seus usuários, mitigando impactos devidos a interferências humanas; identificar estratégias que amenizem impactos ambientais de resíduos sólidos, líquidos e gasosos e tratem os resíduos de forma integrada.**			
Questão/Contribuição: Proteção às águas			
25. ACESSO À ÁGUA	As pessoas normalmente se sentem atraídas por corpos d'água. Contudo, reconhece que a aproximação a estes locais pode destruí-los. Explica que estradas e indústrias destroem a orla d'água, tornando-a suja e perigosa.	Trate com respeito áreas de águas naturais; que se reservem espaços públicos junto a estas áreas, permitindo que as estradas as cruzem perpendicularmente.	

64. LAGOS E ARROIOS	A água tem um papel importante na vida das pessoas e deve estar presente em seu cotidiano. A água é escassa em zonas densamente povoadas, muitas vezes sendo encoberta.	Preserve piscinas naturais e arroios, fazendo com que atravessem a cidade, permitindo que as pessoas passeiem ao longo delas e criando pontes para cruzá-los.	
Questão/Contribuição: Drenagem natural das águas pluviais			
51. RUAS VERDES	O asfalto é usado em demasia. O concreto e o asfalto são prejudiciais ao entorno local. Destroem o micro-clima, não aproveitam a energia solar que incide neles, são desagradáveis para se pisar, comprometem a drenagem natural do terreno. O concreto e o asfalto somente são adequados a estradas de alta velocidade.	Faça vias de acesso local com presença predominante de verde, com bom afastamento entre lajotas, favorecendo a drenagem e permitindo o acesso de veículos.	
247. PAVIMENTO PERMEÁVEL	Embora o asfalto seja fácil de limpar, ele não estimula que se caminhe sobre ele, nem permite que a água das chuvas penetrem no solo, de modo a beneficiar as plantas, nem auxiliam na drenagem natural. Benefícios dos pavimentos permeáveis: mais convidativos a passeios, contemplação; irriga o solo, auxiliando no crescimento vegetal; contribui imensamente na drenagem pluvial, evitando acúmulos de água e problemas decorrentes disso.	Assente lajotas/pedras sobre o solo, com afastamento entre elas, sendo desnecessário o uso de base de cimento.	
Questão/Contribuição: Controle do micro-clima			
60. VEGETAÇÃO ACESSÍVEL	As pessoas precisam de lugares abertos e verdes, acessíveis no cotidiano. Explica que somente aqueles que vivem a poucos minutos a pé de um parque é que os utilizam de forma plena. Geralmente, os parques são muito grandes e estão a longas distâncias.	Reserve pequenas áreas verdes, distribuídas pelas comunidades, acessíveis a poucos minutos a pé.	
118. JARDIM DE TELHADO	Uma grande parte da superfície de uma cidade consiste em telhados. Soma-se a isto, o fato de a área total de uma cidade, que pode ser expostas ao sol, ser finita; então, parece natural, e até indispensável, fazer com que telhados tirem proveito do sol.	Execute telhados verdes utilizáveis, reservando espaços para plantar, sentar, dormir, observar.	
162. FACHADA NORTE	Nas cidades muitos espaços são voltados para o lado sul*, os quais, normalmente, são lugares mortos, úmidos, tristes e inúteis. Se uma edificação tem a face sul muito alta e abrupta, forma-se enorme a sua sombra por um longo período do ano.	Construa volumes decrescentes a partir da face norte, de forma a evitar grandes áreas sombreadas; ainda, que se construam muros, voltados para o norte, de forma que o sol incida sobre estes e reflita luz sobre face sul.	
Questão/Contribuição: Redução de ruído urbano			

173. PAREDE/MURO VERDE	Nem os jardins privados, nem os pequenos parques públicos oferecem um alívio suficiente ao ruído, caso não estejam bem protegidos. As pessoas necessitam de contato com a natureza, de onde extraem a energia que lhes é necessária. Contudo, o ruído urbano dificulta esse revigoramento.	Levante algum tipo de fechamento, que proteja o interior de jardins das interferências exteriores.	
PRINCÍPIO DA COMPACIDADE **Identificar estratégias para o desenvolvimento de assentamentos humanos, que busquem se desenvolver preferencialmente em terras já urbanizadas, propiciando aglomerados concentrados e contínuos; que protejam áreas frágeis ou de risco da ocupação humana; identificar estratégias que densifiquem o solo, em equilíbrio com as dimensões ambientais, sociais e econômicas.**			
Questão/Contribuição: Alívio de pressão ambiental			
3. INTERPENETRAÇÃO CAMPO-CIDADE	A urbanização desordenada e contínua destrói a vida e torna as cidades insuportáveis. As pessoas se sentem bem, quando em contato com o campo. Contudo, uma boa cidade permite uma grande densidade de interações entre pessoas e trabalho e entre diferentes modos de vida. Esta interação deve ser contínua, sem interrupções.	Mantenha entrelaçadas as faixas de solo urbano e rural, entrelaçando campo e cidade.	
Questão/Contribuição: Controle de ocupação			
4. VALES AGRÍCOLAS	A melhor terra para a agricultura costuma ser também a melhor para a moradia. No entanto, explica que sua quantidade é limitada e, uma vez destruída, demora séculos para ser recuperada.	Preserve os vales agrícolas, como terra de cultivo, e se proteja estes terrenos de qualquer urbanização, que destrua ou ponha em risco a fertilidade do solo.	
21. LIMITE DE QUATRO ANDARES	Mesmo em áreas centrais, bastante densas, devem existir restrições quanto à altura das edificações. Não representam vantagens reais, exceto em ganhos especulativos. Não são mais baratas, não ajudam a criar espaço abertos, destroem a paisagem, a vida social, dificultam a vida das crianças, são caras para manter, diminuem a iluminação, ventilação e vistas de espaços abertos.	Construa edificações densas, em torno do limite de quatro andares, mesmo em zonas muito densas.	
Questão/Contribuição: Equilíbrio de ocupação			
28. NÚCLEO EXCÊNTRICO	O caráter aleatório das densidades locais confunde a identidade das comunidades e cria o caos no uso do solo. Áreas de alta densidade, capazes de sustentar intensa atividade, não podem fazê-lo se estiverem demasiadamente dispersas. E áreas capazes de oferecer silêncio e tranquilidade, não o são quando estão demasiadamente concentradas.	Estimule o crescimento e acumulação de densidades, para construir uma configuração de picos e vales, definindo centros de alta densidade, limítrofes à comunidade, prolongando a alta densidade na fronteira da comunidade, em forma de ferradura.	

29. ANÉIS DE DENSIDADE	As pessoas ora buscam diversão e serviços, ora tranquilidade. O equilíbrio entre estes desejos varia entre as pessoas, mas é esta dinâmica que determina o gradiente de densidade em um bairro. Contudo, o custo da terra varia conforme a proximidade aos centros de atividades, proporcionando desequilíbrio de densidades.	A partir de um núcleo claramente definido, que se definam as densidades dos anéis, semicirculares, decrescendo em direção às bordas.	
38. CASAS ALINHADAS	Casas contínuas são importantes, quando há alta densidade. As casas alinhadas tradicionais (estreitas e compridas) são mal iluminadas, carecem de privacidade, têm pouca margem de variações entre casas.	As casas devem ser alinhadas ao longo de caminhos de pedestres, com fachadas largas e pouco profundas, compartilhando pátios internos à quadra, perpendiculares às vias principais, onde se abastecem infraestruturas.	
39. CASAS AMONTODAS	Os edifícios de alta densidade, muito elevados, são impessoais. Edificações tipo colina (escalonadas) oferecem: jardim ou pátio ao ar livre, mantendo o morador em contato com o solo e com seus vizinhos; atendem à necessidade de personalização.	Construa edifícios de alta densidade, escalonados, preocupados com a orientação e o contato do morador com o exterior.	
96. NÚMERO DE ANDARES	Dentro do limite de quatro andares, deve-se identificar o quanto se pode construir. Explica que, para manter a escala humana, é necessário construir o mais baixo possível. Contudo, para se ocupar ao máximo o solo e construir um tecido contínuo, é necessário fazer mais de uma planta.	Estabeleça as seguintes regras: limite de 4 andares; que a área coberta da superfície não ultrapasse 50%; que a altura do edifício não o diferencie demais do seu contexto.	

Ilustrações: Erika Passos Otto e Fernanda Galvão.

Moehlecke (2010, p. 162) chegou à conclusão que há uma relação de complementaridade entre os padrões e princípios. Porém, esta relação não é estanque podendo o padrão identificado em uma questão/contribuição estar presente em outra, como era de se esperar em relação à visão sistêmica. A intenção de Moehlecke foi recuperar as contribuições identificadas na sua pesquisa e relacioná-las aos padrões, abrangendo assim, a totalidade de padrões pertencentes ao princípio em questão.

O total de padrões identificados na obra, relacionados aos princípios, representa 42% do total de 253, o restante se refere a padrões fora das escalas abrangidas na investigação porque não era o foco de sua pesquisa. Isso não restringe a sua aplicação quanto à sustentabilidade na escala do edifício e no âmbito da construção. Foi possível identificar, dentro da dimensão social, o maior número de padrões correlacionados ao princípio, representando 45%; em seguida, a dimensão econômica, representando 33%; por fim, a dimensão ambiental foi a de menor representatividade direta, com 22%.

Entretanto, a análise dos padrões permitiu identificar, em alguns deles, a potencialidade de contribuição para o desenvolvimento de outros princípios, dentro da mesma dimensão ao que havia sido vinculado e, até mesmo, em outras dimensões. Como o caso do padrão 16, por exemplo, Rede de Transporte Público. Embora tenha sido relacionado ao Princípio da Mobilidade Sustentável, pode ainda contribuir para o Princípio da Economia Lo-

cal, podendo propiciar o desenvolvimento de pequenos centros de atividade. Assim, o padrão 16 pode contribui para um princípio da mesma dimensão (econômica).

Os padrões, em sua maioria, tendem a contribuir para questões associadas a: como ampliar e reforçar laços sociais; como valorizar aspectos da vida em espaços públicos; e como resgatar valores de interação social em todas as dimensões da sustentabilidade e escalas urbanas avaliadas. Nos resultados obtidos, a dimensão econômica foi a que somou um maior número de padrões com contribuições indiretas, tendo o princípio da economia local recebido contribuições significativas da dimensão social, caracterizando a relação de complementaridade e o vínculo socioeconômico.

Na visão de Moehlecke (2010), sua pesquisa apresentou uma abordagem inicial na identificação de padrões urbanos alinhados à sustentabilidade, mas ela recomenda a ampliação desse conhecimento. A intenção nesta tese é dar continuidade aos estudos sobre padrões espaciais, buscando outras referencias bibliográficas que sejam complementares aos padrões estudados, uma vez que esta pesquisa manteve o foco na obra de Alexander et al. (1977).

Apesar de terem sido demonstradas, anteriormente, as preocupações de Alexander et al. (1977) quanto à dimensão humana da cidade, na seleção dos padrões por Barros (2008), a partir dos conceitos humanizadores, e por Moehlecke, nos princípios de sustentabilidade na dimensão social, Tenorio (2012, 68), reconhece a contribuição nessa direção, mas faz uma crítica ao livro. Ela alega que a obra é descrita em um tom normativo, com muitos problemas apresentados como consenso universal e seus padrões oferecidos como "panaceia". Ainda ressalta que não são adequados a realidades culturais, econômicas, geográficas ou históricas distintas.

Na visão de Tenorio (2012, p. 66), "toda a obra que pretende abarcar tudo, o embasamento costuma ser pouco aprofundado, e em alguns casos, discutível", com é o caso da proposta desta tese. É curioso que na visão sistêmica transdisciplinar ocorre o contrário, as pesquisas disciplinares especializadas reducionistas que ignoram outros "níveis de Realidade", esquecendo-se que a realidade é complexa e que as coisas não são separadas, nesse caso, tais resultados, também se tornam discutíveis.

Acredita-se nesta tese que os dois estudos devem ser valorizados, o holístico e o especializado. Lembrando Morin, esta é "a noção transdisciplinar, que permite ao mesmo tempo conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências". Assim, pretende-se buscar alguns estudos especializados para que sejam complementares ou antagônicos aos padrões de Alexander et al. (1977), começando pelo nível da comunidade, posteriormente pelo nível da paisagem e, por fim, no nível dos fluxos de água, do desenho urbano sensível à água.

4.4 Os padrões espaciais do subsistema da comunidade

Os padrões espaciais do subsistema da comunidade se inserem no princípio "As cidades são habitats", do urbanismo ecológico de Spirn (2011), e devem prover aos seus habitantes as necessidades sociais e biológicas, nas quais a sobrevivência das espécies relaciona-se ao equilíbrio e controle provenientes do desenho de seu habitat. Assim, o desenho urbano atende a "qualidade do habitat", promovendo e intensificando a evolução dos processos naturais, sustentadores da vida e satisfatórios às necessidades dos seres vivos.

Na definição dessa qualidade do "habitat" nos edifícios e cidades, é importante compreender que o lugar adquire seu caráter por padrões de acontecimentos ocorridos nele. O

espaço se relaciona com os acontecimentos, embora eles não se limitem ao espaço, os acontecimentos se constituem a partir do espaço. Tais padrões de acontecimento sempre se relacionam com determinados padrões geométricos de espaço, permitindo análise do que Alexander (1979) denomina padrões espaciais.

Nesta pesquisa, os padrões espaciais do "subsistema da comunidade", inserido no ecossistema urbano, abrangem populações e indivíduos. O nível da comunidade deve conter padrões de organização que propiciem um movimento emergente. Assim, a formação das comunidades urbanas deve ser fruto dos padrões de comportamento das pessoas no espaço.

A cidade, entendida como sistema complexo, tem interface com a segunda tendência da ecologia urbana, contém regras de combinação que propiciam uma auto-organização, com propriedades que emergem formando um todo organizado. Lembrando Odum e Barret (2007, p. 7), as novas propriedades emergem porque os componentes "interagem", não porque a natureza básica dos componentes é modificada. As partes não "se fundem" do modo que se encontram, mas interagem para produzir novas propriedades únicas.

Johnson (2003, p. 70) entende que as interações locais aleatórias conduzem à ordem global, criando uma inteligência não-especializada de comunidades de indivíduos. É um padrão de organização resultante de um movimento de regras de nível mais baixo para a sofisticação do nível mais alto, um comportamento emergente de "baixo para cima" (*bottom-up*).

Jane Jacobs com sua abordagem ecológica e humanista entende a cidade como habitat humano, como um problema de complexidade organizada, semelhante aos organismos vivos e que há lições de desenho urbano a partir do estudo desses sistemas. Ela valorizava a escala local das ruas das estruturas urbanas, considerando as dinâmicas da vida social. O tema central de sua tese é o grau de vitalidade urbana existente nas cidades.

Jacobs (1961) relaciona as atividades e os seus espaços. As atividades regem a vida urbana, e os espaços que as acolhem devem estabelecer com elas relações de compromisso e aliança gerando, assim, urbanidade. Ela propôs um modelo ideal de cidade mais compacta, com densidades mais altas, que possibilitasse o encontro das pessoas nas ruas "vibrantes", com diversidade de pessoas e de funções.

Conforme visto, os padrões de Alexander et al. (1977), selecionados por Moehlecke (2010), demonstram que os autores identificaram esses padrões emergentes da "qualidade do habitat" nos princípios da dimensão social, como a interação social; da diversidade urbana; e do uso misto do solo. No entanto, eles também se encontram nas outras dimensões da sustentabilidade, como os princípios da habitabilidade, da compacidade, da mobilidade sustentável e da economia local.

Tenorio (2012) trouxe importante contribuição acadêmica ao investigar vários autores que tratam dos espaços públicos e como adequá-los e criá-los para favorecer a vida pública. Para tanto, ela estabeleceu um relação entre arquitetura e vida pública, considerando a arquitetura uma variável independente que pode ser avaliada sob várias lentes e, sendo a arquitetura sociológica aquela cujos atributos ou padrões espaciais podem apresentar maior ou menor capacidade de oferecer urbanidade.

Ela toma como ponto de partida a Teoria da Sintaxe Espacial, utilizada como uma ferramenta para que se entendam as relações entre o espaço e a sociedade que o ocupa, a sociedade entendida aqui como um sistema de probabilidade de encontros. Em seguida classifica as atividades no espaço público e apresenta dos achados sobre a vida pública de autores que se preocupam em compreender o funcionamento das pessoas nos lugares. A vida públi-

ca, no campo do desenho urbano, diz respeito à vida entre edifícios, que compreende um conjunto de ações programadas ou não, protagonizadas pelos indivíduos nos espaços públicos.

Tenorio (2012, p. 14) procura por uma definição de urbanidade e adota o conceito de Holanda (2002, p. 130), que a relaciona à intensa participação na vida secular, livre manifestação de diferenças e de sua negociação. Assim, ela conclui que indivíduos que compartilham o mesmo espaço físico podem interagir ou não, e assim a questão principal não recai na interação, mas no "compartilhamento do mesmo espaço físico" por pessoas semelhantes e diferentes.

No entanto, para os estudiosos do espaço urbano, a intenção de fazer um lugar vivo não é o suficiente, é importante observar atentamente o comportamento das pessoas no espaço público para compreender a relação entre sua configuração e sua utilização. Entre os autores selecionados por Tenorio (2012) se destacam Jane Jacobs, Jan Gehl, Cristopher Alexander, Allan Jacobs e Donald Appleyard e Willian Whyte e Project for Public Spaces. E ainda cita cidades como referência as cidades de Copenhague, Melbourne e Nova York.

De acordo com Tenorio (2012, p. 71), Jacobs e Gehl trabalham os conceitos de segregação e integração nos espaços públicos, porém num nível que envolve mais localização de atividades e grupos sociais, não os relacionam com a estrutura espacial urbana. Por isso seria importante avançar com a teoria da Sintaxe Espacial, que estabelece que a capacidade de os lugares da cidade serem mais ou menos propícios à vida pública depende não apenas de suas características no âmbito local, mas especialmente de sua localização no nível global da cidade.

A análise sintática analisa os significados inerentes da configuração física, permanentes, universais, de decodificação "natural" (Holanda, 2003), havendo ainda a necessidade de analisar os significados convencionais, históricos, dependentes de decodificação própria da cultura, como a análise semântica. Neste caso, é necessário considerar outras expectativas sociais quanto ao desempenho da forma urbana no campo disciplinar da arquitetura e urbanismo. Em Alexander et al. (1977), é possível notar a junção das duas análises devido à influência do estruturalismo e da fenomenologia.

Nessa tese, buscou-se complementaridade aos padrões de Alexander et al. (1977) nos códigos e parâmetros das dimensões morfológica dos lugares do grupo DIMPU, considerando, principalmente, a dimensão sociológica ou copresencial, e nos padrões espaciais identificados em Jane Jacobs, Jan Gehl e na Teoria da Sintaxe Espacial.

4.4.1 As expectativas sociais advindas do campo disciplinar da arquitetura e urbanismo e as subdisciplinas das dimensões morfológicas dos lugares

Observou-se ao longo da prática acadêmica que, de acordo com Salingaros (2000), uma coleção aleatória de *patterns* não conforma um sistema, portanto regras para a conexão entre *patterns* são necessárias para que se atinja coerência no projeto. Assim, para a correta aplicação de "Uma linguagem de padrões", é importante ter em mente qual é o objetivo a ser alcançado.

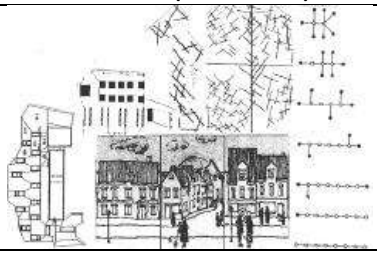
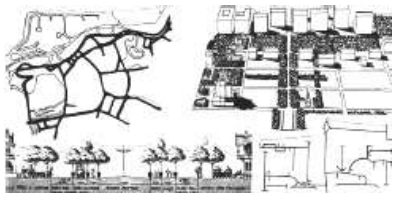
A sistematização dos padrões relacionados aos princípios realizada por Moehlecke (2010) forma um conjunto de necessidades e expectativas sociais quanto ao desempenho da forma urbana. Em relação às expectativas sociais quanto o desenho de arquitetura e urbanismo, Holanda e Kohlsdorf (1996) propõem entender arquitetura como qualquer espaço socialmente utilizado e, portanto, situação relacional e dimensional.

A qualidade de um mesmo espaço arquitetônico pode variar conforme cada expectativa/dimensão considerada; seu juízo global é uma ponderação entre avaliações parciais, pois as expectativas/dimensões recebem priorizações diferentes para cada indivíduo ou grupo social considerado.

A classificação de expectativas sociais gera taxonomia dos lugares, que são as dimensões com várias descrições de um mesmo lugar, segundo diferentes atributos (categorias e elementos analíticos). Assim, o campo disciplinar da arquitetura passa pela interface com outros campos do conhecimento, pela interdisciplinaridade com os campos da sociologia, economia, ecologia, psicologia, engenharias, entre outros. E ao mesmo tempo, gera subdisciplinas regionais, como as dimensões sociológica ou copresencial, funcional, bioclimática, econômica, topoceptiva e expressivo-simbólica.

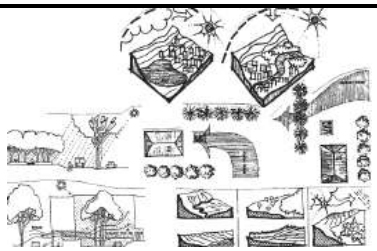
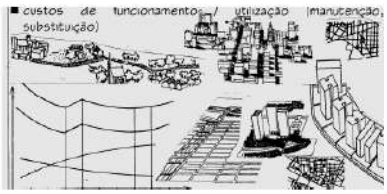
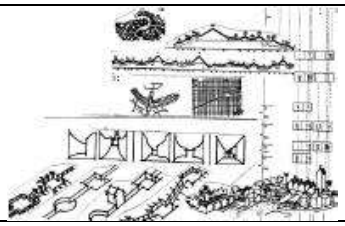
Assim, o entendimento dessas características ou códigos intrínsecos nos padrões espaciais permite uma avaliação dos respectivos desempenhos, que são intitulados "atributos da forma" do espaço construído, agrupados em "dimensões morfológicas"[110] do grupo DIMPU, sistematizadas no quadro abaixo. Esse método não é sistêmico, uma vez que as partes são separadas para serem estudadas, mas ele é relacional (**Tabela 4.10**).

Tabela 4.10 - Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU

DIMENSÃO COPRESENCIAL – SOCIOLÓGICA - Resposta do espaço a expectativas por facilidade de encontros não programados nas áreas livres públicas. Níveis Analíticos: padrões espaciais; vida espacial; vida social.		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS (KOHLSDORF)[111]**
a) nível dos padrões espaciais	a) barreiras, convexidade e axialidade.	
b) nível da vida espacial	b) vida nos espaços fechados e vida nos espaços abertos	
c) nível da vida social	c) classificação de categorias sociais e grau de isolamento das categorias sociais.	
DIMENSÃO FUNCIONAL - Resposta do espaço a expectativas de realização de certas atividades: quantidade de espaço disponível; configuração dos espaços disponíveis; relações locacionais entre as unidades funcionais.		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS (KOHLSDORF)**
a) características das atividades: natureza operativa das atividades	a) subtipos de atividades (classificação), tamanho dos espaços funcionais, abrangência das atividades, temporalidade das atividades, autonomia das atividades, demanda de infraestrutura por atividades, demandas especiais das atividades.	
b) quantidade dos espaços funcionais	b) taxa de ocupação dos lotes; índice de aproveitamento.	
c) qualidade dos espaços funcionais	c) proporção, figura, volume, permeabilidade e altura.	
d) relações entre espaços funcionais	d) proximidade, acessibilidade e complementaridade.	
DIMENSÃO BIOCLIMÁTICA - Resposta do espaço a expectativas de conforto higrotérmico, acústico, luminoso e de qualidade do ar.		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS**
a) conforto higrotérmico	a) configuração do relevo do solo, densidade de ocupação, orientação solar e eólica, permeabilidade do solo, áreas aquíferas; vegetação arbustiva e arbórea, rugosidade, porosidade, materiais constituintes; usos do solo.	.
b) conforto acústico	b) configuração do relevo do solo, densidade de ocupação, orientação solar, permeabilidade do solo, áreas aquíferas; vegetação arbustiva e arbórea, rugosidade,	

[110] Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização – DIMPU - (Holanda, F.; Kohlsdorf, G.; Kohlsdorf, M.E. e Villas Boas, M., Brasília: FAU-UnB / FINEP / CNPq, 1985 - 1994)

[111] Desenhos elaborados por Maria Elaine Kohlsdorf e Gunter Kohlsdorf

	superfícies com materiais e cores absorventes e/ou reflitantes.	
c) conforto luminoso	c) distância entre fontes geradoras e receptoras de ruídos, configuração do relevo do solo, densidade de ocupação, orientação eólica, rugosidade, porosidade, obstáculos, existência de superfícies paralelas e horizontais, superfícies reverberantes, uso do solo.	
d) qualidade do ar	d) configuração do relevo do solo, densidade de ocupação, orientação eólica, permeabilidade do solo, áreas aquíferas; vegetação arbustiva e arbórea, rugosidade, porosidade, materiais constituintes; usos do solo.	
DIMENSÃO ECONÔMICA - Resposta do espaço a expectativas por certos custos de sua construção e manutenção. Níveis Analíticos: Custos de formação (origem: planificação e construção); Custos de funcionamento / utilização (manutenção, substituição).		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS**
a) custos da infraestrutura	a1) sistemas sanitários, sistemas elétricos, sistemas de comunicação. a2) características morfológicas do lugar: densidades (demográfica e construtiva) e configuração (viária, parcelamento, e do sistema de infraestrutura externa).	
b) custo da superestrutura	b) relação entre quantidade de área livre pública e de áreas privada; custos dos edifícios, do sistema viário, e das demais áreas livres públicas.	
DIMENSÃO TOPOCEPTIVA - Resposta do espaço a expectativas de orientar-se e identificar os lugares. Níveis Analíticos: percepção; imagem mental; representação geométrica secundária.		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS**
a) orientabilidade (onde estou?)	a) efeitos topológicos: situação do corpo no espaço, a partir de suas vizinhanças e distanciamentos dos limites do mesmo.	
b) identificabilidade (que lugar é este?)	b) efeitos perspectivos: composição da cena contida nos campos visuais do observador ou usuário.	
DIMENSÃO EXPRESSIVA E SIMBÓLICA - Resposta do espaço a expectativas de representações simbólicas. Correlaciona a forma física dos lugares às expectativas por satisfação emocional: qualidades semânticas; fenômenos de configuração, e leis de composição plástica.		
SUBDIMENSÕES	**ATRIBUTOS DIMENSIONAIS**	**ESQUEMAS**
a) agradabilidade visual	a1) principio da pregnância: derivações e convergências das leis da composição espacial. a2) Leis da Gestalt, qualidades semânticas e leis de composição plástica.	
b) simbolismo	b1) principio da pregnância: derivações e convergências das leis da composição espacial. b2) Leis da Gestalt, qualidades semânticas, fenômenos de configuração, diferenças notáveis, qualidades tectônicas, elementos convencionais, tipos de significados e níveis de significados.	.

Desenhos elaborados por Maria Elaine Kohlsdorf e Gunter Kohlsdorf.

O conjunto que agrupa as seis subdimensões as considera equânimes, ou seja, não existem, em princípio, diferenças de valor entre elas; considerar uma ou outra mais importante é questão dependente de pessoas, grupos e contextos culturais. A metodologia é dividida em três momentos importantes: análise, avaliação e programação.

Além do vínculo entre pessoas e espaços da cidade, registram-se relações mais abrangentes em seu cotidiano, porém envolvendo necessariamente as articulações que se estabelecem entre os indivíduos e os lugares onde estão. Isto porque, em todos os tempos e situações onde haja processo social, sempre existem relações entre pessoas, de pessoas com o meio ambiente e de pessoas com o mundo simbólico.

Assim, desenvolveram-se áreas de conhecimento para tratar de cada uma dessas "macrodimensões": as primeiras são objeto do campo da ética, as segundas, da ecologia e,

as terceiras, do campo da estética. Nesse âmbito se encaixam a sustentabilidade ambiental e social.

Nos itens referentes ao subsistema da comunidade será dada a ênfase na dimensão sociológica ou copresencial, para a identificação dos padrões espaciais. Isso não quer dizer que as outras dimensões sejam menos importantes, ou que também não estejam presentes. É interessante notar que nos itens referentes ao suprassistema da paisagem, o foco principal é a abordagem relacionada às dimensões bioclimática e econômica, no que tange à relação entre os processos naturais e a macrodimensão ecológica.

A dimensão sociológica ou copresencial tem como base a Teoria da Lógica Social do Espaço. Trata da configuração arquitetônica que engloba os cheios, vazios e as relações que se estabelecem entre indivíduos e grupos com o espaço. A configuração provoca maneiras desejáveis de as pessoas se localizarem nos lugares e se moverem por eles, denominado de "movimento natural" e, consequentemente, condições de encontros não programados (HOLANDA, 2010, p. 27). No entanto, como será visto adiante, tem relação direta com o tipo, a quantidade e a localização relativa das atividades, que é denominada de dimensão funcional.

4.4.2 A vitalidade urbana em Jane Jacobs

Jane Jacobs escreveu o livro "Morte e vida de grandes cidades" em 1961, e ele, supostamente, deve ser o livro de urbanismo mais vendido no planeta. A partir do estudo detalhado de alguns bairros de cidades americanas, analisando o planejamento urbano, a pobreza de diversidade, conjuntos habitacionais de baixa renda (núcleos de vandalismo), empreendimentos para classe média monótonos, centro cívicos desérticos, entre outros, chega à conclusão que esses fatores contribuem para a morte das cidades.

Apesar de ter sido escrito naquela época, o livro ainda se mostra muito atual, quando critica os fundamentos do planejamento urbano e das cidades planejadas. No entanto, conforme apontado anteriormente, Jacobs coloca todos os pensadores sobre cidades do século XX num mesmo rótulo, sem distinções e não deixa claras as intenções de cada um.

Ao mesmo tempo, ignora a importância da paisagem, dos ecossistemas e seus processos naturais como sistema de apoio, ao considerar os parques como "vazios urbanos desvitalizados, destruídos, decadentes, sem uso, desprezados e perigosos", podendo ter efeito negativo nas cidades. Não considera os parques como "pulmões das cidades".

Jacobs compara as cidades aos sistemas complexos, ao se basear na ciência da autoorganização, portanto, está diretamente relacionada à segunda tendência da ecologia urbana: a cidade como sistema. Ela defende a ordem complexa das velhas cidades e argumenta que a sua essência está no uso das calçadas, com uma sucessão de "olhos". A abordagem parte do nível da rua, "esse balé em mutação constante", no sentido de cima para baixo (*bottom-up*). Melhores calçadas significam melhores cidades, melhores condições de habitabilidade.

Ao longo do livro, demonstra como os moradores criam relações com a vizinhança, influenciando diretamente na vitalidade urbana, que depende da diversidade. Por fim, estabelece quatro itens que, combinados geram a diversidade e a vivacidade nas cidades: diversidade de usos, edifícios antigos, tamanho de quadras, necessidade de concentração populacional. As cidades têm como característica uma diversidade de usos complexa e densa. O planejamento deve catalisar e nutrir estas relações funcionais, ou relações de usos.

Jacobs é contra a divisão de cidades em bairros autossuficientes em termos funcionais. Ela considera haver três tipos de bairros realmente produtivos dentro de uma cidade, sendo a própria cidade o primeiro deles. A cidade é vista como uma unidade, o primeiro denominador comum de todos os seus habitantes.

O bairro da cidade como um todo engloba o local onde as pessoas que têm interesse específico em teatro ou música ou em outras formas de arte se encontram e se reúnem. Assim, sua base material deve ser valorizada e trabalhada de forma a refletir essa unidade, que não seria alcançada se a cidade fosse a mera justaposição de unidades autônomas, como pequenas cidades agrupadas como era a proposta das Cidades-Jardins.

Os outros dois tipos de bairro de bairro que Jacobs destaca são: a vizinhança de rua e distritos extensos, do tamanho de uma subcidade, compostos por 100 mil habitantes ou mais, no caso de cidades maiores. Cada um com funções diferentes, mas um complementando o outro de modo complexo.

Curiosamente, apesar de Alexander et al. (1977) proporem a subdivisão das cidades em comunidades de 7.000 pessoas no Padrão 10: "A mágica da cidade grande", eles propõem grandes centros de compras para atender a cada 300 mil pessoas, afastados entre si de 3 a 15 km. Os centros tendem a estar onde as pessoas se encontram, no entanto, com o crescimento da metrópole, os núcleos centrais se tornam cada vez mais distantes, o solo se torna mais caro e afasta a classe social de renda mais baixa para a periferia.

Segundo Jacobs (1961), as cidades são geradoras naturais de diversidade e, além disso, são organismos produtores de novos empreendimentos e ideias de toda espécie. Elas são o centro econômico natural de imensa diversidade de empresas. Quanto maior a cidade, maior a variedade de seus produtos e de pequenos fabricantes.

As grandes empresas têm estabilidade para se estabelecerem em qualquer lugar; já as pequenas empresas dependem da grande diversidade de outras empresas. Sendo assim, a diversidade urbana permite e estimula mais diversidade. Ela recomenda quatro condições básicas para gerar diversidade (**Tabela 4.11**).

Tabela 4.11 - Condições básicas para gerar diversidade (JACOBS, 1961)

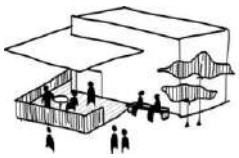
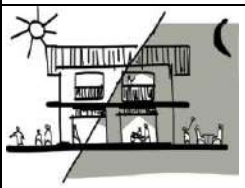
Multifunções	O distrito e seus bairros ou vizinhanças devem atender a mais de uma função principal. De preferência mais de duas. Isso deve garantir a presença de pessoas nas ruas em horários diferentes e que estejam nos lugares por motivos diferentes e, ao mesmo tempo, utilizem a infraestrutura existente;
Quadras curtas	As quadras devem ser curtas, tornando as ruas e esquinas numerosas. A finalidade é ter mais oportunidades de virar esquinas e ter mais contato com a vizinhança;
Tipos edilícios variados e compactos	O distrito deve ter uma boa variedade de edifícios com idades diferentes. Incluir boa porcentagem de prédios antigos e esta mistura deve ser bem compacta, o que estimula o contato entre as pessoas e faz crescer pequenos empreendimentos urbanos;
Alta densidade	A densidade de pessoas deve ser suficientemente alta. Tanto a densidade fixa, de moradores, quanto a densidade flutuante, ou seja, trabalhadores, visitantes, fregueses etc.

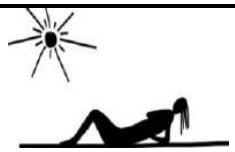
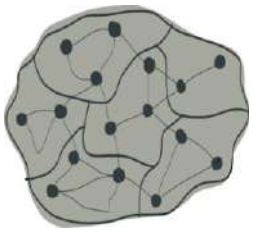
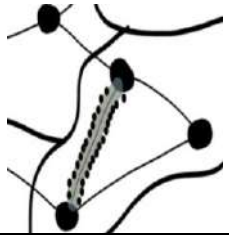
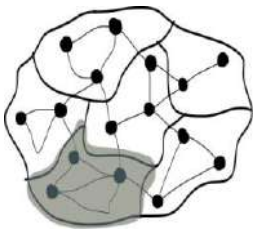
Na **Tabela 4.12** foram identificados[112] alguns princípios e padrões no nível da comunidade para dar vida às cidades: (1) observação sobre as coisas comuns e cotidianas da cidade; (2) combinação de usos para desempenho econômico das cidades; (3) a vida na cidade

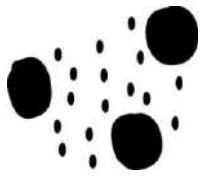
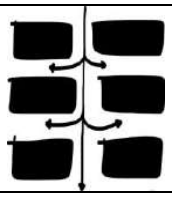
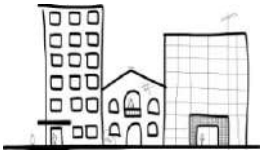
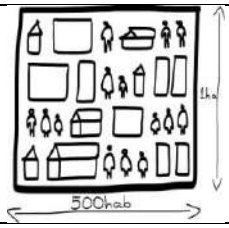
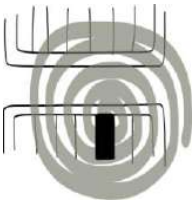
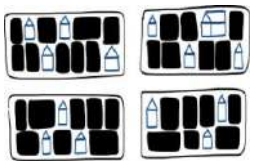
[112] Sistematizados por Ana Carolina Faria no âmbito do desenvolvimento da monografia do curso de especialização de ensino a distância Reabilita – Reabilitação Sustentável Arquitetônica e urbanística da FAU/UnB, orientada pela professora Liza Andrade. Esse trabalho resultou no artigo "Urbanity and legibility at Av. Cora Coralina, Goiânia-GO/ Brasil, from Jane´s Walk movement". Farias, Ana Carolina, Andrade Liza, Tenorio Gabriela. Past Present and Future of Public Space – International Conference on Art, Architecture and Urban Design Bologna, Italy, 2014.

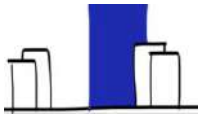
como um processo; (4) a decadência e a recuperação; (5) manejo da complexidade ordenada.

Tabela 4.12 - Alguns princípios e padrões para dar vida às cidades, segundo Jane Jacobs

VITALIDADE URBANA (JANE JACOBS) A vitalidade urbana depende de uma diversidade de usos complexa e densa capaz de sustentar suas esferas econômica e social.			
PADRÕES	**PROBLEMA/CONTEXTO**	**RECOMENDAÇÃO**	**ILUSTRAÇÃO**
PRINCÍPIO DA OBSERVAÇÃO SOBRE AS COISAS COMUNS E COTIDIANAS DA CIDADE Jacobs defende a necessidade de inverter a lógica então praticada pelo planejamento urbano, partindo da reflexão sobre os processos da cidade, usando a indução e partindo do particular para o genérico. Da observação sobre o comportamento social da população urbana ela extrai orientações para o planejamento, desenho e gestão de cidades.			
Questão/Contribuição: O uso das calçadas como garantia da segurança, proteção, fortalecimento do contato entre as pessoas e bom convívio entre desconhecidos.			
Nítida separação entre o espaço público e o espaço privado	A confusão entre espaços públicos e privados, característica dos subúrbios e conjuntos habitacionais produzidos pelo planejamento urbano prejudica a segurança das ruas.	Defina espaços públicos fisicamente distintos dos espaços privados de modo que a área que necessita de vigilância tenha limites claros e praticáveis.	
Edifícios voltados para a rua	As ruas precisam de olhos voltados para ela, olhos daqueles que podemos chamar de proprietários naturais da rua.	Posicione as aberturas dos edifícios voltadas para a rua de modo que as pessoas internas a ele possam observar e, por consequência, vigiar o que acontece lá fora. Evite a utilização de pátios internos e de espaços de recreação cercados.	
Diversidade de usos durante dia e noite	O uso ininterrupto da calçada, além de definir sua vitalidade induz a um número substancial de pessoas de dentro dos edifícios a observar o que acontece do lado de fora, garantindo a segurança local.	Para tanto, um requisito básico é um número substancial de estabelecimentos públicos de usos diversos que funcionem inclusive à noite, implantados ao longo das calçadas. Lojas, bares e restaurantes são os exemplos mais eficazes.	
Calçadas para integração de crianças com o bairro e sua vizinhança	Isolar as crianças em parques e playgrounds, longe da vigilância informal das ruas, é desperdiçar o potencial humano dos adultos vigiarem espontaneamente as crianças, sem contudo contribuir para a saudável recreação delas. Essa tendência a segregar a recreação infantil dos espaços urbanos revela uma visão matriarcal da sociedade e conclui que as calçadas são o melhor ambiente para essas atividades, pela conveniência da proximidade com adultos e por serem os lugares mais interessantes da cidade.	Desenhe calçadas com cerca de 10m de largura, de modo que consigam abrigar brincadeiras de crianças, lugares sombreados para o ócio dos adultos e espaço para circulação dos pedestres. Busque ainda deixar reentrâncias e pequenas irregularidades nas fachadas das construções, pois enriquecem as possibilidades de brincadeiras e de permanência das pessoas.	
Questão/Contribuição: Complexidade visual e de usos como motivo para as pessoas frequentarem os parques, praças e pátios públicos			
Centralidade	Os bons parques, praças e pátios públicos possuem certa personalidade própria, conseguida por meio de localidades em seu interior, que representam o cerne de sua vitalidade. Isso é muito difícil de conseguir em parques lineares ou em parques com desenhos demasiadamente abstratos.	Desenhe os parques como se fossem recintos e determine um ponto de destaque, palco para as pessoas que o reconhecerão como um centro.	

Insolação	Um grande motivo que leva as pessoas a frequentarem os parques urbanos é o desfrute do sol ou da sombra.	Desenhe os espaços livres de forma a dar possibilidade às pessoas tanto para banhos de sol como para proteção em sombras generosas.	
Delimitação	A delimitação desses espaços é fundamental para dar-lhes uma forma definida e para garantir seu uso contínuo. As paisagens planejadas criaram cenários onde as áreas livres são excedentes supérfluos, tendo os edifícios como primeiro plano. Os bons parques urbanos representam o contrário, onde as áreas livres são os elementos de destaque, importantes e positivos dentro de um cenário onde o plano de fundo é formado pelos edifícios.	Crie oásis urbanos, delimitando os parques com edifícios de usos e funções variados, capazes de imprimir vida às bordas do parque ao longo do dia e da noite, o que naturalmente influenciará o seu interior. Posicione os edifícios sem prejudicar a insolação da área livre.	
Questão/Contribuição: Autogestão funciona melhor do que autossuficiência			
A cidade como um todo vista como um bairro	A cidade representa a coletividade maior, responsável pelas tomadas de decisões administrativas, políticas e de uso do dinheiro público.	Considerar nas localidades os interesses de grupos específicos que se encontram e se reúnem pela cidade, independente do lugar onde moram. As localidades devem possuir equipamentos tais como parques, edifícios públicos e estabelecimentos culturais, que atraiam para ela esses estranhos com acesso a grupos políticos, administrativos e de interesse comum na cidade como um todo.	
Vizinhança de rua	A vitalidade da vizinhança é fundamental para a autogestão das ruas, entendidas como um contínuo físico, social e econômico.	Para conseguir ruas vivas desenhe quadras curtas, entrecortadas por outras ruas e suas vizinhanças, e as povoe com estabelecimentos comerciais e equipamentos com atrativos suficientes para cultivar a continuidade da vida interna aos edifícios.	
Distritos	Os distritos devem ser mediadores das vizinhanças, que não têm poder político, e da cidade como um todo, detentora do poder. Portanto eles têm de ser suficientemente grandes e fortes para brigar na prefeitura.	Delimite distritos formados por bairros que tenham interesses comuns, o que imprimirão uma identidade funcional necessária para a coesão do distrito. Um bom distrito é aquele formado por uma rede cuja malha são as vizinhanças de ruas, integradas por equipamentos maiores como parques e edifícios públicos, garantidores da multiplicidade de usos desse tecido. Use os obstáculos físicos, quando necessários, como delimitadores do distrito. Essas unidades têm bom desempenho com população entre 100 e 200mil habitantes, dentro de uma área aproximada de 6km^2 com alta densidade, e ainda precisarão do fator tempo para o fortalecimento das relações sociais internas a ele.	
PRINCÍPIO DA COMBINAÇÃO DE USOS PARA O DESEMPENHO ECONÔMICO DAS CIDADES **A vitalidade urbana depende do acervo de pequenos elementos que compõem sua paisagem e que motivam os processos sociais e econômicos do cotidiano.**			

Questão/Contribuição: Diversidade.			
Usos principais combinados	Um distrito deve atender a mais de uma função principal, de preferência a mais de duas. Elas garantirão a presença de pessoas por motivos diferentes em horários diferentes.	Combine usos principais, tais como escritórios, fábricas, moradias, alguns estabelecimentos educacionais e culturais. A combinação deve garantir que os diversos usuários utilizem as mesmas ruas e mesmos estabelecimentos nos diferentes horários, sem grandes diferenças de intensidade de fluxo.	
Quadras curtas	O tamanho das quadras e, consequentemente, do percurso das ruas influencia na quantidade de oportunidades pelo caminho, possibilidades de novas rotas e encontros.	Desenhe quadras curtas, formando uma rede de usos combinados e complexos para os usuários do bairro.	
Prédios antigos	O florescimento da diversidade depende da mistura de empresas de rendimentos distintos, por isso a necessidade econômica de prédios antigos e baratos misturados a novos. Este pré-requisito da diversidade depende de uma consciência coletiva sobre o patrimônio popular.	Mantenha uma combinação de edifícios com idades e estados de conservação variados, simples, comuns, de baixo valor, a incluir alguns prédios antigos deteriorados.	
Densidade	O distrito precisa ter uma concentração suficientemente alta de pessoas, com alta ocupação do solo, inclusive com moradias.	Combinar densidade edilícia com densidade populacional com cerca de 500 habitantes/ ha. Fazê-lo sem recorrer à padronização, considerando sempre a diversidade de tipologias.	
PRINCÍPIO DA DECADÊNCIA E DA RECUPERAÇÃO **A autodestruição da diversidade, o prenúncio da gentrificação e a necessidade de se manter áreas pouco ou nada nobres para a diversificação social e econômica da cidade**			
Zonas de fronteira	Usos monofuncionais em grandes proporções do território formam zonas de fronteira e contribuem para a criação de bairros decadentes. Highways, linhas de trens, grandes centros comerciais ou administrativos são exemplos de zonas de fronteira.	Nunca permita que essas zonas de fronteira cortem um distrito. Use-as, quando necessárias, como delimitadores dos distritos e combine com o máximo de elementos urbanos capazes de constituir a seu redor um território misto e vivo.	
Recuperação de cortiços	O sucesso na recuperação de cortiços pressupõe o apego de um número suficiente de pessoas aos cortiços em que desejam permanecer e a viabilidade de sua permanência.	O cortiço precisa ser suficientemente ativo para desfrutar a vida urbana e a segurança das ruas, portanto, fortaleça a comunidade onde o cortiço está inserido, melhorando a vitalidade das ruas em seu entorno.	
PRINCÍPIO DO MANEJO DA COMPLEXIDADE ORDENADA **Jacobs elenca o que chama de 'táticas diferentes' para tratar a cidade, novas formas de planejar e desenhar o espaço urbano, baseado na necessidade de diversidade.**			
Subvenção de moradias	Pessoas de baixa ou sem renda não têm condições financeiras para pagar por habitações novas de qualidade. Para solucionar o problema pode ser utilizada a subvenção de moradias por meio do método da renda garantida para incentivar que a iniciativa privada faça novas construções/ recuperações em localidades apagadas.	Faça-o sem recorrer a padronização, fortalecendo a habitação como uso principal em um distrito, preenchendo vazios e contribuindo para a mistura de tipologias edilícias e de classes de renda, induzindo a estabilidade e a diversidade da população.	

Redução dos automóveis	A crescente necessidade de infraestruturas para o modal viário provoca uma constante erosão nas cidades. É preciso provocar uma pressão da cidade sobre os automóveis.	Invista em usos e infraestruturas que competem com os automóveis: aumente a largura das calçadas, diminua o tempo dos semáforos e as áreas de estacionamento, reduza o tamanho das quadras, crie bairros mais vivos. Sem deixar, é claro, de investir em transporte coletivo e táxis.	
Ordem visual urbana	A cidade não deve ser confundida com obra de arte. São a complexidade e vitalidade de usos que dão às regiões da cidade a estrutura e forma adequadas. Tal complexidade não deve ser vista como caos, mas como a ordem em si, cuja explicitação deve ser feita por meio das táticas de ênfase e sugestão.	Promova recortes visuais para romper com a monotonia da paisagem e ressalte os pontos de referência para revelar a vitalidade dos lugares. Para isso, abra mais ruas ou construa pequenos parques onde a grade ortogonal é muito rígida, mantendo os edifícios mais interessantes e diferenciados. Incentive as saliências das fachadas, inclusive o desalinhamento delas; enfatize os detalhes estéticos e funcionais dos elementos urbanos.	

Ilustrações de Ana Carolina Farias, baseadas em Gehl (2013).

4.4.3 A cidade para pessoas de Jan Gehl

De acordo com Tenorio (2012, p. 65), Jan Gehl compreende a importância da configuração urbana na conquista de cidades que propiciem piores ou melhores condições para as atividades ao ar livre. A vida na cidade é convidativa, deve ser um objetivo em si mesma e o ponto de partida para o processo de planejamento urbano holístico.

A cidade viva precisa de uma vida urbana variada e complexa, onde as atividades sociais e de lazer estejam combinadas, associando espaço para pedestres e tráfego bom, bem como partcipação na vida urbana. “A vida na cidade é um processo de autoalimentação”, como uma brincaderia de criança que, após iniciada, pode despertar mais interesse, mais participantes (Gehl, 2013, p.64) (**Figura 4.10**).

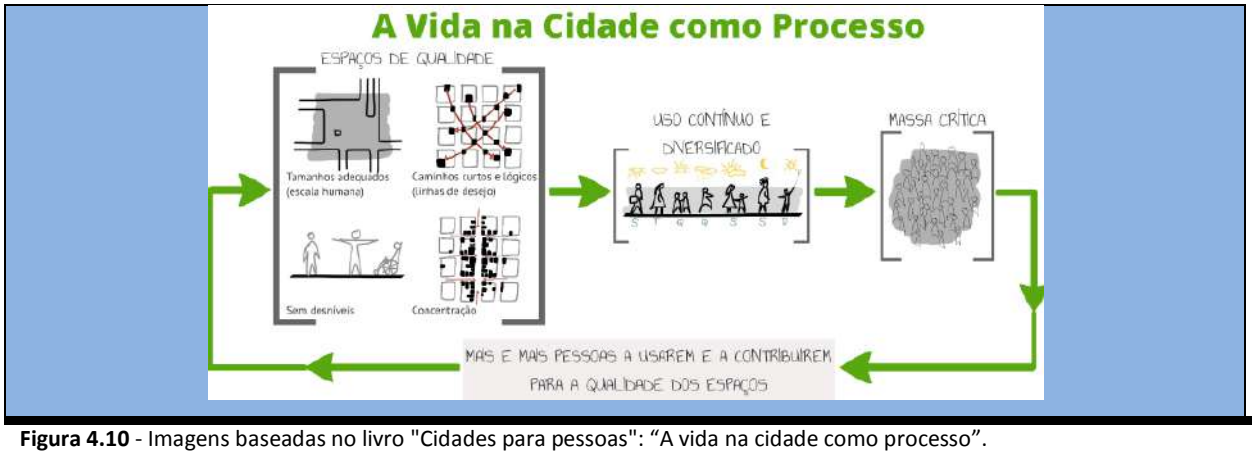


Figura 4.10 - Imagens baseadas no livro "Cidades para pessoas": “A vida na cidade como processo”.
Fonte: Gehl (2013). Elaboradas por Ana Carolina Farias.

Gehl (2013) identifica dois padrões urbanos extremos. Um, mais moderno, com edifícios altos, garagens subterrâneas, tráfego pesado de automóveis, grandes distâncias entre prédios e funções, poucas pessoas nas ruas, espaço exteriores muito grandes e impessoais. O outro, mais antigo, com edifícios razoavelmente baixos, próximos uns aos outros, local pa-

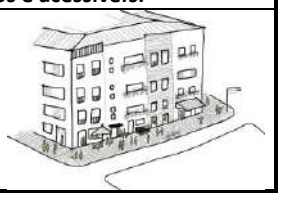
ra tráfego de pedestres, boas áreas de atividades ao ar livre ao longo das ruas com relação direta com as residências, edifícios públicos etc. (**Figura 4.11**).

Figura 4.11 - Imagens baseadas no livro "Cidades para pessoas": "Cidade Densa Cidade Viva?".
Fonte: Baseado em Gehl (2013, p.68). Imagens elaboradas por Ana Carolina Farias.

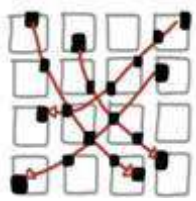
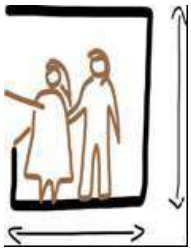
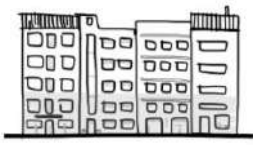
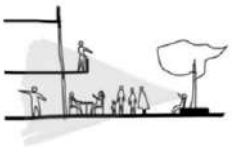
Para Gehl (2013, p. 68), a vida na cidade é uma questão de quantidade e qualidade. A densidade sozinha não produz qualidade urbana, ou seja, vida nas ruas. Ele cita o caso dos centros de Sidney e Nova York (Manhattan) que são dominados por edifícios altos com ruas escuras, barulhentas, com intensas corrente de ventos e nada atrativas no térreo. Em contraste, Greenwich Village e Soho, em Nova York, são áreas menos densas, mas ainda relativamente altas, com edifícios mais baixos, com o sol alcançandos as ruas ladeadas de árvores. E, ali, há vida nas ruas.

O que a cidade viva precisa é uma combinação de espaços públicos bons e convidativos e certa massa crítica de pessoas que queiram utilizá-los. Com menos pavimentos, as pessoas têm mais contato visual com o espaço urbano e mais sociabilização por domicílio. Na **Tabela 4.13** foram indentificados[113] alguns princípios e padrões urbanos para o nível da comunidade.

Tabela 4.13 - Princípios e padrões urbanos para o nível da comunidade (GEHL, 2010)

CIDADES PARA PESSOAS (JAN GEHL)			
PADRÕES	**PROBLEMA/CONTEXTO**	**RECOMENDAÇÃO**	**ILUSTRAÇÃO**
PRINCÍPIO DA CIDADE COMPACTA A vida na cidade não depende de números, multidões, espaços em demasia, mas da concentração, da sensação de que o espaço é popular e convidativo para o uso.			
Questão/Contribuição: Concentrar pessoas e atividades em espaços de tamanhos adequados e acessíveis.			
Densidade edilícia	A opção pela alta densidade através de altos edifícios isolados entre si levam a um povoamento muito esparso da cidade, desencorajando a vida nos espaços públicos.	Melhore a densidade edilícia, com edifícios de usos mistos, tipologias e idades diversificadas, com gabarito em torno de cinco pavimentos. Isso vai encorajar as pessoas a circularem a pé pela vizinhança.	

[113] Sistematizados por Ana Carolina Faria no âmbito do desenvolvimento da monografia "Urbanidade na Av. Cora Coralina, na cidade de Goiânia/GO – Brasil, experimentada pelo movimento Jane`s Walk" do curso de especialização de ensino a distância Reabilita – Reabilitação Sustentável Arquitetônica e urbanística da FAU/UnB, orientada pela professora Liza Andrade.

Caminhos curtos e lógicos	Quando as ruas, avenidas, caminhos, jardins e parques são muito grandes e dispersos, a falta de uma sequência lógica para as rotas e de uma certa hierarquia para ocupação, resulta em espaços muito grandes e com poucas pessoas em uso.	Construa caminhos cujas distâncias sejam curtas e que, de forma lógica, liguem os espaços importantes da cidade, facilmente alcançáveis à pé ou de bicicleta.	
Tamanhos adequados para a escala humana	No último século, as cidades passaram a ser construídas de acordo com as necessidades dos automóveis e do mercado imobiliário, focando nas infraestruturas viárias e na individualidade dos edifícios em detrimento às pessoas, pedestres e ciclistas. Como resultado, as cidades deixaram de servir a seu propósito primordial que é ser o lugar de encontro e vida social.	Comece projetando espaços de tamanhos adequados aos estímulos sensoriais humanos e propícios ao contato social, espaços bons para se estar e possíveis de se percorrer à pé e de bicicleta.	
Acessibilidade	A segurança das pessoas é uma chave para a qualidade da vida urbana. Pedestres e ciclistas precisam sentir-se seguros e confortáveis ao se moverem pela cidade. Esse cuidado deve ser ainda maior para as necessidades das crianças, jovens, adultos e pessoas com mobilidade reduzida.	Construa espaços sem desníveis ou outras barreiras, bem sinalizados, com pavimentos adequados e preferencialmente sem exigências de adaptações para o uso de pessoas com mobilidade reduzida.	
PRINCÍPIO DA CIDADE AGRADÁVEL AO NÍVEL DOS OLHOS **Para prover qualidade aos espaços urbanos a chave é trabalhar na pequena escala. É a uma velocidade de aproximadamente 5km/h (portanto ao andar à pé ou de bicicleta) que as pessoas percebem a cidade mais de perto. Para isso, é preciso desenhar os espaços para os sentidos humanos e para o desenvolvimento das atividades básicas como andar, sentar, ouvir e conversar.**			
Questão/Contribuição: Fachadas como suaves espaços de transição			
Fachadas (paisagens) interessantes	As fachadas dos edifícios definem, pelas cidades, os espaços abertos onde se desenrola a vida pública, tornando-se também no limite do campo visual das pessoas. Portanto são fundamentais para a experiência espacial e para a compreensão de um determinado espaço como um lugar.	Desenhe fachadas com um bom ritmo e um rico nível de detalhes. Unidades estreitas, com alinhamento vertical, transparência e muitas portas quebram a monotonia do passeio.	
Fachadas ativas no nível do solo	As fachadas precisam ser atrativas no nível do solo para alcançar a escala humana justo onde é preciso: de perto e ao nível dos olhos. A visão humana observa melhor o que está abaixo do nível dos olhos do que o que está acima. Boas fachadas influenciam significativamente as atividades do espaço urbano na medida em que contribuem para as pessoas caminharem mais devagar, com paradas frequentes e maior interação entre os espaços internos e externos. No nível do solo, as fachadas formam, portanto, espaço de atração, interação e permanência.	Mais importante do que o coroamento dos edifícios é o tratamento dado para seu nível térreo. Determine funções mistas para essa parte dos edifícios e desenhe-a de forma apelativa para os vários sentidos humanos, com texturas, detalhes, transparências. Marque bem a separação entre o espaço público e o privado. Nos espaços abertos, posicione as atividades junto às fachadas.	
Questão/Contribuição: Espaços públicos com bom *design*			

Design para a proteção	Sem se sentirem protegidas as pessoas não conseguirão desfrutar de outras eventuais qualidades de um determinado espaço.	Desenhe espaços seguros nos seguintes aspectos: a) Contra o tráfego de veículos – protegendo pedestres e eliminando o medo do trânsito; b) Contra a criminalidade e violência – vida pública animada, boa iluminação, olhos para a rua e continuidade de usos diuturnamente; c) Contra experiências sensoriais negativas – proteja do vento, chuva, neve, frio, calor, poluição, barulho, luminosidade.	
Design para o conforto	Os espaços urbanos devem ser capazes de abrigar confortavelmente as atividades cotidianas das pessoas.	Desenhe espaços públicos que deem às pessoas possibilidades de escolha para fazerem o que lhes seja mais confortável. Dê-lhes oportunidade para andar, estar, sentar, ver, falar, ouvir, brincar e praticar exercícios físicos.	
Design para o prazer	É neste nível em que o desenho da cidade mais se harmoniza com o corpo e sentidos humanos.	Desenhe espaços adequados à escala humana, onde seja possível gozar dos aspectos positivos do clima e ter boas experiências sensoriais. Tire partido da insolação, temperatura, brisas, diversidade de materiais e texturas, perspectivas da paisagem, da água e da vegetação.	
PRINCÍPIO DA VIDA NA CIDADE COMO PROCESSO **A vida urbana é um processo que se autoalimenta. Pessoas vão aonde estão outras pessoas. Assim, alguma coisa acontece porque alguma coisa acontece porque alguma coisa acontece…**			
Questão/Contribuição: Combinação entre espaços públicos de qualidade e uso contínuo			
Contato visual e auditivo	O contato visual e o contato auditivo são as formas mais comuns e importantes de contato entre pessoas num espaço público. Para atrair mais pessoas e propiciar a interação social, é indispensável manter essas formas de contato.	Para convidar ao contato visual e auditivo, desenhe espaços sem barreiras, com curtas distâncias, baixa velocidade, nivelados e com orientação face-a-face.	
Motivos para ficar	É mais fácil e efetiva a estratégia de primeiro dotar o espaço de qualidade para então despertar o desejo das pessoas de gastar tempo nele, do que trabalhar para atrair um grande número de pessoas para um determinado espaço sem que antes ele seja bom. As pessoas precisam de motivos para permanecer num dado local.	Para isso, os espaços precisam oferecer oportunidades para permanência, atraindo as pessoas para diferentes usos e atividades, dispondo de infraestrutura que dê conforto às pessoas.	
Traffic calming	A priorização do modal viário nas cidades por todo o mundo levou a duras segregações dos espaços urbanos, onde as infraestruturas necessárias para o livre fluxo dos veículos automotores predominam sobre as infraestruturas necessárias para o passeio à pé e não motorizado. Essa sobreposição estimula a velocidade do tráfego motorizado e prejudica a vida urbana, diminuindo o contato direto entre pessoas e cidades.	Reorganize prioridades e determine o privilégio dos pedestres e meios de transporte não motorizados sobre os veículos automotores em ruas de tráfego integrado. Isso terá impacto positivo na sustentabilidade urbana e na saúde das pessoas. Há várias formas e gradações de se fazer: melhorando e aumentando a infraestrutura necessária aos pedestres e ciclistas, criando ruas exclusivas para pedestres ou mesmo as ruas compartilhadas, onde não há nenhuma	

		separação entre carros e pessoas. Esse compartilhamento do espaço leva a uma redução natural da velocidade e à percepção do pedestre como primeira prioridade no fluxo.	
Uso contínuo e diversificado	Para a vivacidade e segurança dos espaços públicos é importante que eles sejam movimentados durante os vários horários do dia, dias da semana e estações do ano.	Misture edifícios habitacionais de baixo gabarito junto aos de serviço e comércio, criando áreas verdadeiramente multifuncionais, onde haverá gente em todos os horários do dia. É importante garantir a diversidade de atividades, de faixas etárias, etnias e faixas econômicas. Dê condições aos espaços de abrigarem as mais variadas atividades, especialmente aquelas da rotina diária das pessoas. E proteja os espaços das variações climáticas.	
Massa crítica	Quando a qualidade de vida das pessoas é colocada no centro do planejamento e desenho urbanos, a tendência é elas se sentirem confortáveis no espaço urbano e conscientes da importância do comportamento delas na manutenção dessa qualidade.	Toda intervenção urbana deve ser orientada a partir de um estudo minucioso sobre como as pessoas se comportam pela cidade. Deve-se buscar a combinação entre espaços de qualidade, que atrairão pessoas, e o fortalecimento das boas relações sociais que eles abrigam. Esse uso formará nas pessoas um senso de pertencimento que as farão defender o local e atrair ainda mais gente para lá.	

Ilustrações de Ana Carolina Farias, baseadas em Gehl (2013).

4.4.4 Os padrões espaciais globais e locais da teoria da Sintaxe Espacial e a sustentabilidade espacial

De um modo geral, tem-se por premissa que alguns padrões espaciais são mais sustentáveis do que outros, o que compreende muitos trabalhos contra e a favor de cidades densas e compactas. No entanto, ainda não havia estudos que pudessem comprovar de maneira clara, que algumas formas genéricas de arranjos da malha viária da cidade possam ser mais sustentáveis do que outras.

Partindo do pressuposto que a configuração urbana tem implicações no funcionamento da cidade, na visão de Hillier (2009), os conceitos advindos da Sintaxe Espacial sobre as propriedades da malha podem ser expandidos para compreensão da sustentabilidade nas cidades porque ela possibilita a leitura dos padrões espaciais por meio da compreensão das estruturas profundas das cidades. Hillier propõe um novo conceito focado nas ordens geométricas e de configuração do espaço da cidade, para identificar a sustentabilidade espacial.

A análise sintática permite identificar as variações na hierarquia da estrutura urbana, permitindo análises globais e locais que esclarecem a interação entre aspectos da estrutura e fatores sociais, econômicos e ambientais. Segundo Hillier (2009), estudos realizados apontam para a conclusão de que a estrutura das cidades resulta de forças sociais, econômicas e ambientais, e que cidades com bom desempenho sintático acabam, de alguma maneira, por responder de maneira adequada a essas forças. Nesse sentido, ele acredita que as propriedades da malha podem influenciar na sustentabilidade de uma cidade.

Essas propriedades são reveladas pela Sintaxe Espacial na forma genérica dual da cidade, formada por redes primárias (*foreground*) de centros conectados em todas as escalas, acontecendo dentro de uma rede secundária (*background*) de grandes espaços residenciais.

A forma dual surge da interação de fatores econômicos e sociais, contra um plano de fundo de minimização de energia requerida para a mobilidade urbana pela criação do que Hillier chamou de "acessibilidade geral", que é a acessibilidade de todos os pontos do sistema para e de todos os outros. Isso pode significar a possibilidade de que a forma espacial genérica da cidade auto-organizada pode, em si e por si, contribuir para a sustentabilidade. Para que isso ocorra é necessária compreender a complexidade espacial das cidades reais e a sua sustentabilidade espacial (HILLIER, 2009).

Hillier (2009) apresentou alguns dados sobre a cidade de Londres para ilustrar como as características sintáticas da estrutura podem conduzir a padrões de mobilidade mais sustentáveis. Londres tem-se tornado uma cidade mais rica, mas o número de carros utilizados é abaixo da média de outras cidades. Também foi reportado que os usuários de automóveis de Londres percorrem menos quilômetros por ano.

Ele aponta ainda que, em um estudo realizado, também se constatou que muitas pessoas caminhavam ou utilizavam o sistema de transporte público para alcançar as ruas principais (onde se localiza a oferta de comércio e serviços), poucas delas dirigiam. Uma possibilidade que explicaria tal fenômeno (que vai contras as médias encontradas em outras cidades) seria de que a organização morfológica espacial e funcional de Londres em "vilas urbanas" (seu padrão espacial) está de alguma forma relacionada com esses resultados.

A **Figura 4.12** ilustra a rede de primeiro plano (*foreground)*, constituída por um número relativamente pequeno de linhas longas, conectados a seu fim por ângulos abertos, formando uma estrutura superordenada, dentro da qual se encontra a rede de fundo (*background*), composta de um número muito maior de linhas mais curtas, que tendem a se cruzar entre si e ser conectadas em suas extremidades por ângulos certos próximos, e formar uma rede local, como agrupamentos (*clusters).*

Além disso, a imagem central demonstra a relação das redes com os 168 maiores centros identificados de Londres. As cores dos mapas axiais variam das áreas mais integradas em vermelho para as menos integrada em azul.

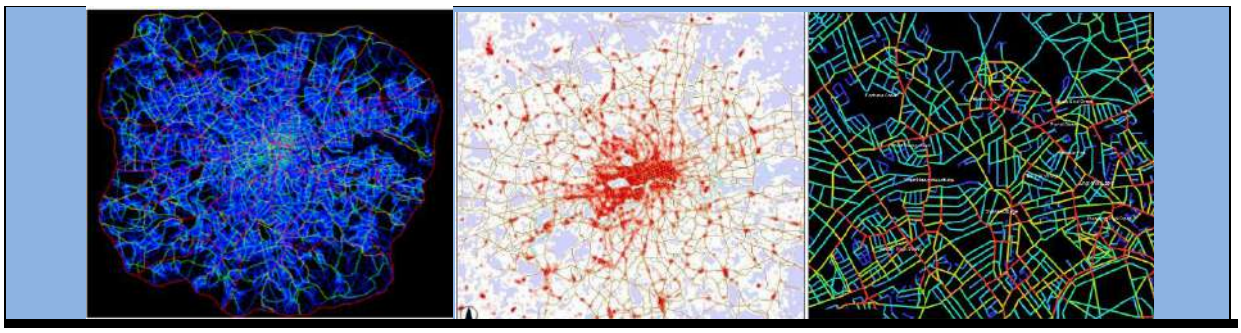


Figura 4.12 - (esquerda) Mapa de rede primária *(foreground)* ; (centro) mapa de Mike Baty, com 168 maiores centros em Londres; e (direita) mapa da rede secundaria (*background*), identificando as "vilas urbanas"
Fonte: Hillier (2009)

4.4.4.1 A leitura da malha viária pelo software Depthmap

A teoria sintática parte da premissa que "a organização espacial humana, seja na forma de assentamentos, seja na forma de edifícios, é o estabelecimento de padrões de relações compostos essencialmente de barreiras e permeabilidades de diversos tipos".

A descrição do sistema espacial para a análise sintática é baseada mais na sua ordem topológica do que na sua forma geométrica, sendo os atributos topológicos: proximidade, circunscrição, continuidade ou descontinuidade, contiguidade, separação, integração, segregação etc. (HOLANDA, 2002).

Hillier e Hanson propuseram a descrição desse sistema de duas formas, dependendo de como será decomposto analiticamente: em termos de espaços convexos[114] e em termos de espaços axiais. O resultado dessa decomposição são dois tipos de mapas, de convexidade e de axialidade. Essa decomposição explicita duas maneiras de entender o sistema urbano (HOLANDA, 2002). Para o estudo de caso a ser realizado nesse trabalho, interessam os resultados obtidos pela análise do mapa axial; portanto, não serão descritas as características e formas de leitura do mapa de espaços convexos.

O mapa axial é obtido pela inserção, no sistema de espaços abertos, do menor número de linhas retas que passam através de todos os espaços convexos, sendo que todas as barreiras devem estar separadas entre si por linhas axiais, de modo que as linhas representem a malha viária utilizada por veículos e/ou pedestres - as linhas axiais representam todas as possibilidades de caminhos possíveis dentro do sistema (HOLANDA, 2002). A **Figura 4.13** ilustra a construção do mapa axial.

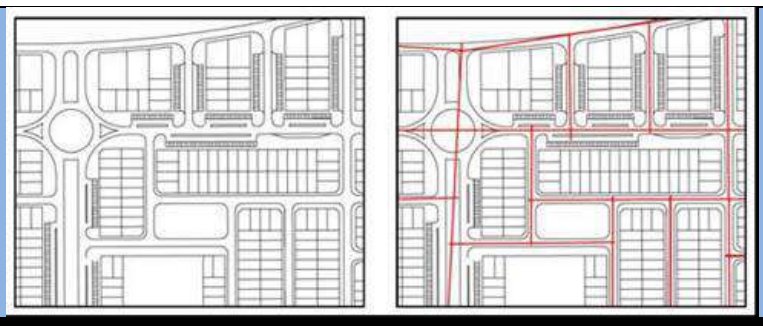


Figura 4.13 - **–** Construção do mapa axial de um trecho urbano: os caminhos são transformados em eixos, que serão calculados depois pelo software *Depthmap*.
Fonte: (TANCREDI, 2011).

O *Depthmap* é um software desenvolvido na *University College London* (UCL) para a realização de análises sintáticas. Os elementos básicos para a análise no *Depthmap* são os segmentos de rua e suas interseções. Para que o cálculo seja realizado e gere os resultados, é necessário que o sistema de caminhos da cidade seja decomposto em um mapa de linhas, o mapa axial.

No mapa axial os caminhos são representados pela menor quantidade de linhas possíveis, conectando os vários pontos da cidade pelo seu sistema de acessibilidade. O *Depthmap* possui três tipos de definições de distância entre cada segmento e cada segmento vizinho e são usados esses três conceitos de distância - métrica, topológica e geométrica - para se calcular dois tipos de medida.

Tabela 4.14 - Definições de distâncias e tipos de medida do *Dephmap* (HILLIER, 2009)

DISTÂNCIA	DEFINIÇÃO
Métrica	É a distância entre metros entre o centro de um segmento e o centro de um segmento vizinho.
Topológica	Atribuindo o valor de 1, se há uma mudança de direção entre um segmento e um segmento vizinho, e 0, se não há.
Geométrica	Atribuindo o grau de mudança angular de direção entre um segmento e um segmento vizinho. Assim, uma conexão direta possui valor 0, e uma linha é uma sequência de conexões

[114] Espaços convexos são trechos de espaços onde todos os pontos são visíveis de todos os pontos. As pessoas em geral tendem a se agrupar em espaços convexos.

	de valor 0, para que a estrutura linear da cidade seja capturada.
TIPOS DE MEDIDA	**DEFINIÇÃO**
Integração sintática, ou proximidade matemática	Mede o quão perto cada segmento está de todos os outros dentro de cada par de segmentos, sendo cada segmento classificado em diferentes definições de distância.
Escolha sintática ou intermediação matemática	Calcula os caminhos mais curtos entre cada par de segmentos, sendo cada segmento classificado em diferentes definições de distância.

A medida de integração é pensada como a medida de movimento potencial de um segmento como destino, uma vez que a medida descreve sua acessibilidade ou a facilidade de se chegar a um segmento partindo de todos os outros segmentos. Diz respeito à distância relativa de uma linha (ou de um conjunto de linhas, tomada a média das medidas das linhas) em face das demais do sistema. Ela indica o menor ou o maior nível de integração entre as várias partes de um sistema em estudo. Essa integração também pode referir-se a uma linha axial específica (abstraída de uma rua ou avenida), em face do contexto onde ela se insere (HOLANDA, 2002, pág. 102).

A escolha sintática, por sua vez, é pensada como a medida do movimento potencial "através" (a probabilidade com que seja escolhido um segmento, ou um conjunto de segmentos, como percurso), uma vez que a medida descreve a probabilidade dos indivíduos passarem através de um segmento em viagens, e então é potencial como rota. Dessa forma, tem-se ferramentas e técnicas bem embasadas para que sejam identificados os padrões estruturais relacionados ao movimento nas cidades, buscando suas correlações funcionais (HILLIER, 2009).

A distância topológica é obtida por meio do número mínimo de linhas que precisam ser percorridas para se ir de um ponto a outro do sistema. Em outras palavras, é o caminho que exige o menor número de mudanças de trajeto (o menor número de curvas).

Embora isso se confirme na maioria dos casos, em algumas situações as distâncias métricas entre os caminhos mais curtos geométricos e topológicos podem ser muito distintas, resultando em padrões de movimento diferentes entre o demonstrado no mapa e na realidade. Esses casos são exceções, e podem ser identificados no processo de análise, permitindo que a simulação seja "calibrada", para evitar grandes distorções entre os resultados da simulação e a realidade.

Os resultados do mapa axial possibilitam a identificação do núcleo integrador da cidade, entendido aqui como o conjunto das linhas mais integradas do sistema. Em cidades tradicionais, o núcleo integrador corresponde às áreas mais centrais, onde são encontrados os comércios, serviços, atividades institucionais e demais atividades que necessitem ou se beneficiem do maior movimento de pessoas. No entanto, também são encontradas situações, em especial no desenho urbano do modernismo, onde os núcleos integradores são subutilizados, com os comércios e serviços localizados em partes mais segregadas da cidade (HOLANDA, 2002).

O movimento natural depende de outras condicionantes também, como a variedade de usos (residencial, serviços, comércio, institucional etc.), aqui denominados *rótulos*. Os rótulos surtem diferentes tipos de impacto no seu entorno, principalmente no que diz respeito à geração de movimento de viagens para os edifícios (alguns usos atraem um número maior de pessoas que necessitam dele). Embora a pesquisa sintática argumente que essa variação cause pouco impacto nos padrões de copresença, Holanda argumenta que existem casos onde ela é essencial, assim como a densidade dos mesmos (HOLANDA, 2002).

A simples densidade da ocorrência dos rótulos obviamente leva a marcantes diferenças nos padrões de copresença. Holanda compara o bairro de Copacabana, no Rio de Janeiro, com seus três mil habitantes por hectare, mais a grande quantidade de lojas e de escritó-

rios, com a densidade do Plano Piloto de Brasília, estimada em cerca de vinte habitantes por hectare (Holanda, 2002, p. 108).

Holanda (2002) ressalta que quando se tratar de projetos não edificados, o resultado das simulações indicará o potencial de movimento nas vias e nas diversas partes da cidade, uma vez que não se pode medir *in loco* o número real de pessoas utilizando o espaço, sua copresença. A concretização desse potencial ainda depende de algumas outras variáveis além da sua integração, como a diversidade e densidade dos rótulos (usos).

4.4.4.2 O conceito de centralidades difusas nas redes foreground e background

Segundo Hillier (2009), por meio da utilização do *Depthmap* foi identificada a estrutura urbana mais genérica, revelando que as cidades em geral possuem uma forma genérica dual. A primeira diz respeito uma rede primária (*foreground*) de centros interligados ofertando comércios e serviços em várias escalas, desde pequenos espaços comerciais, como lojas e cafés, até a escala da subcidade maior, com grandes centros principais. A segunda é sobreposta por todo esse conjunto, funcionando dentro de uma rede secundária (*background*), constituída principalmente por áreas residenciais.

Relacionando-as às forças ambientais, econômicas e socioculturais, obtém-se o conceito de "sustentabilidade espacial", com o foco no entendimento da estrutura espacial primária da cidade, a rede de vias (Hillier, 2009).

A rede primária (*foreground)* é constituída de um número relativamente pequeno de linhas mais longas, conectadas em seus extremos por ângulos abertos, formando uma estrutura super ordenada dentro da qual se encontra a rede secundária (*background*), constituída de um número muito maior de linhas mais curtas, que tendem a interceptar umas às outras e a se conectarem em seus extremos por ângulos mais fechados, quase retos, formando uma rede local ramificada "padrão de árvore"[115] (HILLIER, 2009, pág. 4).

A medida de escolha pelo menor número ângulos irá revelar a rede primária (*foreground*), e o faz em diferentes escalas, uma vez que varia o valor do raio da medida. Com raio *n,* a escolha revela a estrutura principal de rotas globais, as vias mais integradas da cidade como um todo. Com um raio de 750 metros, a mesma análise tende a identificar uma rede mais local, de pequenos centros interligados, que não aparece no mapa de maior escala. Padrões como esse, onde a centralidade está difusa por toda parte no sistema, é encontrado na maioria das cidades.

Segundo Hillier (2009), ao usar a definição métrica de distância, encontra-se o mapa do sistema de caminhos mais curtos para integração ou escolha. Com a definição geométrica, encontra-se o mapa do sistema de menores mudanças de ângulo. Cada uma das seis medidas (duas medidas com três definições de distância) podem então ser aplicadas com as três definições de distância usadas, como definições do raio, no qual as medidas podem ser aplicadas a qualquer raio, produzindo um conjunto potencialmente muito grande de possíveis medidas – por exemplo, escolha pela menor mudança de ângulos em um raio métrico de 800m – que seria infinita se contássemos as menores variações em raios métricos (HILLIER, 2009, p. 4) (**Figura 4.14**).

[115] Esta expressão foi utilizada por Christopher Alexander em "A cidade não é uma árvore", em 1965.

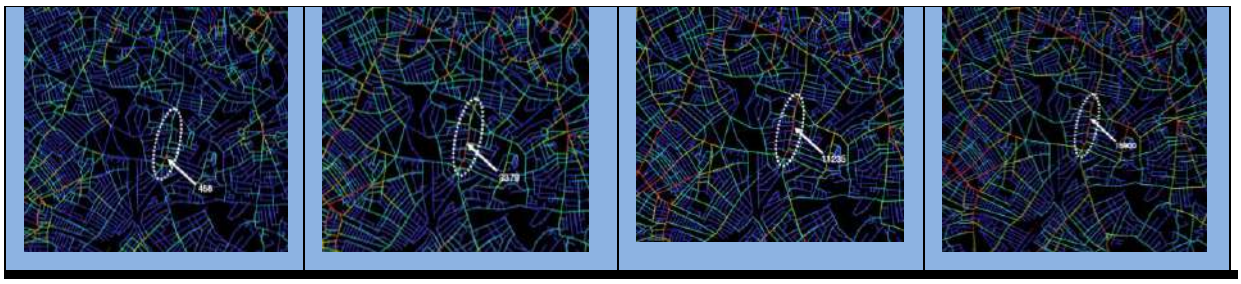


Figura 4.14 - Exemplos de mapas axiais de medida de escolha com raios de 400, 800, 1200 e 1400 metros.
Fonte: Fonte: Hillier (2009)

Esse padrão de centralidades difusas em todas as escalas é tido potencialmente como um componente essencial da sustentabilidade espacial, uma vez que isso significa que, de onde quer que uma pessoa esteja, ela estará próxima a um pequeno centro e não muito distante de um centro maior.

Os centros encaixam-se no padrão de movimento natural na área em diferentes escalas. Isso foi revelado ser decorrente menos de sua distância métrica, e mais das características angulares da malha. Esse é o padrão denominado de centralidade difusa, onde a função de centralidade permeia a malha de uma forma bem mais complexa do que se acreditava, por meio, por exemplo, de policentros (conceito de cidades polinucleadas). Esse padrão, de centros interligados em várias escalas, desenvolve-se nas cidades por meio da relação entre a estrutura da malha e o movimento em todas as escalas (HILLIER, 2009).

Por meio dos estudos realizados por Hillier, foram encontradas relações entre o surgimento de centros e propriedades globais e locais. Os centros se formam em malhas urbanas onde coincidiram fatores globais e locais. Os fatores globais são topos-geométricos e podem ser identificados pela análise axial. Os fatores locais são métricos, como a redução na escala da malha, chamada de *intensificação da malha*.

Assim, a centralidade difusa identificada pela intensificação da malha pode ser analisada para avaliar o desempenho da sustentabilidade espacial. A intensificação da malha pode ser avaliada sob dois pontos de vista. O primeiro, a acessibilidade mais fácil a um número maior de habitações locais, que às vezes pode ser o fator que dá início ao desenvolvimento de centros, e assim, usos mais privados se transformavam em usos mais públicos, como casas que se transformavam em lojas. O segundo, o alto grau de interacessibilidade necessário para que um centro funcione como uma localização para atividades interdependentes (HILLIER, 2009).

Portanto, entende-se que há um processo genérico de formação dos centros, onde estes podem ter início por uma interseção ou por um segmento mais integrado na malha. A origem de um centro normalmente possuirá valores altos de escolha (como rota) e integração (como destino) em ambos os níveis, global e local.

Alguns se formam pela intensificação da malha (em casos de centros mais locais), outros por estarem em uma importante interseção (em casos mais globais). Os valores encontrados nessas origens dos centros vão definir o raio de influência de um centro, que define até que distância é viável existirem áreas comerciais. Um centro torna-se maior na medida em que é reforçado por novas origens de centros, originados pelas características da malha, permitindo que o comércio seja contínuo (HILLIER, 2009).

Na maioria dos casos, os centros serão fortes em ambas as medidas, local e global, mas diferenças no equilíbrio entre local e global influenciarão no tipo de caráter e escala do centro (HILLIER, 2009). A partir da identificação das centralidades difusas, é possível compa-

tibilizar os usos do solo dentro do desenho urbano, maximizando o potencial dessas áreas de desempenharem seu papel na dinâmica urbana, provendo comércio e serviços próximos às áreas residenciais, reduzindo a necessidade de deslocamentos longos.

As redes primária e secundária (*foreground* & *background*) permitem a leitura da relação entre as propriedades do espaço e a sustentabilidade econômica e social. O processo em que o padrão de centralidade difusa evolui nas cidades ocorre essencialmente na rede primária (*foreground*), e através dela ocorre em todas as outras escalas, interagindo em cada escala com a rede de secundária (*background*). Em outras palavras, as áreas de centralidade, ao se espalharem pela malha urbana, mantêm uma relação de interdependência com as áreas residenciais ao seu redor (HILLIER, 2009).

As duas redes interagem por meio de padrões espaciais genéricos. O movimento dentro de uma área é estruturado pela relação do centro local com as bordas de outros centros, mais fortes sintaticamente. Isso acaba por estruturar movimentos dentro dessas áreas, criando padrões de centros integrados e interconectados, denominados *centros rasos*.

Esses centros acabam por maximizar a copresença entre aqueles se movendo para dentro e para fora do sistema. Esse padrão revela que a relativa segregação das áreas residenciais localizadas em ruas, não gera níveis tão baixos de movimento, como os encontrados com frequência em projetos de conjuntos habitacionais de malha mais segmentada e bem menos integrada. Também mostra que a facilidade de movimento encontrada na rede primária (*foreground*) também pode ser encontrada na rede secundária (*background*), por meio de um maior dinamismo na relação entre ambas (HILLIER, 2009).

O processo de formação de centros é moldado por fatores microeconômicos, onde se busca maximizar o alcance global de espaços e os fluxos através deles, enquanto que a formação de áreas residenciais é moldada por fatores sociais e culturais, que buscam modular e estruturar o movimento, ao invés de maximizá-lo. Assim a forma dual das cidades surge da interação de fatores sociais e econômicos, em um plano de fundo de otimização da eficiência do movimento (HILLIER, 2009).

Se considerarmos a cidade como um espaço para a interação econômica da população (por meio da troca de serviços e compra de bens de consumo), o layout espacial exerce um papel fundamental na criação de espaços que favoreçam essas atividades. Os centros, por se distinguirem das outras partes da malha urbana, podem ser considerados como essenciais para o bom funcionamento das atividades econômicas, e então, potencialmente, para a sustentabilidade econômica.

Estudos realizados revelaram que a intensificação da malha local é um fator importante na formação de centralidades, onde os valores de escolha e integração são mais altos, sendo a coincidência de propriedades globais e locais outro fator essencial para a formação de centros (HILLIER, 2009).

Conclui-se que, ao se identificar os valores de escolha e integração, em ambas as escalas, global e local, podem ser identificados os locais dentro do sistema que possuem as características necessárias para o desenvolvimento de centros. Pode-se, então, planejar a distribuição de usos urbanos de forma eficiente.

A própria relação entre os valores de integração e segregação encontrados na malha se mostrou determinante para o caráter de cada centro. Em estudo realizado na cidade de Londres por Hillier (2009), foi revelado que centros com valores de integração maiores possuíam lojas de caráter mais “popular”, e em centros com menores valores de integração e-

ram encontradas lojas de caráter mais seletivo. Os centro atraem movimento dentro da malha urbana, tendo, portanto, potencial para agir como um foco econômico na sua área.

Enquanto as áreas centrais parecem ser definidas principalmente pelas medidas de escolha, as áreas residenciais parecem beneficiar-se mais das características de integração. Os imóveis mais valorizados se encontravam em partes mais integradas da rede secundária e, os de menor valor, em partes mais segregadas, caracterizadas pelo alto grau de segmentação de suas vias de acesso.

Embora as partes onde se encontravam os imóveis de maior valor fossem pouco integradas localmente, globalmente eram bem integradas. Conclui-se, portanto, que os valores de imóveis residenciais estão ligados a propriedades de integração globais, e os imóveis comerciais estão ligados a propriedades da medida de integração e escolha locais (HILLIER, 2009).

Outro aspecto importante em termos da variável de intervenção na formação de comunidades é a ideia de que o espaço pode exercer um papel na sustentabilidade social. Se o espaço pode de alguma maneira auxiliar a formação de comunidades, então pode exercer não apenas um papel positivo na criação da sustentabilidade, mas também, como consequência direta exercer um papel na redução do crime e outros comportamentos antissociais (HILLIER, 2009).

Estudos revelam que não apenas as altas densidades estão associadas com menores ocorrências de roubos às residências, mas também que quanto maior o número de vizinhos com visão para o espaço público e para os demais vizinhos, menores as taxas de roubos a residências e de crimes de rua. Aventa-se relação direta entre os padrões espaciais e ocorrências de comportamentos criminosos, onde nas áreas mais integradas as taxas de criminalidade são menores, e as mais segregadas apresentando números maiores (HILLIER, 2009) (**Figura 4.15**).

Figura 4.15 - Rede *background*
Fonte: Hillier (2009)

Espaços com mais residências também se mostraram como inibidores de atividades criminosas. O padrão revela um padrão de segurança generalizado, expresso em números, que se configura pela forte constituição sintática do espaço (quando as habitações possuem suas aberturas voltadas para o espaço público). Os resultados indicam que a simples presença de pessoas nas ruas, ou de pessoas que possam visualizar as atividades acontecendo na rua, já é o suficiente para a redução de comportamentos antissociais.

4.5 Os padrões espaciais do suprassistema da paisagem

Conforme indicado antes, este item tem como objetivo selecionar alguns autores e respectivos métodos que defendem que “as cidades são parte do mundo natural” e devem ser implantadas a partir do entendimento da natureza, mais precisamente da paisagem.

Lembrando Spirn (2011), tais métodos compreendem como as atividades humanas e a forma urbana interagem com processos naturais do ar, da terra, da água, da vida e dos ecossistemas.

Odum e Barret (2007, p. 5) trazem que o termo paisagem, geralmente, é usado como "uma pintura e definido como uma extensão do cenário enxergado pelo olho como uma vista", mas, em ecologia da paisagem, ela é "definida como uma área heterogênea composta de um agregado de ecossistemas em interação que se repetem de maneira similar por toda a sua extensão". A paisagem possui um padrão espacial que pode ser determinado pelos recursos naturais, topografia, tipo de ecossistema, tipo de solo etc.

A pesquisa em ecologia da paisagem teve inicio no final do século XIX e início do século XX, mas suas ferramentas de análise são relativamente novas, oficialmente apresentadas na década de 1980. Ela surge na tentativa de traduzir princípios ecológicos - como estrutura, função e mudanças na paisagem - para a prática dos planejadores e arquitetos paisagistas. A estrutura da paisagem compreende a relação espacial entre os elementos heterogêneos que constituem o mosaico de paisagem, que inclui a matriz, as manchas e os corredores.

Já a função da paisagem refere-se às interações entre os elementos espaciais, o fluxo de materiais e espécies entre os elementos componentes. Se houver uma mudança na paisagem, é porque houve alteração na estrutura e na função de um mosaico ecológico através do tempo devido. Essas alterações podem ocorrer devido à ocupação antrópica, distúrbios ambientais, entre outros.

A natureza na cidade é a consequência da complexa interação entre as atividades humanas e de outros seres vivos do processo natural. A natureza possui uma multiplicidade de sistemas e seres vivos que consistem em processos biológicos, físicos e químicos, que criam e sustentam a vida, a terra e o universo (SPIRN, 2011).

O processo de antropização com a urbanização e seus efeitos causam alterações na paisagem e, consequentemente, as mudanças climáticas agravadas por tais ações têm alterado a capacidade do meio ambiente de fornecer serviços ambientais para proporcionar bem-estar às populações.

Os estudos em ecologia da paisagem contribuíram para identificar alterações nas características e dinâmicas das manchas, de acordo com os níveis de urbanização. As áreas urbanas são caracterizadas por conterem propriedades espaciais diferentes, comparadas às áreas não urbanizadas: apresentam maior densidade de áreas de bordas e maior número de manchas. Os ciclos biogeoquímicos são alterados com a retirada da vegetação, com o descarte de resíduos e a poluição.

Na visão de Cadenasso, Pickett, McGrath e Marshall (2013, p. 109), na ecologia sempre houve diferenciação nos estudos entre espécies na distribuição e funcionamento, ou diferenças no agrupamento de espécies perpassando variações na macroescala de clima, latitude ou elevação. Por exemplo, o nível dos biomas sempre esteve presente.

Porém, no nível da microescala, os ecólogos optam pela homogeneidade como tentativa de desenvolver experimentos que permitissem um estudo mais aprofundado que a heterogeneidade presumidamente não comportaria.

Entretanto, a variação de espécies, e de seus agrupamentos não pôde ser explicada apenas pelas expectativas estabelecidas para diferenças na macroescala mais grosseira do ambiente. Assim, desde a década de 1970, a variação na microescala mais refinada começou

a ser considerada para analisar a influência de heterogeneidade de micro e média escalas, nos estudos de padrões e processos.

A ecologia da paisagem, como uma subdisciplina da ciência ecológica, permite aprofundar estudos sobre o relacionamento recíproco entre heterogeneidade espacial e função de ecossistema. Cadenasso, Pickett, McGrath e Marshall (2013, p. 110) defendem que a paisagem não está restrita a nenhuma escala, refere-se a qualquer área de terra que seja internamente heterogênea em ao menos um fator de interesse. Porém, em se tratando de corredores verdes, o estudo deve ser feito com uma visão mais abrangente da escala regional.

Segundo Nassauer (2012, p. 83), o grande desafio de relacionar a questão da urbanização com a preservação da paisagem, meio natural e biodiversidade, requer respostas do nível governamental e em várias escalas, tanto na micro quanto na macro. Jackson (1984, *apud* Nassauer, 2012) pensa que a ciência, fazendo parte do desenho da cidade, é uma forma inteligente de se intervir na paisagem.

Defendendo a ideia de que todas as paisagens são entidades espaciais visíveis, Nassauer (2012, p. 83) acredita que todas elas podem juntar pessoas diferentes em uma mesma experiência da natureza e local inserido. Ela parte do conceito de paisagem vernacular de J.B. Jackson, em que o ser humano forma todas as paisagens e não só os locais ao qual denominamos de projetados.

Nassauer acredita que a paisagem pode ser aplicada como método e meio para o desenho urbano. Há duas leis que afirmam que: (1) as paisagens integram os processos ambientais, e (2) as paisagens são visíveis. E ainda há dois princípios que se dividem em "paisagem meio" e "paisagem método". O primeiro afirma que o processo de projetar a paisagem interfere no modo com se percebe a própria paisagem e suas funções. Já o segundo emprega o artifício de desenho para produzir potenciais inovativos que antecipam o futuro (NASSAUER, 2012, p. 84).

Há uma relação forte entre as paisagens e os serviços ambientais, tanto que alguns autores determinam como "serviços de paisagem". Essa relação abre espaço para que o conhecimento acerca dos serviços ecológicos possa ser relevante para escalas mais locais, nas quais está a maioria das decisões projetuais.

A primeira lei pode-se resumir como uma paisagem cujas funções estão dispostas em um formato de rede, onde se interligam de várias formas. Assim, a chave para o desenho ecológico é fazer uma hierarquia entre os processos ambientais (ex.: bacias hidrográficas, ciclo de vida dos materiais, habitats etc.) que seja integrada a uma hierarquia de governança (ex.: federal, estadual, distritos, administrações etc.) que afetam o sistema ecológico (NASSAUER, 2012, p. 84).

A segunda, o fato de a paisagem ser visível, abre a possibilidade da discussão acerca da percepção de diferentes pontos de vista de uma mesma característica da paisagem. A aparência da paisagem está diretamente ligada com os processos culturais e ambientais que não são necessariamente aparentes para as pessoas. Assim, a paisagem é formada por elementos de várias disciplinas e que, para analisá-la como um todo, podemos analisar diferentes características isoladas e apresentá-las como uma síntese (NASSAUER, 2012, p.85).

Ambos os princípios - de meio e de método - empregam o desenho (intervenção intencional na paisagem), pois eles seguem a visão de Jackson de que a paisagem é sempre artificial, sintética.

A paisagem como meio pode contribuir com o conhecimento do desenho ecológico urbano para a ciência e incorporar o conhecimento científico aplicável ao desenho ecológico

urbano. Os produtos podem ser paisagens, que são padrões generalizáveis, aplicáveis a lugares diferentes de um determinado tipo; ou projetos, que são específicos para um determinado lugar. A chave para desenvolver um projeto mais útil é a utilização de padrões de projeto generalizado vinculado ao conhecimento científico dos processos ambientais ou sociais com propostas de *design* para locais específicos (NASSAUER, 2012, p. 88).

A paisagem como método se deve ao fato de a sua representação poder ser tratada como um meio compartilhado de síntese. Assim, pode ser empregada para se imaginar e representar paisagens alternativas futuras: produtos de desenho que incorporam novas possibilidades, respondem à incerteza, antecipam riscos e promovem a inovação. Essa inovação aparece no formato de alternativas ou propostas baseadas em circunstâncias hipotéticas, muitas vezes chamadas de "cenários alternativos".

Esses cenários, na forma de paisagens alternativas, de certa maneira, ajudam a antecipar os desafios para a sociedade e para os serviços ecossistêmicos. Eles levam vantagens específicas para o projeto ecológico urbano porque empregam o conceito da paisagem como método e meio para o desenho urbano ecológico. Assim, as contribuições de estudos sobre padrões espaciais relacionados à paisagem, no campo do desenho urbano, podem-se tornar ferramentas para o entendimento de áreas urbanas como sistemas socioecológicos para o *design* de cidades resilientes.

Nesta pesquisa, optou-se por sistematizar os padrões que integram a relação cidade-campo como as estratégias de avaliação da paisagem, identificados em Ian McHarg, o *design* permacultural de Bill Mollison e David Holmgren e os estudos sobre colheita de água da chuva na forma de padrões de desenho para áreas secas de Lancaster (2009). Os padrões foram sistematizados no formato de Alexander et al. (1977): identificação do problema/contexto, recomendações/soluções e desenhos ilustrativos.

No último item, como representativos dos modelos de cidades verdes de baixas densidades, procurou-se demonstrar a abordagem sobre Vilas Urbanas de Christopher Mare que está afinada com a permacultura e o modelo de Cidades-Jardins de Howard.

4.5.1 A contribuição do método de Ian MchHarg (1969), do inventário ecológico na bacia hidrográfica às estratégias de avaliação da paisagem

Segundo Medeiros (2008, p. 23), os ideais de Olmsted influenciaram as gerações seguintes de arquitetos e planejadores na criação de parques lineares e conectores de espaços abertos ao longo dos cursos d'água que se espalharam ao redor do mundo. Olmsted foi o criador da primeira Unidade de Conservação nos EUA. No entanto, com as cidades planejadas para o automóvel, a ideia original dos parques lineares foi-se perdendo com as autoestradas com tráfego pesado lindeiras aos parques.

Com o surgimento do movimento ambientalista, na década de 1960, a pressão sobre a qualidade de vida nas cidades se torna uma questão-chave nos países desenvolvidos. O livro "*Design with nature*" de Ian McHarg (1969) do final da década de 1960 é considerado um clássico, um dos mais importantes no campo da arquitetura e urbanismo da paisagem, que faz a conexão com o que atualmente é denominada de ecologia da paisagem.

A cidade era vista por McHarg como um ambiente patológico. Ele defendia como pré-requisito para o planejamento e *design* um "inventário ecológico", para entender como um lugar veio a ser, bem como uma ferramenta de diagnóstico para identificar problemas e oportunidades. McHarg estabelece diretrizes para ocupações urbanas em diversas regiões, especialmente as metropolitanas.

Pode-se dizer que ele contribuiu para inaugurar uma nova era do planejamento, e foi o precursor do Sistema de Informação Geográfica (*Geographic Information System* - GIS) com o uso de sobreposições das características ambientais para um melhor desempenho do *design* do lugar, com o planejamento de escala regional e com o uso de mapas e gráficos de alta qualidade para promover o propósito do plano.

O método era conhecido como "análise de apropriação do solo urbano", e utilizava como recursos mapas transparentes que se sobrepunham (*overlay maps*). Eles mostravam a drenagem, os solos, os recursos naturais e culturais para revelar áreas susceptíveis a diferentes tipos de usos humanos.

Apesar de tratar de sistemas biofísicos e socioculturais, a lista de verificação continha mais aspectos ambientais do que socioculturais para revelar aspectos do uso do solo. São identificados oito processos naturais relacionados ao uso da terra: clima, geologia, fisiografia, hidrologia, pedologia (estudo dos solos), vegetação, habitats naturais e uso da terra (**Figura 4.16**).

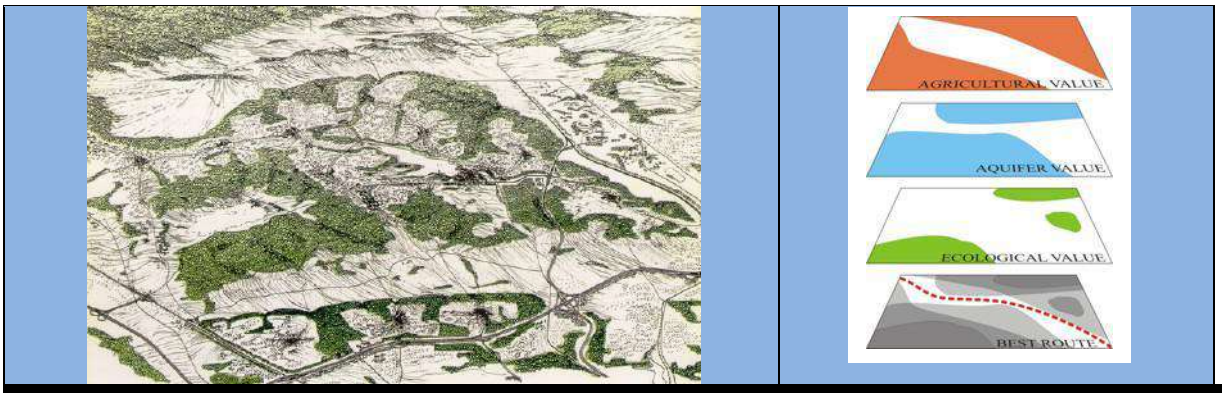


Figura 4.16 - Imagem do planejamento ambiental e estrutura em camadas de Ian Mcharg
Fonte: http://smartgrowthmd.wordpress.com/2011/04/18/%E2%80%9Ci-once-drove-ian-mcharg-to-the-airport%E2%80%9D/

Fatores positivos para a construção incluem um bom solo e fundação resistente. Já os fatores negativos são: áreas de erosão, de encosta, susceptíveis a inundações,de florestas, de recarga aquífera, muito elevadas etc.

McHarg (1969) considerava como exemplo de paisagem para estudos de casos as bacias hidrográficas. Os sistemas das bacias hidrográficas contemplam todos os sistemas abertos de lagoa presentes em determinada área. Seu funcionamento e sua relativa estabilidade ao longo dos anos são determinados pelo equilíbrio da taxa de fluxo de entrada e de saída da água, materiais e organismos de outras partes da bacia. Os ecossistemas das bacias hidrográficas vão muito além do espaço determinado pela margem dos rios, alguns quilômetros de terra e sua rede de drenagem pluvial são importantes componentes deste sistema.

Para McHarg (1969), uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma estrutura permanente unida por meio da água e, embora seja uma estrutura hidrográfica única, não quer dizer que seja somente uma área fisiogeográfica, mas pode contemplar diversas áreas. Nas aplicações anteriores de planejamento ecológico, levava-se em consideração uma série de problemas, porém, normalmente preocupava-se com as áreas diretamente ao seu redor. No caso das bacias hidrográficas, essas preocupações com o impacto causado pelas intervenções devem considerar que a bacia é uma unidade que passa por diferentes meios geográficos e que não são necessariamente adjacentes.

As primeiras considerações devem ser feitas quanto aos aspectos geográficos e climáticos que, de certa forma, dão forma básica à bacia. Quando essas características são ana-

lisadas, as variáveis fisiogeográficas se tornam mais evidentes, além de revelar os locais onde há solos mais produtivos, presença de depósitos minerais, abundância de aquíferos, áreas com potenciais de acessibilidade ou com grandes belezas naturais. A partir do levantamento das características de cada região da bacia, é possível entender que local é melhor para a implantação de cada atividade.

Os fatores fisiogeográficos têm relação direta com o clima, os elementos do relevo interferem nos condicionantes climáticos que marcam as variações climáticas de cada parte da região. Nessa etapa do estudo, são usados os mapas de temperatura mínima e máxima, nebulosidade e precipitação, entre outros gráficos climáticos. Considerando que uma bacia hidrográfica passa por variadas regiões com características físicas diferentes, ao tratar da geologia local, McHarg faz uma descrição de todas as diferentes regiões que compõem a bacia de acordo com suas características geológicas.

Tratando especificamente das características da bacia, rios e lagos, pode-se entender melhor como funciona essa unidade de estudo. Características como área de superfície, área de drenagens, os principais meios de abastecimentos podem ajudar bastante na compreensão do problema como um todo. Além da hidrografia, é importante buscar entender de que forma acontece o sistema de águas subterrâneas, que são importantes recargas de água e outros recursos. Após o entendimento da bacia e sua expressão fisiográfica, pode-se estudar uma grande variedade de tipos de vegetação. É importante mapear os locais de cada conjunto de vegetações para que se possa analisar questões como locação, quantidade e relação entre elas.

Em síntese, McHarg (1969) considera como aspectos básicos para o planejamento regional: geologia, fisiografia, hidrologia, associações de plantas, animais selvagens, problemas de água, recursos hídricos, recursos minerais, acessibilidade, adequações intrínsecas, silvicultura, recreação, urbano (**Tabela 4.15**).

Tabela 4.15 - Aspectos básicos do planejamento regional – Ian McHarg

ASPECTOS	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS
Solo	Classificação dos elementos geológicos Classificação das camadas (da superfície às mais profundas) Determinar o histórico geológico.	Mapa com a localização dos diferentes tipos de solo e suas características Corte do terreno com as definições das camadas representando o histórico do local.
Vegetação e biodiversidade	Determinação das espécies vegetais e animais existentes e as relações entre elas.	Mapa de zoneamentos dos diversos ecossistemas e habitats encontrados.
Clima	Determinação das mudanças e variáveis climáticas mais consideráveis naquela região.	Gráfico com valores de temperatura, precipitação, umidade e demais fatores importantes.
Comunidade	Determinação das ocupações e atividades humanas presentes no local, como agricultura, moradia e recreação.	Mapas de sensibilidade à intervenção urbana, a atividades recreativas e à agricultura.
Bacia hidrográfica	Determinação dos aquíferos existentes, considerando nascentes, rios e lençóis subterrâneos e estudo dos impactos devido a fatores naturais.	Mapa com a localização das diferentes fontes de água encontradas. Mapa com a velocidade e fluxo da água nos períodos de chuvas intensas

São três princípios orientadores: grau de compatibilidade, otimização dos múltiplos usos da terra e conhecimento das regiões fisiográficas **(Tabela 4.16**).

Tabela 4.16 - Princípios orientadores do planejamento regional – Ian McHarg

PRINCÍPIOS	ESTRATÉGIAS
Grau de compatibilidade	Maior valor é dado para os padrões de uso da terra que complementam um ao outro, como mantendo as características de qualidades cênicas, proteção de bacias hidrográficas, redução de ruído e amortecedores apropriados.

Otimizar múltiplos usos da terra	Resolver mais de um problema com a mesma atividade é melhor do que uma solução de uma vez com inúmeras atividades que consomem terra.
Conhecer as regiões fisiográficas	Geologia do lugar, hidrologia e vegetação nativa no início do processo de planejamento.

Na década de 1970, McHarg, Wallace, Roberts e Todd planejaram Woodlands, nas proximidades de Houston, no Texas. Compreendia uma área de 18.000 hectares de florestas de pinhos de carvalhos, que tinha um terço do local dentro da planície de inundação de três córregos, com encostas planas e solos mal drenados. Esses solos cobriam a maior parte do local e as fortes chuvas dos últimos 100 anos provocavam poças de água parada. As técnicas de drenagem convencionais teriam causado grande impacto, custariam mais caras e não resolveriam o problema.

Os arquitetos paisagistas e pesquisadores planejaram uma rede de drenagem natural baseada nas propriedades do solo, vegetação e hidrologias existentes para drenar o local e armazenar os fluxos excedentes. Eles desenvolveram diretrizes de planejamento para o local na forma de um manual[116] com o detalhamento das estratégias de planejamento ambiental que foi distribuído para todos os envolvidos no projeto, desde técnicos, arquitetos, incorporadores a futuros moradores.

O método foi desenvolvido para identificar as áreas que seriam mais adequadas aos usos específicos da terra. O método organiza dados ecológicos de uma forma que pode ser facilmente aplicado pelos planejadores e *designers*, e descreve, passo a passo, como aplicar os critérios selecionados para um lugar específico.

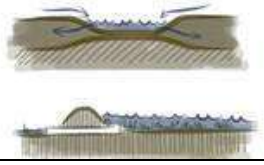
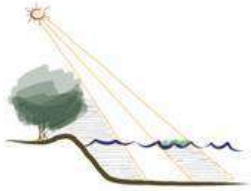
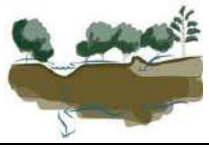
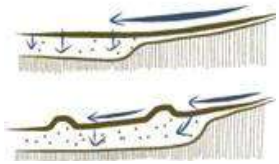
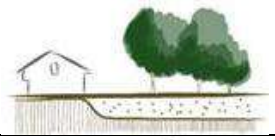
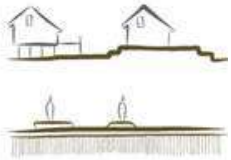
A ideia era que todos os consultores que empregassem o método pudessem produzir uma variedade de projetos, e que todos satisfizessem os objetivos ambientais estabelecidos, mas que o produto final dependesse da criatividade de cada planejador local. Portanto, esses critérios e estratégias podem ser considerados como "padrões espaciais". Nesta pesquisa, alguns foram detalhados no formato de padrões espaciais, contexto e recomendações (**Tabela 4.17** e **Tabela 4.18**).

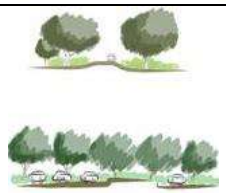
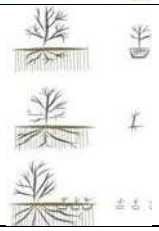
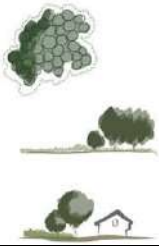
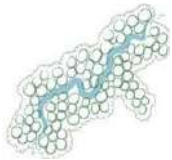
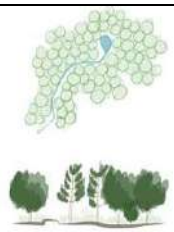
Tabela 4.17 - Estratégias de avaliação da paisagem - Ian McHarg

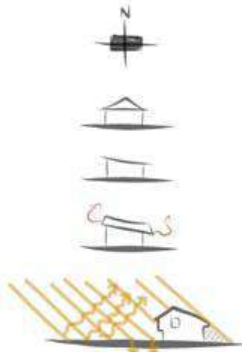
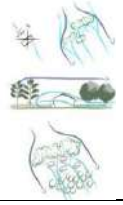
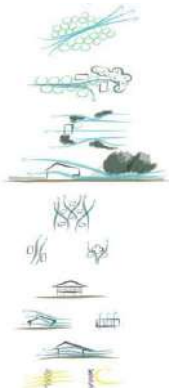
PADRÕES	PROBLEMA/CONTEXTO	RECOMENDAÇÃO	ILUSTRAÇÃO[117]
Geologia: características relacionadas a aspectos de composição, estrutura, propriedades físicas e os processos que dão forma à Terra. É importante relacionar os materiais e proporções presentes no solo, como areia, cascalhos, siltes, argilas e minerais. Outro aspecto a ser observado é a inclinação predominante do terreno e inclinações em áreas específicas. Hidrologia: Características relacionadas à ocorrência, distribuição e movimentação da água no planeta, assim como aspectos de qualidade, ecologia, poluição e descontaminação. Após estudos sobre a demanda de água de uma determinada comunidade, deve-se verificar se a quantidade de água superficial pode atender a esta demanda e, se não, a água subterrânea deve suprir parte dessa necessidade.			
Drenagem natural contra enchentes	O crescente aumento de superfície impermeável, que aumenta a probabilidade de inundações e alteram as características dos aquíferos.	Mantenha ou reforce a existência de canais de drenagem primários e secundários. Um mínimo de vegetação de servidão intocada deve ser preservado.	

[116] Este relatório foi produzido por Wallace McHarg Roberts & Todd para o *Woodlands Development Corporation*. Disponível em http://www.annewhistonspirn.com/pdf/Spirn-Woodlands-1973.pdf

[117] Todas as ilustrações foram desenvolvidas por Fernanda Galvão no âmbito da pesquisa de PIBIC "Identificação dos princípios de sustentabilidade ambiental relacionados aos padrões espaciais dos ecossistemas", orientada pela professora Liza Andrade no projeto de pesquisa "Estudos sobre métodos e ferramentas para promover a regeneração ambiental urbana", do Edital ProIC/DPP/UnB – PIBIC (CNPq) e FAPDF 2012/2013.

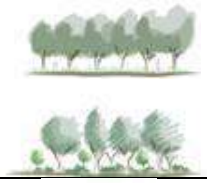
Vegetação nativa contra a erosão e o assoreamento	A remoção da mata ciliar ao longo dos fluxos de água contribui para aumentar a erosão e assoreamento.	Proíba o desmatamento da cobertura vegetal e árvores com função de escoamento. Aumente a existência de canais necessários para o escoamento, introduzindo camadas de vegetação nativa.	
Dispositivos para desbloquear o fluxo de água	A velocidade das águas pluviais contribui para aumentar a erosão. É necessário tardar o escoamento e maximizar a recarga da base de fluxos dos rios.	Use dispositivos que desloquem o fluxo da água para lugares de solo permeável, a fim de permitir a recarga	
Liminologia: Estuda as comunidades bióticas de lagos, rios e reservatórios nos seus parâmetros químicos, físicos e bióticos.			
Estabilização dos corpos de água permanente	A manutenção do fluxo da água em riachos, e da vegetação em torno dos corpos d'água, é medida importante para controlar a erosão e evitar a eutrofização do lago, além de preservar a qualidade da água.	Mantenha a temperatura da água mais fresca possível. Minimize o tempo de retenção e não permita que a drenagem de áreas ao redor deságue para dentro do corpo de água. As águas residuais devidamente tratadas podem reabastecer o lago.	
Habitat para os peixes	Os ecossistemas aquáticos são fundamentais para manter a qualidade da água.	Provenha lugares sombreados e com grama densa para a desova dos peixes. Habitats podem ser formados por árvores e tocos caídos.	
Qualidade e densidade herbáceas nas lagoas	A densidade de herbáceas é importante para manter o equilíbrio dos corpos d'água intermitentes.	Não use os lagos como corpos de água permanente. Se for preciso, use mecanismos de drenagem da água para manter seu nível normal mesmo depois de enchentes.	
Sem erosão e siltação	A vegetação existente no caminho das águas pluviais evita ou minimiza a erosão ou siltação.	Proíba o desmatamento da cobertura vegetal e árvores com função de escoamento	
Solo: O estudo do solo leva em consideração o tipo de drenagem e permeabilidade, posição topográfica e suscetibilidade a inundações. Uma análise das características do solo leva ao cálculo da capacidade de recarga em solos moderadamente a altamente permeáveis.			
Recarga de solo adequado	Os solos com excesso de capacidade de armazenamento são fundamentais no planejamento de um sistema de drenagem natural, onde o escoamento da tempestade de alta frequência será apreendido localmente e recarregado para o lençol freático.	Direcione o fluxo para solos permeáveis com grande capacidade de absorção. Freie a velocidade do fluxo, bloqueando a água em áreas de solo permeável.	
Solos permeáveis descobertos	Os solos permeáveis são importantes para manter as águas subterrâneas.	Localize estruturas em solos impermeáveis. Localize jardins e usos intensivos de recreação em solos permeáveis	
Casas e atividades externas locadas em lugares mais secos	O solo encharcado causa problema de infiltração nas habitações, portanto devem ser locadas no solo mais seco possível.	Implante as construções sobre fundações elevadas. Caminhos de pedestres podem ser elevados ou locados em solos impermeáveis.	
Vegetação: Refere-se às formas de vida que cobrem os solos a partir de condições específicas para o seu desenvolvimento, como luz, calor e umidade.			

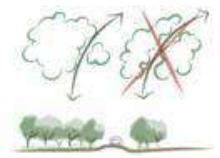
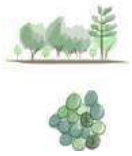
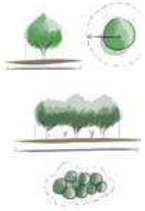
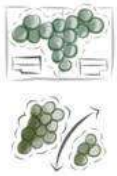
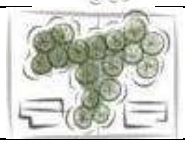
Maior quantidade possível de vegetação existente	As casas térreas ocupam maior espaço no terreno. Habitações com mais pavimentos melhoram a taxa de ocupação no terreno e aproveitam maior quantidade possível de vegetação existente.	Minimize o desmatamento e compactação das áreas ao redor da construção. Use edifícios de vários andares. Áreas de preservação devem ser circulares, ao invés de lineares. Áreas de preservação devem ser mais largas, com bordas irregulares. Preserve uma borda de arbustos e plantas menores ao redor da floresta. Nenhuma mudança de grau ou pavimentação dentro de uma zona equivalente ao diâmetro da copa da árvore	
Experiência imediata das florestas	É importante maximizar a experiência imediata das florestas por meio do uso de vegetação no planejamento do local	Use a vegetação para preservar quintais. Limite o desenvolvimento artificial ao longo das estradas. Estacionamentos devem conter áreas substanciais de vegetação.	
Replantio de vegetação após ocupação	A vegetação do local pode dar indícios das características de diversidade de espécies, estabilidade e singularidade daquele conjunto.	Utilize extensivamente a vegetação nativa. Transplante plantas em desenvolvimento.	
Vida silvestre: As florestas suportam uma variedade de vida selvagem, incluindo espécies ameaçadas e sensíveis. A diversidade de habitat é de primordial importância para a vida selvagem.			
Condições de sobrevivência à vida silvestre após o desenvolvimento de novas espécies	As bordas são consideradas a transição entre duas unidades de paisagem, portanto, importantes para a manutenção da vida silvestre.	Permita que uma densa vegetação cresça na borda das florestas para prover comida e proteção. Coloque grupos de árvores sempre que possível no projeto da cidade, para que os pássaros tenham proteção.	
Prover capacidade de movimento para a vida silvestre	Corredores são áreas homogêneas de uma unidade de paisagem e dispostas de forma linear. São importantes para o movimento das espécies.	Formação de corredores contínuos que podem prover água, comida e cobertura.	
Evitar que a vida silvestre sofra com a intervenção humana	Tipos de vegetação oferecem diversidade para o habitat e devem ser identificados protegidos para uso da vida selvagem.	Provenha áreas largas que ofereçam diversidade de vegetação, água e refúgio. Minimize o cruzamento de pedestres e automóveis nas áreas de corredor.	
Clima: Representa um conjunto de elementos naturais que dão as características variáveis típicas de determinado local. O clima está diretamente ligado aos demais fatores apresentados anteriormente, tais como vegetação e hidrologia.			

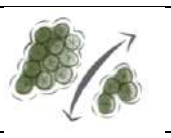
Redução da absorção de calor no verão	A orientação leste-oeste das construções demanda grandes proteções quanto aos efeitos da radiação solar. O uso de telhados com orientação certa minimiza esses efeitos, assim como o material do solo adjacente à construção.	Faça opção por uma orientação que minimize o superaquecimento, como norte-sul. O telhado de duas águas reduz a carga de calor e fornece espaço de isolamento. O telhado ligeiramente inclinado a norte recebe menos radiação que um telhado plano. O telhado duplo reduz rerradiação para o interior. O solo adjacente deve ter pouca reflexão e alta absorção para não aquecer o edifício.	
Sombra no verão e insolação no inverno	O bom desempenho climático das habitações evita problema de umidade nas paredes e, consequentemente, evita doenças.	Localize as estrutura em locais de árvores efêmeras para obter sol no verão e inverno. No verão a estrutura pode ser sombreada no fim da manha e na tarde. O espaço externo deve ser sombreado no fim da manha e na tarde. Os pedestres devem ter caminhos sombreados.	
Conforto e controle da umidade pela ventilação	Os tipos de espécies arbóreas interferem no bom desempenho da ventilação na construção.	Oriente os espaços externos para receber as brisas de verão e evitar tempestades de vento. Árvores efêmeras permitem a passagem de vento. Árvores densas impedem a passagem de vento.	
Proteção à tempestade de vento	O vento sombreado pode ser mais eficaz para o controle da temperatura e umidade de um ambiente. A localização das casas responde aos padrões de movimentação do ar. As casas elevadas são adequadas para se evitar a umidade.	Oriente os corredores de vegetação para aumentar a velocidade do vento. As estradas arborizadas podem funcionar como corredores de vento e serem áreas adequadas de residência. Implante casas elevadas de forma que sua organização interna da estrutura deve permitir a ventilação cruzada. Os brises bloqueiam a luz solar e ao mesmo tempo permitem a entrada da ventilação no ambiente	

Ilustrações desenvolvidas por Fernanda Galvão.

Tabela 4.18 - Estratégias de ocupação dos sítios físicos - Ian McHarg

PADRÕES	PROBLEMA/CONTEXTO	RECOMENDAÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Ocupação com manchas de vegetação pura principal de automanutenção.			
Preservação da vegetação local	Normalmente, há um desenvolvimento maior a favor de florestas de pinheiros ou árvores que não são oriundas do local.	Mantenha estandes de vegetação local pura.	
Dimensões mínimas para a vegetação nativa	Pequenas concentrações de vegetação não implicam em grupo de automanutenção.	As concentrações arbóreas de automanutenção devem ocupar uma área de 300’ x 300’	

Evitar interferências de ruptura das partes	Caso haja necessidade de vias de automóveis ou pedestres	Deve-se manter de um dos lados do caminho uma área mínima. Os caminhos devem ser propostos de forma que minimizem seus danos.	
Ocupação com manchas de automanutenção de vegetação principal predominante, mas também com presença de outras espécies. Esse tipo de ocupação é mais tolerante do que a de vegetação pura, porém suas manutenções são semelhantes.			
Dimensões mínimas para a mancha de vegetação	Pequenas concentrações de vegetação não implicam em grupo de automanutenção.	As concentrações arbóreas de automanutenção devem ocupar uma área de 270' x 270'	
Ocupação com manchas de automanutenção de vegetação com grande diversidade de espécies.			
Dimensões mínimas para a mancha de vegetação	Cada espécie necessita de uma dimensão mínima para se automanter.	Verifique essas dimensões e depois as some para alcançar uma dimensão total.	
Evitar interferências de ruptura das partes	Caso haja necessidade de vias de automóveis.	Mantenha um dos lados do caminho uma área mínima. Os caminhos devem ser propostos de forma que minimizem seus danos.	
Caminhos para pedestres	Caso haja necessidade de caminhos para pedestres, esse tipo de vegetação suporta estes caminhos.	Localize os em áreas sob árvores de maior porte;	
Ocupação com árvores individuais ou pequenos grupos de folhosas. Espécies de planalto são mais tolerantes às variações climáticas do que as de planície, assim como as árvores de menor idade podem se adaptar mais facilmente.			
Zona de abrangência	As árvores devem ter uma zona ao redor que diminua uma alta densidade arbórea e permitindo uma área de manutenção.	Essa zona deve ser aproximadamente a extensão do diâmetro da copa, como raio a partir de seu tronco.	
Manter a zona de abrangência sempre intacta.	Não deve haver construção ou interferência nesta zona	Construções devem ser feitas fora da zona. Vias de automóveis também devem ser feitas fora da zona.	
Ocupação com árvores individuais ou pequenos grupos de pinheiros. Esse tipo de ocupação é bastante tolerante às mudanças externas e em lugares com menor capacidade de haver zonas de abrangência, esse tipo tem mais chance de sobreviver.			
Zona de abrangência	As árvores devem ter uma zona ao redor que diminua uma alta densidade arbórea e permitindo uma área de manutenção.	Essa zona deve ser aproximadamente a extensão de um raio e meio da copa, como raio a partir de seu tronco.	
Manter a zona de abrangência sempre intacta.	Não deve haver construção ou interferência nesta zona	Construções devem ser feitas fora da zona. Vias de automóveis também devem ser feitas fora da zona.	

Caminhos de pedestre	Esse tipo de ocupação permite que caminhos de pedestre cortem sua área sem impactos em sua manutenção.	Localizá-los sob árvore de maior porte mas, de preferência, separar.	

Ilustrações desenvolvidas por Fernanda Galvão.

O manual[118] ainda gera diretrizes para drenagem de solo em relação à ocupação das casas e apartamentos por acre e, também, para estacionamentos, que exigiriam um maior detalhamento para serem elaborados no formato dos padrões e, portanto, não foram contemplados nesta tese.

A utilização de um sistema de drenagem natural contribui para aumentar a água de recarga e aumentar o tempo de atraso para o escoamento que entra no fluxo. No entanto, a utilização da água superficial deve ser cuidadosa. Os lagos e rios possuem vazões altas, de cheia e de seca, sendo necessário evitar a retirada da vegetação e a impermeabilização do solo.

A criação de uma demanda pelas águas subterrâneas traz um problema em relação ao fluxo disponível nos córregos, que parece não ser suficiente para sustentar um lago contra perdas devido à evaporação e vazão necessárias. Um recurso valioso disponível para substituir essas perdas é reuso da água, que será visto adiante.

A recarga artificial pode ser realizada em uma variedade de formas, como a irrigação por aspersão em áreas de alta permeabilidade, por canais de infiltração, por açudes, nos padrões espaciais do *Design* integrado da permacultura.

4.5.2 O *design* integrado da permacultura[119], os princípios de drenagem e colheita de águas pluviais.

A aplicação da permacultura na arquitetura da paisagem - considerada por Rodrigues (2000) como o desenho ambiental por meio do planejamento e desenho dos espaços livres, públicos ou privados, nas suas diversas escalas urbanas - vem sendo desenvolvida por meio do chamado paisagismo produtivo, aliando estética e função na construção de sistemas produtivos que atendam às necessidades humanas, em equilíbrio com os processos naturais do meio.

Criada pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren nos anos 1970, com a fusão de dois conceitos - *agricultura* e *permanente* -, a permacultura é uma metodologia para o desenho integrado, que tem por finalidade projetar comunidades humanas que funcionem em harmonia com os ecossistemas, baseada na renovação cíclica ao invés da exploração linear.

Na natureza, os ecossistemas obedecem a leis, onde cada espécie ocupa seu lugar, em convívio harmônico com as demais espécies, dividindo os recursos disponíveis entre si. Inicialmente, foi designada para o planejamento de ecossistemas agrícolas produtivos, no sentido de lhes permitir estabilidade, diversidade e flexibilidade, à semelhança dos ecossistemas naturais.

---

[118] http://www.annewhistonspirn.com/pdf/Spirn-Woodlands-1973.pdf

[119] Essa pesquisa contou com o apoio das pesquisadoras Natália Lemos no âmbito do curso de especialização Reabilita com a monografia intitulada “Marcos Legais e Agricultura Urbana no contexto da Cidade Sustentável" e na pesquisa “Padrões da natureza encontrados na permacultura”, desenvolvida por Giulia Gheno no âmbito do programa Jovens Talentos para Ciência inserido na FAU/UnB. Posteriormente, alguns resultados foram publicados no artigo LEMOS, N. S.; ANDRADE, L. M. S.; MEDEIROS, V. A. S..*Urban planning through the prism of urban agriculture*. In: International Conference on Changing Cities: Spatial, morphological, formal & socio-economic dimensions, 2013, Skiathos island, Greece. International Conference on Changing Cities: Spatial, morphological, formal & socio-economic dimensions. Skiathos island, Greece: Dept. of Faculty of Engineering, University of Thessaly, 2013.

Na permacultura, os ecossistemas humanos promovem o aproveitamento de todos os recursos (energias), utilizando a maior quantidade possível de funções em cada um dos elementos de uma dada paisagem, com seus múltiplos usos no tempo e no espaço. O excesso ou descarte, produzidos por plantas, animais e atividades humanas é criteriosamente utilizado para beneficiar outros elementos do sistema.

A permacultura é uma filosofia e uma forma elaborada de uso da terra, incluindo estudos dos microclimas, plantas anuais e perenes, animais, solos, manejo da água e das necessidades humanas, em uma teia organizada de comunidades produtivas. Tem com objetivo: criar sistemas agrícolas de baixo consumo e alta produtividade, obter o maior grau de autossubsistência, integrar agricultura, floresta e pecuária, criar uma paisagem útil, bonita, harmônica e diversificada.

Ao que se vê, constitui uma nova maneira de desenvolver padrões de vida a partir da observação dos padrões da natureza, seguindo princípios derivados da aplicação da ecologia e da ética. Esses princípios estimulam a criação de ambientes equilibradamente produtivos, ricos em alimentos, energia, abrigos e outras necessidades materiais e não materiais, o que inclui infraestrutura social e econômica.

São três princípios éticos que fundamentam a permacultura: (1) *cuidado com a terra*, significa cuidar de todas as coisas vivas e não vivas, todas as ações devem manter os ecossistemas intactos e capazes de funcionar saudavelmente; (2) *cuidado com as pessoas*, estimular a ajuda mútua entre pessoas e a comunidade para necessidades básicas de alimento, abrigo, educação, trabalho satisfatório, contato humano e convivência; (3) *distribuição equitativa dos recursos,* significa compartilhar os excedentes para se chegar aos objetivos. Para considerar a distribuição equitativa dos recursos, urge um limite nas necessidades, na população e no consumo, que terão de atender a dois conceitos importantes, a capacidade de suporte[120] e o caminho ecológico.

Para esse ultimo requisito ético, a atitude com relação aos recursos disponíveis é mais importante do que o próprio recurso, pois tudo pode ser visto como vantagem e desvantagem. Sistemas sustentáveis consomem menos do que produzem, o que possibilita seu progresso.

De acordo com Mollison (1998) e Rodrigues (2000), a natureza é uma comunidade organicamente entrelaçada de plantas, animais e microrganismos que sustentam todas as formas de vida. Os padrões de interdependência, de fluxo cíclico de recurso, de reciclagem, de cooperação e parceria, de diversidade e de flexibilidade são alguns dos princípios básicos da ecologia e alguns dos padrões de organização que a permacultura propõe como base para um desenho que cria ambientes humanos sustentáveis, economicamente rentáveis e culturalmente apropriados.

Baseada em conhecimentos científicos e nas praticas tradicionais, a Permacultua visa à manutenção de ecossistemas criados, que tenham a diversidade, estabilidade e resistência de um ecossistema natural. Sua atuação se dá em estruturas visíveis: paisagismo (solo, topografia, vegetação, florestas, água etc.), na arquitetura bioclimatica (habitação e urbanismo), na energia (sol, água, vento, fogo etc.) e em estruturas invisíveis: administração, relacionamentos e cooperativismo.

O desenho permacultural é feito a partir de estratégias ou arranjos em função do local, dos elementos ali existentes e dos elementos a serem introduzidos. Os princípios de a-

[120] Capacidade de um ecossistema suportar organismos saudáveis e, ao mesmo tempo, manter sua produtividade, adaptabilidade e capacidade de renovação.

ção são: funções múltiplas, diversidade, reciclagem de energia, padrões da natureza, localização relativa, recursos biológicos, planejamento com declives, uso das bordas, sucessão natural das espécies e, por fim, zoneamento.

O desenho permacultural atua de forma tridimensional no espaço (horizontal e vertical) e no tempo (ex: plantas crescem em velocidades diferentes). O desenho é formado a partir da montagem de diversos componentes (**Tabela 4.19**).

Tabela 4.19 - Componentes do desenho permacultural

Tipos	Componentes
Componentes do lugar	Solo, relevo, água, clima e vegetação
Componentes energéticos	Tecnologias, estruturas, fontes e conexões
Componentes abstratos	Tempo, informação, estética, ética
Componentes sociais	Homem, cultura, economia, legislação.

O desenho é desenvolvido a partir da observação da paisagem, que indica suas próprias potencialidades e limitações. O conceito de padrão refere-se ao desenho baseado nas formas da natureza, nas relações entre seus elementos que permitem a estabilidade do sistema. A forma como a vida se organiza no ambiente natural é essencial para a construção de paisagens sustentáveis, o que constitui uma referencia básica para o desenho permacultural.

Lembrando Capra (2002), a visão sistêmica da vida indica que sua organização se dá em arranjos, que são denominados padrões. O padrão geral da vida é o padrão de rede, onde tudo esta interligado, cada elemento transforma e é transformado por outros elementos, numa configuração circular. De acordo com Rodrigues (2000), em cada paisagem natural, os padrões resultam da combinação de elementos como: tipo de solo, forma do terreno, clima, relevo, água, vegetação etc. Essa combinação já fazia parte do conhecimento tradicional de povos antigos.

Um exemplo de padrão básico é a árvore: a partir da observação do desenho de seus galhos, verificam-se suas subdivisões. Os galhos maiores se subdividem, em média, em 3 galhos menores, sendo que os maiores são duas vezes mais longos que os menores, indicando assim uma ordem. Essa ordem, formada de subdivisões, apresenta-se similarmente nos rios, na circulação sanguínea, nos raios etc. Esse padrão é um dos padrões que existem na árvore e se chama padrão dendrítico.

De acordo com Rodrigues (2000), há quatro estratégias importantes na permacultura: a setorização, o zoneamento, as conexões e as posições relativas dos elementos. A estratégia de "setorização" leva em conta fatores climáticos e energéticos do local, como, insolação/luz, direção dos ventos, do fogo além de fatores físicos como o relevo e a água.

Quanto maior for a diversidade do relevo, maior a variedade de exposições aos raios solares, resultando em maior quantidade de microclimas e maior diversidade. O relevo e a vegetação condicionam a força, a direção e a umidade dos ventos. Na estação da seca, o fogo pode-se propagar a partir da direção dos ventos, necessitando de proteção com barreiras verdes.

A água é um recurso importante para biodiversidade, a captação e aproveitamento da água da chuva devem ser considerados para manter o clima local mais estável. Esses setores são interligados e contribuem para o posicionamento dos demais elementos do projeto, como uma casa ou um conjunto.

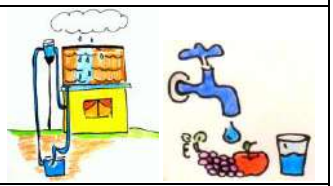
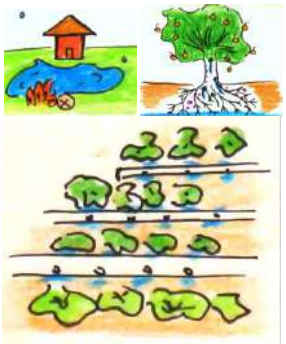
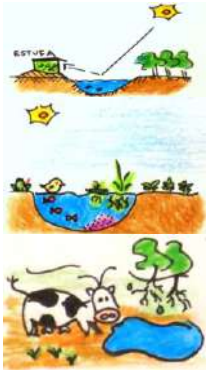
O "zoneamento" é uma estratégia para tomada de decisões em função das necessidades de deslocamentos entre edificação (casa ou edifício) e os elementos a serem projetados na área. Portanto, é importante ter um conhecimento do local (relevo, recurso hídricos,

solo, vegetação, nutrientes etc.), para se consumir o mínimo necessário de energia e trabalho. Nesse sentido, o zoneamento aqui é diferente do zoneamento urbano, que não inclui as características da escala local.

Nas zonas mais próximas à edificação, situam-se elementos que exigem maior atenção e frequência de acesso à vegetação, especialmente devido à necessidade diária, cuidados com a manutenção de floreiras, de ervas culinárias e aromáticas. Nas zonas gradativamente mais distantes das habitações, situam-se elementos do sistema que necessitam visitação mais esporádica, como o pomar, por exemplo, em épocas de safra. E por fim, nas zonas com distâncias bem maiores situam-se as áreas de preservação ambiental permanente.

Um zoneamento permacultural compõe-se de cinco zonas que são bem flexíveis entre si. Essas zonas estão sistematizadas na **Tabela 4.20**.

Tabela 4.20 - Zoneamento permacultural (MOLISSON 1998, ANDRADE, 2005; RODRIGUES, 2000)

ZONAS DA PERMACULTURA	CONTEXTO	RECOMENDAÇÕES	DESENHOS
Zona 0	Consiste na moradia ou na vila urbana. Para essa zona, o planejamento é elaborado para que se conserve energia e água, ajustando-a às necessidades dos usuários (ocupantes do espaço).	Dê preferência à conservação de água e energia nas habitações e na arquitetura bioclimática.	
Zona 1	É a zona mais próxima à casa ou à vila, área onde se situam os elementos que exigem atenção e visitas diárias. Nesta zona é aconselhável a instalação de tanques para água da chuva + poços.	Posicione os componentes dessa zona próximos à habitação: hortas, jardins, oficinas, estufas, viveiros de propagação, pequenos animais (galinhas, coelhos, porco da índia e outros), combustíveis para a casa (lenha e gás), mulch, varal de roupas e a área de secagem dos grãos.	
Zona 2	O uso dessa zona ainda tem uma intensidade relativamente grande, com atividades que necessitam de visitas semanais. É necessário construir tanques na terra + controle do fogo. Algumas espécies de animais são permitidas (galinhas, patos e outras espécies domésticas), tomando o cuidado para que fiquem em áreas selecionadas. Também é permitida a criação de vacas leiteiras, desde que o local seja próximo à zona 3.	Posicione os componentes dessa zona de modo a facilitar a conexão com os componentes da zona 1: hortas que tenha grande produtividade e visitas periódicas, pomar, galinheiros e até mesmo outros tipos e animais. É nesse local que se faz o plantio mais denso de arbustos maiores, pomares mistos e de frutas menores, quebra-ventos, terraços, sebes, grades e tanques. O uso da água é promovido por irrigação reticulada (gotejamento para árvores)	
Zona 3	Agrupa pomares que não requerem podas e sem mulch, pastagens maiores para animais de abate, plantações de maior importância, e plantas para forragem animal. É necessário o armazenamento de água no solo como canais de infiltração mais açudes.	Planeje esta zona envolvendo-a com canais de infiltração, pomares, pastagens maiores e lagos para a piscicultura. A piscicultura engloba a criação de plantas aquáticas, moluscos, rãs, insetos comestíveis, dependendo do objetivo do aquicultor. A água deve ser disponível para algumas plantas, mesmo havendo bebedouros para animais. Lugares altos virados para o tanque ou açude podem ser favoráveis para plantas que necessitam de luz e calor extra.	

Zona 4	Nessas áreas ficam os animais de pasto, agroflorestas que são visitados periodicamente. Em áreas urbanas podem estar os parques. É uma zona semimanejada e semisselvagem. É necessário a construção de açudes mais rios, vertentes e bombas eólicas.	Utilize esta zona para coleta de alimentos mais resistentes, árvores não podadas, áreas de pastagem e manejo de vida selvagem e floresta. A água alimenta a vegetação mais densa e animais selvagens, possível produção de energia para as cidades. Para melhor infiltração da água, preserve a vegetação, não permitindo a compactação do solo com o pisoteio de animais.	
Zona 5	Constitui-se de sistemas não manejados, em outras palavras, os ecossistemas intocados.	Use esta zona para aprendizado e observação. Aqui o usuário se torna visitante e não gerenciador do espaço.	
Observação: Os padrões podem mudar se a composição do espaço envolver dois ou mais centros de atividades, por exemplo entre a casa e a casa de hóspedes ou, em escala maior, entre as edificações de uma vila. Nesse caso, é preciso um cuidado maior na organização das conexões (acessos, suprimentos de energia, água e esgoto, cercas).			

Ilustrações desenvolvidas por Giulia Gheno, no âmbito do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

Outra estratégia utilizada, segundo Rodrigues (2000), são as "conexões", que procuram satisfazer cada necessidade por meio de varias fontes, e onde cada elemento deve atender a várias funções. A diversidade gera riqueza, por exemplo, quando existem variadas fontes de água, os riscos de falta são minimizados. Entre as possibilidades de enriquecer as conexões, o desenho com variedade de bordas, limite entre dois meios, faz-se necessário.

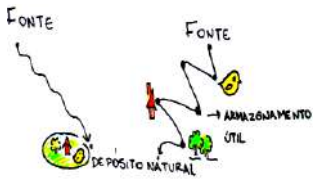
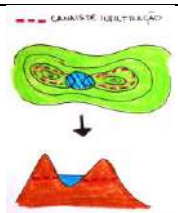
A última estratégia da permacultura é "a posição relativa dos elementos". Esse posicionamento deve ser feito para que as necessidades de cada um sejam supridas por outros dentro do sistema. Os elementos são potencializados a partir do momento em que possuem interrelações com outros elementos, solo, relevo, água, clima e microclimas, vegetação, fauna, elementos construídos. "O único limite no numero de uso de algum recurso possível, dentro de um sistema, está no limite da informação e da imaginação do projetista" (Mollison 1998, pag. 47).

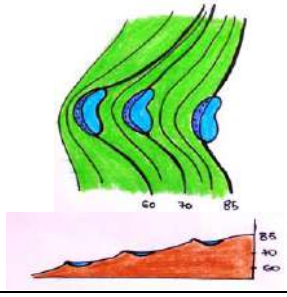
Cada elemento deve ser posicionado de forma a executar o maior número possível de funções. O *design* propõe o máximo de conexão entre todos os elementos do sítio. Para o elemento água, existem várias funções. Um tanque pode ser utilizado para irrigação, dar água aos animais, cultivo de plantas aquáticas, controle de incêndios. Também pode se tornar um habitat para pássaros aquáticos, tanque de piscicultura e um refletor de luz. A **Tabela 4.21** sistematiza alguns padrões baseado no elemento água.

Tabela 4.21 - Desenho baseado na água

PADRÃO	CONTEXTO	RECOMENDAÇÕES	DESENHOS[121]
Zonas intensidade de uso + efeitos de bordas	Existem vários fatores que influenciam no desenho das zonas, um dos mais importantes é a provisão de água, que pode ser determinante na alocação de outros elementos como edificações, plantas e animais. A água supre necessidades variadas e é um moderador climático eficiente.	Faça o zoneamento por zonas, primeiro desenvolva a área mais próxima para assumir o controle e, depois, promova a expansão a partir das bordas.	

[121] Pesquisa "Padrões da natureza encontrados na permacultura" e desenhos desenvolvidos por Giulia Gheno no âmbito do Programa Jovens Talentos para a Ciência, coordenado pela professora Liza Andrade, para contribuir nesta pesquisa de doutorado.

Setores controle de energias externas	A energia que entra deve ser manejada para que haja grande aproveitamento em benefício do sistema. O planejamento de setores trata das energias não controláveis, como sol, luz, vento, fogo e fluxo de água. Esses elementos vêm de fora do sistema e passam por ele.	Faça o manejamento inteligente desses elementos dentro do sistema e sustente os princípios de David Holmgren: capte e armazene energia, não produza desperdícios, use e valorize os serviços e recursos renováveis, entre outros.	
Inclinação do fluxo eficiente de energia (água)	Para a água, a estratégia mais relevante é o aproveitamento da inclinação do terreno (declividade).	Observe o local em perfil e anote as elevações relativas para o posicionamento de açudes, tanques de água ou vertentes (acima do sítio da casa); para o planejamento de estradas de acesso; drenos, desvios de enchentes ou de correnteza; para o posicionamento de efluentes ou biogás etc.	
Sistemas de captação e armazenamento	Na verdade, o que mais importa não é a quantidade de água da chuva, e sim, o número de ciclos que é possível criar para utilizar a água em melhor benefício para o sítio. A melhor solução é criar armazenamentos úteis para diversas funções.	Construa sistemas de captação e armazenamento em elevação no terreno para a utilização de um padrão complexo de cacimbas, açudes e armazenamentos menores, geração de energia e assim por diante, até que a água escape da propriedade. Se os morros e elevações não forem considerados, perde-se a vantagem da gravidade e gasta-se mais energia para bombear a água de volta para cima.	
Drenos	São gentilmente inclinados, utilizados para levar a água para dentro do sistema de armazenamento e irrigação ou para camas de areia ou canais de infiltração.	Para armazenar os fluxos de água use canais de divergencia (drenos), impermeáveis ou selados, canos a partir de vertentes ou qualquer outra superfície selada que colete chuva diretamente. Construa drenos inclinados para levar o excesso de um açude ou tanque a outro.	
Açudes	São usados para armazenamento de volume considerável de água. Podem ser abertos, melhor para áreas úmidas, ou subterâneos, melhor para áreas secas.	Faça o desenho em relação à coleta de água, inserção na paisagem total, relativo às áreas de uso e sistema de saída (preferível usar a gravidade).	
Açudes de sela	Os canais de infiltração captam o escoamento do topo dos morros e dirigem-no para o açude de sela. Os canais são feitos de 1:250 a 500 de queda.	Construa açudes escavados, eles são úteis para armazenamento alto, controle de fogo, vida silvestre e irrigação pequena. É a forma mais alta de açude em uma paisagem que coleta escoamento superficial (*runoff*).	

Açudes de ponto	Os açudes de ponto são utilizados em sistemas de irrigação para encostas mais baixas.	Construa açudes de ponto perpendiculares a um curso de água permanente ou intermitente, com escorredouro. Se utilizados em exesso, não exigem ladrão (escorredouro), e o excesso é direcionado para o próximo açude e, eventualmente, para um córrego.	
Açudes de ponta ou de crista	São construídos em subplatôs ou em áreas planas de encostas e normalmente abaixo dos açudes de sela.	Faça açudes de ponta ou de crista para fortalecer o caminho das águas pluviais e determinar o desenho da parcela ou das vilas acompanhando as curvas de nível. Eles podem ser bem abaixo do nível do solo ou empareados com bancos de terra, com os mesmos usos do açude de sela.	
Canais de infil-tração (*swale*)	Canais de infiltração são"valas de nível" ou "valas construídas" ao longo das curvas de nível do terreno. São longas trincheiras rasas que funcionam ao longo do contorno da paisagem. A parede lateral inferior da vala pode ser utilizada para cultivar, visto que ela funciona como esponja e absorve todos os nutrientes e água que existe na vala. A água dos *swales* também pode ser direcionada aos açudes e lagos.	Instale um *swale* na linha de contorno, uma linha horizontal (com uma elevação constante), ao longo de uma paisagem. Barre o escoamento superficial da água criando faixas de umidade indispensáveis na agricultura, com vegetação na área degradada. O solo removido do *swale* é empilhado do lado em declive para fazer um banco ou ligeiramente levantado. Quando a chuva cai, a água corre ao longo da superfície do solo, e vai ser recolhida na depressão de uma vala. A água vai lentamente infiltrar-se no solo e recolher em bolsões subterrâneos que abastecem as raízes das plantas por semanas e até meses sem chuva, aumentando a produção de alimentos, criando florestas e terraços de produção.	
Árvores	Nas áreas florestadas, a chuva é espalhada de modo homogêneo e suave. Elas evitam a erosão do solo que dificulta a infiltração da água. Regiões desmatadas podem perder até 90% da água da chuva.	As árvores são componentes essenciais nos *swales*, para reduzir a acumulação de sais. Plante árvores ao longo dos canais de infiltração.	

Ilustrações desenvolvidas por Giulia Gheno, no âmbito do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

Na permacultura, os canais de infiltração ou *swales* são um método utilizado para "colher água da chuva". São longas trincheiras rasas que funcionam ao longo do contorno do terreno no mesmo nível.

Lancaster (2009) aprofundou estudos sobre colheita de água da chuva na forma de padrões de desenho para áreas secas e além, e sistematizou em oito princípios norteadores, relacionados aos princípios da ética da permacultura, os quais fundamentam o modo como conceituar, projetar e construir sistemas de colheitas de águas que sejam resultantes em

múltiplos benefícios. Os princípios da ética da permacultura são mencionados para lembrar o cuidado com todos os modos de vida e recursos ofertados, atentando para manutenção e conservação.

4.5.2.1 Os princípios de drenagem e colheita de águas pluviais.

Para os fluxos de água, todas as partes do sítio, plantas, animais e solo são únicas e devem interagir por meio de suas características distintas. Para essa integração, Lancaster (2009) propõe oito princípios de colheita de água que podem ser aplicado em todos os locais e devem ser seguidos sempre. Esses princípios possuem benefícios próprios, mas para o alcance de múltiplos benefícios é necessário integrá-los uns aos outros de forma sistêmica.

O uso integrado dos princípios introduz mudanças que direcionam ao sucesso do sistema, reduz dramaticamente os erros e capacita o projetista para estabelecer a adaptação de várias estratégias de conhecimento específicos do lugar, além de expandir os benefícios locais de modo integrado. Os princípios foram estipulados por meio de observações pessoais e experiências práticas de outras pessoas, que se propuseram a trabalhar a questão da água em seu sítio, e que conseguiram êxito significativo.

Os princípios para composição da drenagem e colheita de águas pluviais, baseados na permacultura são: (1) entendimento e observação do local; (2) quedas e caminhos das águas; (3) escala humana, pequena e simples; (4) escoamento e infiltração de fluxos das águas; (5) rotas de transbordamento das águas; (6) maximização da vida e da cobertura do solo orgânico; (7) maximização das relações por funções acumuladas; (8) reavaliação contínua (*feedback*) (LANCASTER, 2009, p. 29-28). Os princípios 2, 4, 5 e 6 são fundamentados no desenvolvimento e promoção do PELUM (*Participatory Ecological Land-Use Management - Association of East and Southern Africa*); já os princípios 1, 3, 7 e 8 são fundamentados nas experiências e observações do autor.

Lancaster (2009) inicialmente adota a definição de princípios, para descrever o modo como compor o espaço, mas ao propor a construção de um "*design* integrado" ele adota a definição de padrão. O autor entende que padrão ilustra melhor a maximização de benefícios e eficiência por estruturar o entendimento de "funções acumuladas".

A proposta de *design* integrado promove o atendimento das necessidades locais (comida, água, abrigo) por elementos locais (águas pluviais, águas cinzas, vegetação, incidência solar) criando uma composição espacial eficiente que economiza os recursos disponíveis enquanto promove sustentabilidade e funcionalidade local. Ao propor o *design* integrado o autor estabelece a relação dos princípios com as questões de incidência solar no local e suas respectivas influências. Nesse momento passa a chamar o conjunto de padrões do *design* integrado, direcionando para a colheita de águas e drenagem.

As relações geográficas mencionadas nos padrões do *design* integrado para a drenagem estão direcionadas ao hemisfério norte, identificadas por Lancaster (2009). Este trabalho atenta que, para o hemisfério sul, as direções devem ser mudadas. Essa alteração não é aqui mencionada para que não se perca o entendimento da relação proposta pelo autor quanto aos princípios de trabalho[122].

---

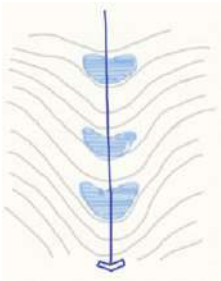
[122] O autor ilustra a relação entre hemisférios em sua bibliografia, assim sendo, para melhor compreender as diferenças entre os hemisférios é importante consultar o capítulo 4 do livro "Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond", Volume 1: Guiding Principles to Welcome Rain Into Your Life and Landscape.

A relação estabelecida pela proposta de Lancaster (2009) quanto aos padrões do *design* integrado para drenagem e colheita de águas foi sistematizada no formato dos padrões anteriores, baseado em Alexander et al. (**Tabela 4.22**).

Tabela 4.22 - Padrões do *design* integrado para a colheita de águas e drenagem 123 (LANCASTER, 2009)

PADRÕES	PROBLEMA/CONTEXTO	RECOMENDAÇÃO	ILUSTRAÇÃO (Natália Lemos)
1.Entendimento e observação local	Todo lugar deve ser entendido por suas características distintas, as quais devem determinar funções e inserção de sistemas adequados.	Inicialmente, observar os aspectos locais em trabalho, e como suas integrações acontecem. A proposta de drenagem deve trabalhar ao modo e em favor das observações levantadas, atentando sempre para a observação do resultado em relação ao proposto.	
2. Quedas e caminho das águas + orientação solar	O desenho deve contemplar as áreas locais, que drenam ou contribuem para drenagem. A drenagem inicia no topo do terreno e nos pontos altos que atuam como divisores de águas; tendo o sentido do topo para baixo. A orientação das edificações, espaços de vivência, a colheita de águas, e demais áreas devem atentar para maximizar o processo passivo de refrigeração e aquecimento, reduzindo as necessidades de energia e água.	As vertentes são entendidas como áreas de drenagem de água da paisagem ou de uma área especial. Para corte de erosão em encostas nuas e áreas grandes (como morros, montanhas, vales e planaltos), não podem ser maiores que 1,9m². Para conjuntos de lotes residenciais ou comerciais, pequenos estacionamentos e campos abertos; as vertentes devem ser compostas por um conjunto de subvertentes.	
3. Escala humana, pequena e simples + saliências das edificações	O "pequeno" é o valor primordial e mais belo, além de ser mais barato de implantar e ter maior eficiência quando se trabalha com a composição e desenho de sistemas de drenagem. Para tal, a escala humana dever ser adotada como escala básica, e possibilita a implantação de técnicas e manutenção mais simples, além de permitir que os sistemas se mantenham em si mesmos. Os prolongamentos das edificações e áreas de telhado serão úteis para sombreamento e trocas de massas térmicas.	A escala humana rapidamente mostrará o que funciona ou não; irá ensinar o que fazer sem os prejuízos da grande escala. Não é bom criar sistemas caros ou elaborados que não sejam adequados para sua proposta e realidade. A simplicidade de conjuntos em dúzias, centenas ou milhares de vertentes resultam em minúsculas esponjas de colheita, trazendo maior eficiência e mais facilidade de manutenção. Esses conjuntos captam e espalham mais água, consolidando uniformidade em todo o sítio.	
4. Escoamento e infiltração das águas + arco solar	A captação de águas voltadas para o escoamento e infiltração do fluxo das águas provenientes dos jardins adjacentes e dos telhados deve estar diretamente ligada ao solo. Quanto ao arco solar, as influências do sombreamento das edificações, jardins e pontos de encontro no quintal devem estar vincular ao sol.	É necessário maximizar o potencial de infiltração no solo com múltiplas técnicas de escoamento por poros superficiais que percorram pelo solo. Nesse intuito, o objetivo é "plantar" águas como se planta cultivos.	

[123]Sistematizados e ilustrados por Natalia da Silva Lemos no âmbito da pesquisa de monografia "Marcos Legais e Agricultura Urbana no contexto da Cidade Sustentável do curso Reabilita orientado pela professora Liza Andrade. Essas ilustrações foram desenvolvidas para auxiliar na pesquisa desta tese.

5. Rotas de transbordamento das águas + armadilhas ao sol	Na proposta de drenagem é relevante que se planeje rotas de transbordamento para o excesso de água como recurso. É importante que o desenho seja sempre planejado para chuvas. Armadilhas de sol criam microclimas ideais para jardins, plantas sensíveis, áreas de acolhimento ao ar livre e poleiros.	Com chuvas pesadas, escoamentos extras são direcionados de uma bacia a outra próxima até que se atinja o local da planície de inundação natural ou cisternas de armazenamento. Nas áreas urbanas esse entendimento é extremamente válido para a drenagem em ruas. As armadilhas ao sol são mais abertas que o arco solar.	
6. Maximização da vida e da cobertura do solo orgânico + aproveitamento do potencial solar do inverno	O cultivo de plantas cria raízes e a queda de folhas no solo, quando em conjunto, possibilita a geração do *mulch*, que por sua vez permite que animais como as minhocas criem um conjunto de buracos no solo. A exposição aberta para o sol do inverno deve ser mantida para o sol em janelas, jardins, aquecedores solares de água, painéis e fornos solares.	Faça compostagem dos resíduos orgânicos. Os buracos originados pelas minhocas criam no solo uma semelhança às esponjas vivas, permitindo que se dobre as taxas de infiltração das águas pluviais. Faça o projeto da habitação com as janelas orientadas para o sol de inverno e favorecer as necessidades de aquecimento e energia das casas.	
7. Maximização das relações por funções acumuladas + emparelhamento de caminhos e bacias aprofundadas	A proposta de drenagem precisa ter um desenho em que o projetar e o planejar a "colheita" de água esteja estruturada por todo o sitio, possibilitando que os sistemas empilhem e integrem funções para que se atinja a maior eficiência e produtividade nos conjuntos de metas e objetivos. É importante manter as vias de acesso "altas e secas", e as áreas plantadas "afundadas e úmidas".	O desenho normalmente apresenta uma estratégia para a função primária, mas isso não deve impedir a sua adaptação para funções adicionais, em cada lugar há um potencial para empilhar funções que deve ser aproveitado no contexto de todo o sítio. O entendimento primordial é fazer com que o "efeito dominó" trabalhe em seu favor. Além disso, também é importante sempre emparelhar um caminho criado com uma bacia afundada, para capturar o escoamento e expandir o abrigo.	
8. Reavaliação contínua – *feedback* + pavimentação permeável	A manutenção e adaptação (*feedback*) serão necessárias ao longo do tempo, se bem projetados no início, as mudanças tendem a ser menores. A pavimentação precisa ser reduzida e permeável em sítios e bairros urbanos.	Todas as paisagens são continuamente envolvidas e requer trabalhos contínuos, é preciso voltar com frequência e observar como os elementos principais, se há reparação para fazer, além de ver se existem de melhorar o plano local e as técnicas usadas. Os pavimentos permeáveis podem reduzir o escoamento superficial em até 90%, além de produzir águas pluviais mais limpas, quando comparadas com pavimentos impermeáveis.	

Ilustrações: Natalia da Silva Lemos.

A permacultura é aplicada, geralmente, em áreas rurais, em sitos ou agrupamentos denominados Ecovilas, mas que podem estar em áreas urbanas. Elas possuem um número de membros que podem variar entre 50 a 3.000 pessoas. São definidas por Gilman (1992) como "assentamentos de proporções humanas, funcionalmente completos, onde as atividades do ser humano se integram inofensivamente ao mundo natural, de forma a ajudar o de-

senvolvimento saudável deste e poder perdurar por um futuro indefinido.” Para o âmbito da cidade, Christopher Mare adota do conceito de “Vilas Urbanas”.

4.5.3 As Vilas Urbanas de Christopher Mare

Com as previsões de declínio do petróleo e escassez futura de recursos naturais Christopher Mare (2008, p. 78) propõe o modelo de Vilas Urbanas como unidades sustentáveis autossuficientes, baseadas nas aldeias tradicionais, em resposta à situação dos padrões de concentração urbana encontrados simultaneamente em diversos países.

À medida que há um crescimento da população também há um aumento da concentração urbana e sua densidade. Ele destaca que a sociedade contemporânea é movida pelos combustíveis fósseis, que são recursos naturais esgotáveis, mas não se percebe o esgotamento desses recursos. A consequência disso é uma severa e forçada retração do modelo vigente justamente por não conseguir sustentar-se. Surge, assim, a necessidade de traçar uma nova trajetória evolutiva em busca da sustentabilidade.

Mare (2008) se refere a esta trajetória como a “descida à aldeia urbana”, pois a vila urbana se encaixaria nesse contexto como a solução sustentável. Buscando parâmetros para a proposição da aldeia urbana, o autor explora relação existente entre o regime de energia e as densidades urbanas ao longo da história.

Tomando a densidade como uma medida significativa pra gerar forma física, tenta estabelecer uma densidade ideal. Constatou-se que nas cidades pré-industriais a população não ultrapassava 100 mil habitantes. Havia constância no tamanho dos assentamentos em diversas localidades nesse período. As densidades pairavam sobre um restrito intervalo até o início da revolução industrial, onde se tem a mudança do regime de energia.

O autor compara os números das cidades primitivas com os números obtidos nas cidades industriais, observando que a revolução industrial marca uma transição entre regimes energéticos. A conclusão foi que a população, o tamanho e a densidade dos assentamentos eram limitados por seu regime de energia, sendo ela um fator determinante, que acelerou o metabolismo das cidades e proporcionou o aumento e deslocamento da população.

O grande aumento da população e as altas densidades tornaram as condições de vida mais precárias garantindo, por meio desse crescimento, que este padrão se tornaria insustentável. O aumento da população foi a causa do desenho excedente nas cidades, do alargamento da área dos grandes centros, com a contribuição do desenvolvimento dos meios de transporte e dos combustíveis. Estes possibilitaram o surgimento dos subúrbios, um padrão de familiar tangível para os menos afortunados devido ao afastamento da cidade.

Mare (2008) afirma que o combustível não só possibilitou esses assentamentos como também determinou a sua natureza e forma. O combustível também permitiu a verticalização das cidades modernas, levando consequentemente à densificação das grandes cidades. Apesar de se defender a verticalização como uma grande conquista, alegando que densidade planejada é uma solução mais sustentável no aspecto de reduzir a expansão urbana, questiona-se a sua viabilidade na era do pós-carbono. Isso porque as cidades com alta concentração apresentam alto consumo de energia, o que não é adequado ao quadro atual onde as fontes declinam cada vez mais.

Como as fontes de energia começam a diminuir, faz sentido que os movimentos de emigração das grandes cidades para cidades menores e para o campo sejam considerados como respostas a esta nova realidade. Estes movimentos, como as ecovilas, que apresentam baixas densidades, guiaram Mare (2008) em suas conclusões finais. Segundo o autor, para o

novo regime da era pós-carbono ser sustentável, ele deverá utilizar drasticamente menos energia do que o regime anterior, exigindo baixas densidades.

Ele considera a proposta de Vilas Urbanas de uso misto uma solução de regeneração e reparação urbana (retrofit) para as cidades atuais como uma maneira de moldar as estruturas, padrões e processos da forma urbana, tranformado-as em comunidades sustentáveis autossuficientes, com foco na escala humana local para produção.

No entanto, devem ser adaptadas ao nosso tempo para atender às necessidades essenciais primárias: produção de alimentos, água, abrigo, energia para cozinhar e para aquecimento, bem como as necessidades não tangíveis, como trabalho significativo, de interação social saudável, e de relacionamento com um poder superior, fundamentado na ecologia humana.

Ele propõe o conceito de "aldeia como ecossistema", defendendo a importância da produção primária de energia. Baseia-se em Odum para dizer que um ecossistema é um conversor de energia solar: a entrada de energia solar inicial é convertida por cloroplastos em carboidratos e armazenada como biomassa. Todas as outras são transformações de energia derivada desta primeira conversão.

Os ecossistemas são sistemas abertos que têm entrada e saída de recurso de forma contínua. A extensão dos ambientes de entrada e saída é flexível e depende de algumas variáveis como: tamanho do sistema, intensidade metabólica, equilíbrio da cadeia alimentar e estágio de desenvolvimento. A principal energia de entrada é o Sol, mas também pode ser vento, chuva, fluxo de águas ou combustíveis fósseis. Já a energia de saída é normalmente dada em forma de calor, matéria orgânicas e/ou poluentes.

O novo regime seria um regime solar, com assentamentos limitados em extensão e baixas densidades, que coopere com as ecologias locais. Mare (2008) defende uma compacidade, não no sentido da cidade compacta, mas com relação à redução da superfície urbana total. Assim seria possível uma base solar do regime de energia, que depende de colheita, transformação e extensão. E pode ser desenvolvido por meio da prática da agricultura orgânica e de sistemas agroflorestais. O sistema do novo regime vai determinar as densidades e as áreas das cidades, assim como no cenário pré-industrial (Mare, 2008).

Christopher Mare, ao propor uma população de 5.000 pessoas para Vilas Urbanas, tem como base as aldeias antigas e o "Padrão 12 – Comunidade para 7.000 pessoas", do livro "Uma linguagem de padrões" de Alexander et al. (1977, p. 71). Este padrão diz que, para que as pessoas tenham voz eficaz, a comunidade não possuir de 5.000 a 10.000 pessoas. Ele também cita Rob Krier, que coloca o limite de 10.000 pessoas para porções urbanas (**Figura 4.17**).

Figura 4.17 - Padrão 12 "comunidade de 7.000 pessoas e padrão celular da Vila urbana.
Fonte: Alexander et al. (1977) e Mare (2008). Esquema desenvolvido por Dandara Krossara (PIBIC)

O que se imagina é uma reestruturação orgânica do tecido urbano em um conjunto celular autossuficiente, automantido e com interfaces metabólicas entre as unidades. Cada Vila Urbana poderia ser concebida como uma célula dentro de um tecido urbano maior. Ele propõe as seguintes características e números para as vilas urbanas de um modelo sustentável (**Tabela 4.23)**:

Tabela 4.23 - Características das Vilas Urbanas (MARE, 2008)

População	Entre 50.000 a 80.000 pessoas
Densidade	32 hab/ha
Configuração e padrões espaciais	Centros com usos intensificados diminuindo a densidade em paralelo ao afastamento do centro. Sub-centros: uso misto rodeando uma praça central. 5.000 pessoas ocuparão 40 ha - 1.000 pessoas (20%) habitarão o centro da Vila - centros com densidades de 32hab/ha; consequentemente, seriam necessários 5 ha para este centro - 4.000 pessoas (80%) organizadas em unidades de vizinhança ocupariam os 35 ha restantes - 8 unidades de vizinhança de 4,4 ha Padrão espacial urbano sub-organizado em um conjunto de distritos Distintos com funções distintas de apoio ao todo, "Vilas interdependentes em escala regional".
Gestão	Conjunto integrado em sua ecologia de apoio local Autogovernada: democracia participativa.
Limites entre Vilas	Limites inexoráveis: delimitação por larga faixa de parques, florestas, pasto, corredor de vida selvagem, mata ciliar e terras agrícolas.
Produção por distrito	Cada distrito produz sua própria alimentação, vestuário, energia, abrigo, água etc., e cada lugar se especializa em um determinado tipo de indústria. Comércio dentro da biorregião total das Vilas - cada um vai gerar uma variação de cultura, música, discurso - serão autogovernadas por uma democracia participativa - integradas em sua ecologia de apoio local.

Na visão de Mare (2008, p. 83), o planejamento ecológico é o encontro do urbanismo e da ecologia para promover a vida, a respiração da biosfera, biomas suborganizados em ecorregiões e ecossistemas. Significa preparar a atividade humana com os limites naturais estabelecidos por processos e estruturas ambientais.

No entanto, segundo o autor, a educação tradicional em arquitetura e planejamento não tem a visão da transdisciplinaridade ampliada que permitiria aos teóricos apreciarem plenamente as implementações de suas propostas. As carreiras financeiras estão dentro dos limites confortáveis do progresso sequencial definido pelo *status quo* e com o pico do petróleo distante da realidade das populações urbanas ainda não foi sentida a urgência no nível das tomadas de decisão.

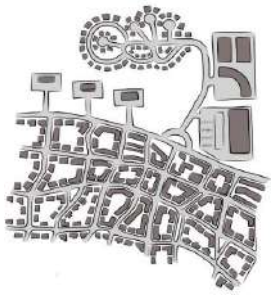
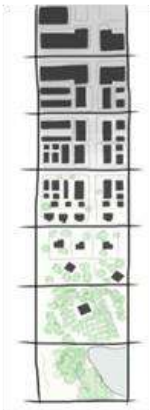
4.6 Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável: uma tentativa de integrar os padrões espaciais dos ecossistemas urbanos

O desenho urbano evoluiu nas últimas décadas no estabelecimento de padrões espaciais ou parâmetros de projeto como redes de ruas estreitas, uso misto de habitações, diferentes tipos de edificações, variedade de espaços públicos como pequenos parques e estacionamentos de forma criativa. Porém, na visão de Farr (2013, p. 93), ainda faltam alguns parâmetros mais sustentáveis.

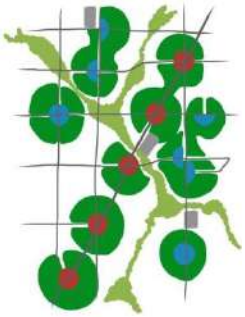
Ele argumenta que os espaços antigos, tão defendidos como padrões de qualidade do espaço não eram nada sustentáveis, e esse modelo continua-se repetindo como boas práticas. Ainda se observam águas pluviais e esgoto canalizados, enterrados, escondidos. As edificações não têm um bom desempenho quanto ao uso de energia e recursos. O escoamento pluvial superficial ainda não é filtrado, há ilhas térmicas urbanas, os resíduos não são reusados e há uma total dependência das redes públicas globais de energia, alimentos e recursos.

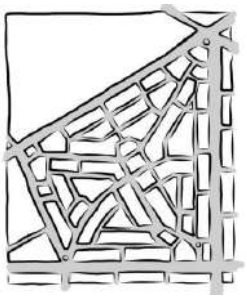
Assim, Farr (2013, p. 95 a 209) propõe novos parâmetros interdisciplinares dimensionais e relacionais de projeto, baseados em regras práticas para o desenho e desenvolvimento do urbanismo sustentável, desenvolvidas por mais de 30 grandes especialistas norte-americanos. Os parâmetros[124] foram organizados em grandes categorias: aumento da sustentabilidade com o aumento da densidade urbana, corredores de sustentabilidade, bairros sustentáveis, biofilia, edificações e infraestrutura de alto desempenho (**Tabela 4.24**).

Tabela 4.24 - Parâmetros emergentes do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 95 a p. 209)

PADRÕES	PROBLEMA /CONTEXTO	RECOMENDAÇÃO	ILUSTRAÇÃO
CATEGORIA: AUMENTOS DA SUSTENTABILIDADE COM O AUMENTO DA DENSIDADE URBANA			
A dualidade das densidades	A densidade é o tema principal do urbanismo sustentável. Entretanto, ao mesmo tempo em que o aumento da densidade diminui o uso dos recursos locais com a redução dos deslocamentos e gera benefícios globais, essa questão ainda parece estar em conflito com o pensamento da população sobre os benefícios locais e a qualidade de vida, com o aumento da densidade de tráfego e bloqueio da luz solar.	Para amenizar o conflito, procure encontrar o equilíbrio entre os impactos locais e os benefícios globais. Quanto maior a densidade populacional, menor os deslocamentos por pessoa por dia e maior a densidade de deslocamentos por dia. Encontre o equilíbrio entre o número de deslocamentos e a densidade de deslocamentos por dia.	
Custo da densidade construtiva	Nas diversas densidades urbanas, o custo de construção de um projeto geralmente aumenta conforme a densidade. Em pesquisa realizada nos EUA, o índice de custo de construção varia por hectare desde o valor: a) mínimo 0,9 - para blocos habitacionais baixos (112,5 unidades), de dois ou três pavimentos, no meio da quadra em vias locais com acesso direto com base de construção de estrutura de madeira; b) médio 1,0 – para casa unifamiliar (25 unidades) de estrutura em madeira com recuo e dois pavimentos; c) máximo 2,5 – para torre de apartamentos de mais de 8 pavimentos (375 unidades) com garagem em múltiplos andares no pódio com construção de estrutura em concreto.	Procure o equilíbrio adequado entre as exigências de zoneamento e construção dos códigos, os custos da construção e os lugares para interiorizar os estacionamentos. Deve-se atentar para os preços de aluguéis e vendas. Para se construir em altas densidades, os preços de aluguéis e vendas também serão mais altos para suportar o custo do projeto.	
Transecto do dia a dia	O transecto urbano-rural descreve as escalas, as densidades e os caracteres variados dos tipos de lugares, de cidades centrais a áreas silvestres. Lugares mais densos, por terem menos jardins ou áreas verdes para criar zonas de transição ou barreiras entre os prédios, exigem um investimento maior em projeto e estética. Porém, há mais dignidade sustentável nas famílias, que se deslocam a pé ou por transporte público e vivem em apartamentos menores que o padrão.	Em uma região, crie diversidade de ocupação de acordo com o transecto. Além de ilustrar o tipo de lugar em que as pessoas vivem, demonstra a saúde, bem estar e as opções disponíveis. O caráter dos lugares se difere ao longo do transecto e como as pessoas e empresas se adaptam. T1 – Zona natural T2 - Zona Rural T3 – Zona Suburbana T4 – Zona Urbana Geral T5 – Zona Central da Cidade T6 – Zona do Núcleo da Cidade	

[124] Imagens dos sites http://www.farrside.com/RoomToRegion.aspx?cat=5&id=22
http://www.wmdarchitect.com/TOD.html

Áreas mais compactas para água	Há muitos componentes que podem influenciar a proteção de bacias hidrográficas, como a implantação apropriada do empreendimento no contexto da bacia, a preservação do espaço aberto adequado e a proteção das características ambientais essenciais. O lugar e a forma adequada se tornam cruciais. Entretanto, para proteger as fontes de água, os municípios estão adotando estratégias de uso do solo para a urbanização de baixa densidade. Estudos mais recentes da Agencia de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA estão demonstrando que nem sempre a urbanização de baixa densidade é a melhor solução.	Para determinada quantidade de unidades por hectare, a urbanização de densidade mais baixa ocupa uma parte maior da bacia hidrográfica gerando os índices mais altos de escoamento superficial da chuva por moradia. Portanto, para consumir menos solo, desenhe ocupações de densidades mais altas, porém diminuindo a cobertura impermeável do terreno com boas práticas de gestão de águas pluviais BMP no nível local e regional: valas de drenagem, áreas de biorretenção e biodigestores.	
Densidades e modais	Uma concentração de pessoas que vive ou trabalha próxima a uma parada de transporte cria um mercado estável de pessoas que percorre uma distância curta a pé até o serviço de transporte púbico. Porém, ainda é pouco estudada a quantificação dessa relação entre densidade populacional em um corredor de transporte público e sua capacidade de sustentar o transporte.	Relacione os modais de transporte com a densidade residencial mínima (unidades habitacionais por hectare) necessária. Alguns exemplos: Taxi-lotação - chamado por telefone de muitas origens e muitos destinos (15 unidades/ha) Ônibus local mínimo - paradas a cada 800m, 20 ônibus por dia (10 unidades/ha). Ônibus local intermediário - paradas a cada 800m, 40 ônibus por dia (17,5 unidades/ha). Ônibus local frequente ou ônibus expresso acessado a pé - paradas a cada 800m 120 ônibus por dia (37,5 unidades/ha). Área de cobertura de 5Km^2. Metrô leve para corredor de 65 a 260km^2 - partidas a cada cinco minutos ou menos, no horário de pico (22,5 unidades/ha) Ônibus em corredor para 260 a 390 Km^2 – partida a cada cinco minutos ou menos durante o horário de pico (30 unidades/ha).	
CATEGORIA: CORREDORES DE SUSTENTABILIDADE			
Subcategoria: Empreendimento urbano voltado para o transporte público (TOD)			
Empreendimento Urbano voltado para o Transporte público (TOD)	O desejo por maior acessibilidade e mais opções de habitação e transporte resultou em uma tendência de empreendimento chamada Empreendimento Urbano Voltado para o Transporte Público (*Transit Oriented Development* - TOD). Regiões onde as pessoas moram perto de sistemas de transporte público têm cerca da metade do número de automóveis que seus vizinhos suburbanos.	Crie empreendimentos com habitações para diversos níveis de renda a uma distância que possa ser percorrida até o transporte público. Promover o TOD de renda mista: habitações realmente populares, uma base estável e confiável de usuários de transporte público (solteiros, casais sem filhos, idosos e usuários de baixa renda); maior acesso a oportunidades e proteção do deslocamento.	
TOD e tipologia do lugar	Os tipos de uso em um TOD devem ser combinados cuidadosamente, com a função da estação e as necessidades e desejos daqueles que	Use o transecto para determinar cada tipo de lugar. Oriente a rede viária para pedestres e acesso ao transporte público.	

	vivem e trabalham nas proximidades. O TOD não deve visar apenas a um conjunto prescrito de densidades ou mescla de usos. As densidades devem ser combinadas com padrões de ruas orientadas para pedestre, acesso ao transporte público, amenidades e mescla adequada de comércio e empregos próximos. O TOD deve criar lugares que integrem o transporte público aos bairros vizinhos; entretanto, as qualidades específicas do lugar devem ser respeitadas, assim como os diferentes papéis que ele desempenha no contexto regional. O empreendimento próximo às estações de transporte deve ser integrado ao tecido urbano à sua volta.	Grande centro urbano – residências multifamiliares de 5 pavimentos ou mais, comércios, escritórios com mais de 23.000m^2 e lojas com mais de 4.600m^2 Centro Urbano – residências multifamiliares, pequenos edifícios de 3 pavimentos ou mais sem recuos laterais, comércio, escritórios com menos de 23.000m^2 e lojas com mais de 4.600m^2 Bairro – residências multifamiliares, pequeno edifício habitacional sem recuos laterais de 1 a 5 pavimentos, e residências unifamiliares em lote pequeno. Lojas de serviço local de no máximo 4.600 m^2 Rua de comércio – residências unifamiliares de 1 a 4 pavimentos em lote pequeno, comércio de bairro com ocupação de vazios urbanos na rua principal. Campus/centros de eventos especiais – habitação multifamiliar limitada, universidades, equipamentos esportivos do campus com escritórios e lojas limitados.	
Subcategoria: Corredores de Biodversidade			
Tamanho, forma e conectividade do habitat	A perda e fragmentação dos habitats são de longe as ameaças mais significativas à conservação da vida silvestre. Essa fragmentação dos habitats levou a 85% das espécies ameaçadas de extinção dos EUA. Portanto, por influenciar a quantidade e o padrão de habitats que estão fragmentados, degradados, destruídos em uma área verde, as decisões no nível local do desenho urbano desempenham um papel significativo na conservação da biodiversidade.	Desenhe corredores de habitat para conectar os remanescentes habitats maiores de resto isolados (a separação de níveis é recomendada); áreas de transição amplas e vegetadas para minimizar os efeitos na borda dos habitats e proteger a qualidade da água e os habitats ripários (mínimo de 100m para conservação da vida silvestre); habitats grandes (mínimo de 55ha e 20 a 60% do habitat natural em uma área verde), de alta qualidade e bem conectados que permitam populações sustentáveis de espécies nativas raras.	
CATEGORIA: BAIRROS SUSTENTÁVEIS			
Diagramas de Vizinhança	O Plano de Clarence Perry, publicado em 1929, influenciou gerações de planos com raios para pedestres de 400m e tamanho ideal de 64ha. Porém, do ponto de vista do urbanismo sustentável, não incluía referencias ao transporte público nem a tipos variados de habitação. Negligencia o valor do rio, desalinha suas ruas das ruas dos bairros vizinhos e não faz referências às edificações e à infraestrutura. Esse diagrama de unidade de vizinhança foi atualizado pelo Novo Urbanismo, mas ainda não faz referencias às edificações e à infraestrutura e não atribui valor ao habitat não huma-	Recomenda-se, portanto, cinco distinções: 1. O bairro deve ser um bloco de construção de um corredor de transporte público. 2. A parada de ônibus deve ser substituída por um modal de transporte de maior intensidade (sistema de ônibus rápido, bonde, metrô leve). 3. Implantar infraestrutura de alto desempenho: usina de geração de energia do distrito, iluminação dimerizável nas ruas e um automóvel compartilhado por quadra. 4. Promover o uso misto e a densidade para permitir a habitações	

	no como o rio.	livre de automóveis e um terceiro lugar[125]. 5. Implantar caminhos verdes com habitats e infraestrutura para dar limites bem definidos ao bairro. O raio de 400m é um parâmetro para a criação de uma unidade de vizinhança.	
Definição de bairro e tamanho ideal para pedestre	O bairro tradicional é a unidade básica do planejamento urbano: um bairro na zona rural é uma aldeia. Dois ou mais bairros agrupados compartilhando uma rua principal são uma cidade pequena.	Os bairros devem atender a todas as necessidades básicas: habitação, locais de trabalho, centros comerciais, funções cívicas, em formatos completos, compactos e conectados para se tornarem mais sustentáveis e mais agradáveis. Devem ser orientados para pedestres e possuir uso misto. O tamanho deve variar entre 16 a 80ha, mas deve satisfazer o teste dos 400m para caminhada até o centro. Se a área for maior, estabelecer vários bairros ou setores distintos.	
Centro identificável e limite de bairro	É necessário saber quando chegamos a um bairro e quando atingimos o seu centro. Os centros são lugares onde o público se sinta bem-vindo e estimulado a se reunir e são reconhecíveis como núcleo da comunidade. Geralmente, são pensados para o pedestre. Os centros devem ser configurados para reuniões e encontros casuais.	O tamanho dos centros deve variar de acordo com o local, embora a forma, geralmente, seja de uma praça ou um parque cívico. Também, pode ser uma esquina. O centro do bairro deve possuir sombreamento ou outras proteções climáticas. O gradiente de densidade deve ser percebido entre o centro e o limite do bairro. O limite pode ser definido de forma sutil: áreas verdes, escolas, campo de futebol etc. Em bairros maiores, os centros significativos devem ter cerca de 800m ou menos, para favorecer a caminhada.	
Composição de usos do solo e tipos de habitação	Uma variedade de usos permite que os moradores morem, trabalhem, divirtam-se, exercitem-se, façam compras e satisfaçam suas necessidades diárias a pé.	Configure o bairro com mistura de usos, para reduzir deslocamentos, e habitações mistas, para gerar possibilidade de os moradores criarem raízes em uma comunidade e conhecer seus vizinhos. É importante estabelecer atividades com diferente temporalidade, para que as famílias ocupem diferentes horários para dar vida ao local e melhorar a segurança.	
Rede integrada de vias orientadas para pedestre	Uma rede de vias permite que os pedestres, ciclistas e motoristas se movimentem com segurança e conforto em um bairro. A rede integrada de vias não precisa ser necessariamente uma grelha cartesiana estrita.	A rede de vias deve oferecer alternativas não motorizadas para aqueles que ainda não têm idade para dirigir ou que são idosos. É necessário implantar quadras curtas e interseções frequentes. O perímetro padrão máximo de uma quadra para que haja uma rede integrada é de 450m, com um lado da quadra ininterrupto de, no máximo, 140m, e ruas em intervalos de, no máximo, 180m entre cruzamentos. A	

[125] Terceiros lugares são aqueles fora da moradia e do trabalho, abertos ao público em geral, onde as pessoas se encontram, "lugares para verem e serem vistas".

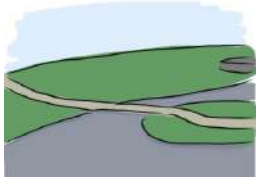
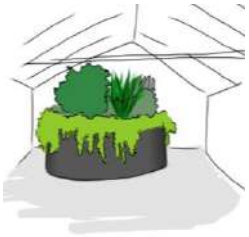
		velocidade deve ser pensada para um valor abaixo de 40km por hora em ambientes orientados para pedestre.	
Propósitos comunitários e edificações cívicas em terrenos especiais	Em bairros completos, alguns dos melhores terrenos são sempre reservados para propósitos comunitários. Parques – maiores espaços abertos com caminhos e trilhas. Áreas verdes comunitárias – são menores. Praças – localizadas na parte central, na interseção de vias principais, configuradas pelas fachadas, usadas para propósitos cívicos com pelo menos 4.000m^2 Parques infantis – podem ser de qualquer tamanho, inseridos em praças e parques.	As implantações dos propósitos comunitários devem ocupar lugar de destaque, como marcos arquitetônicos. Isso pode-se dar pela geometria da planta, e por sua localização, em uma esquina proeminente ou praça de bairro, em uma rua que tem vista em seu pano de fundo ou a vista do cume de uma montanha. Elas devem ser acessíveis, implantadas em áreas com maior atividade e funcionar como âncoras permanentes para orgulho da comunidade. Praças, áreas verdes e parques, também, devem ocupar terrenos especiais, como a área verde comunitária de uma via.	
Subcategoria: Bairro Completo			
A completude de um bairro	Atender às necessidades diárias de uma população significa agrupar destinos que podem ser acessados a pé: banco, creche, centro cívico/comunitário, loja de conveniência, cabeleireiro, ferragem, clube ou equipamento coberto de recreação, lavanderia, biblioteca, habitações com espaços de trabalho, consultórios, parque, farmácia, local para culto, delegacia e posto de bombeiros, agencia de correios, restaurantes, escola, lar para idosos, supermercado, carros compartilhados, terceiro lugar e loja na estação de transporte de massa.	Identifique, na lista de atrações, aquelas que se encontram na vizinhança e as suas respectivas áreas de captação de pedestres (distância de 400 a 800m a pé). Posteriormente, delineie os raios de um pedestre em cada atração e identifique a quantidade de destinos acessíveis a pé, mapeando os agrupamentos onde os destinos não têm intervalo maior que 400m. O número de destinos chama-se *massa crítica*. O uso ponderado é o equilíbrio proporcional dos usos do solo ocupados no raio de pedestre da massa crítica, por área, de zero a um.	
Tipos de habitação no bairro	Um bairro que inclui tipos de habitação que combinam com as preferências do mercado potencial, então, poderia acomodar os desejos e as necessidades habitacionais de um indivíduo durante a sua vida e acomodar várias gerações ao longo do tempo. Tipos de usuários: jovens solteiros e casais, famílias tradicionais e não tradicionais, aposentados e pais cujos filhos já saíram de casa.	Projete segundo a média de tipo de habitação para novos bairros, segundo pesquisa de mercado: Apartamentos para aluguel (23%) Edifícios de apartamentos baixos à venda (9%) Casas em fita /isoladas (com recuos) à venda (9%) Casas isoladas (com recuos) em terrenos pequenos à venda (24%) Casas isoladas (com recuos) de tamanho médio em terrenos grandes à venda (22%) Habitações urbanas à venda (13%).	
Habitação livre de automóveis	A habitação livre de automóveis é uma alternativa viável para reduzir o custo das habitações e aumentar a densidade urbana, o deslocamento a pé, o uso de bicicletas e de transporte público. É uma pratica emergente de criação de edificações residenciais que não oferecem estacionamento particular (fora da rua) que já ocorre em várias regiões centrais de grandes cidades. A	Coordene e integre a implantação do empreendimento, as normas municipais que o orientam e o interesse de bancos e empreendedores para promover esse tipo de empreendimento. Deve-se pensar conjuntamente em uso misto, serviço de transporte público, estacionamento público, automóveis compartilhados, públicos ou fornecidos pelo empreendedor, que	

	exigência de uma vaga por unidade habitacional estimula a expansão dos subúrbios e lugares dependente de automóveis, o que resulta em excesso de áreas de estacionamento e aumento no custo da habitação entre 30 a 40 mil dólares.	pode substituir de cinco a oito automóveis privados. Permitir estacionamento na rua, na frente do empreendimento, vagas limitadas e vagas de estacionamento vendidas separadamente. Em lugares onde há transporte público, nem todos têm automóvel.	
Automóveis compartilhados	O programa de automóveis compartilhados feito por empresas é um programa de aluguel de veículos para associados e por curtos períodos. Os associados em geral reservam um automóvel por telefone e pela internet, deslocam-se até o veículo que está estacionado em seu bairro e o abrem com uma chave-mestra eletrônica. Os automóveis ficam estacionados em vagas reservas na rua, em estacionamentos públicos, garagens particulares ou estações ferroviárias. Para tanto, é necessário que a localidade tenha uma densidade suficiente, serviço de transporte púbico e uso misto.	Para promover um sistema de compartilhamento de automóveis em pequena escala (2-4 veículos) e grande escala (10 ou mais veículos) é necessário atender aos requisitos mínimos: Percentual de habitações com um morador – 30% ou 40-50% Percentual que dirige sozinho até o trabalho – 55% ou 35-40% Percentual que vai até o trabalho a pé – 5% ou 15%-20% Percentual de habitações com veículos 10-15% ou 35-40% Percentual de habitações sem veículo ou com um veículo – 50% ou 70-80% Habitações por hectare (mínimo) – 5% ou 5%.	
O comércio de bairro e lojas de propriedades local.	A diferença dos bairros tradicionais para os subúrbios é a oportunidade de acessar o comércio e os espaços de entretenimento a pé. Empreender e gerir centros comerciais ainda são uma das categorias imobiliárias mais arriscadas. As vagas de estacionamento ainda são uma prioridade para os comerciantes. Para que o comércio seja bem sucedido os usos comercial e residencial devem ser relacionados, e os horários das lojas devem ser estendidos para além do horário comercial. É importante valorizar o comércio local, o dinheiro gasto em negócios de propriedade local tem mais chance de permanecer na região e ter um impacto econômico maior que o dinheiro gasto em cadeias nacionais.	O centro deve ser planejado para permitir que a maioria dos varejistas se encontre na via principal na rua da entrada do bairro. Deve ser de fácil acesso aos pedestres. Projete os seguintes tipos: Lojas de conveniência – de menor área, variam de 150 a 300m^2 e devem-se localizar em vias locais na entrada do bairro ou na via principal, principalmente em edificação de usos misto na esquina. Centros de convivência – com área maior entre 1.000 a 3.000m^2, 2.000 habitações para sustentar o comércio e 4 vagas para automóveis a cada 100m^2. Centros de bairros – geralmente tem como âncora um supermercado, uma farmácia e uma videolocadora, variam entre 6000 a 8000m^2 e exigem um terreno de 2,5 a 4ha, 6000 a 8000 residências e 4 vagas para automóveis a cada 100m^2 localizadas na rua principal. Os comércios locais - fazem com que os recursos sejam reutilizados na economia local e algumas pesquisas já revelaram que as lojas podem ter um faturamento maior por m^2 de áreas de venda em relação às cadeias nacionais.	
Terceiros lugares onde as pessoas se encontram	Os melhores terceiros lugares são os de propriedade familiar, e seus donos geralmente são o que Jane Jacobs descreveu como personagem social, alguém que conhece todo mundo no bairro. Nos subúr-	Lugares acessíveis devem ser confortáveis e abertos, no mínimo, 16h por dia, 5 ou 6 dias por semana, para que sejam visitados ao acaso. Muitos servem alimentos para estimular as pessoas a ficar no local	

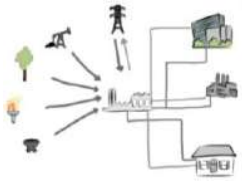
	bios, os encontros casuais têm sido substituídos por visitas marcadas por telefone ou mensagens de texto.	e conversar. Planeje cafeterias, parquinhos, parada de ônibus, parques para cães, bares, meios de quadra, bibliotecas, lavanderias e igrejas. Devem ser localizados em contextos urbanos permeáveis.	
Bairros saudáveis	Pesquisas indicam que muitas mortes têm ocorrido nos EUA por sedentarismo. Atividades físicas regulares estão associadas à melhoria da saúde e à redução do risco da mortalidade. A forma urbana tem impacto sobre o transporte ativo e as atividades relacionadas ao trabalho e ao lazer. Intervenções no ambiente construído promovem a atividade física em vez de tentar mudar o estilo de vida das pessoas e ainda geram economias no serviço de saúde.	Renove a escala da rua para estimular as atividades físicas. 1.Vegetação nas ruas, praças e parques; 2.Permeabilidade ao pedestre com densidade maior; 3.Conectividade de modais; 4. Iluminação pública; 5.Permeabilidade ao ciclista nas vias; 6.Estética, locais agradáveis; 7. Alta conveniência: lojas, parques, praias ou ciclovias acessíveis a pé.	
Vias e redes permeáveis ao pedestre com ruas completas	Até então, o que tem sido proposto é o aumento da caixa de vias para aumentar a velocidade dos carros que marginaliza pedestres, ciclistas e o transporte público. A permeabilidade de um lugar é determinada pelas características físicas tanto das vias públicas como dos empreendimentos privados adjacentes. O nível máximo de permeabilidade é quando os pedestres podem ser vistos na maioria dos locais de 12 a 14h, como se um observador sentado em um lugar visse no mínimo 12 pessoas passarem a cada 10 minutos. Alguns parâmetros são importantes para promover a caminhabilidade: largura da calçada, obstáculos, sombreamento, quadras curtas, canteiros, unidades de habitação por hectare.	Projete a hierarquia viária de acordo com as faixas de rolamento e canteiros centrais: Arterial/Bulevar – faixas de 3.3 a 3.7m, com o máximo de 6 faixas com canteiro central. Espaçamento entre interseções de 200 a 400m. Via Coletora/Avenida – largura das faixas 3,0 a 3,3m com o máximo de 4 faixas, com canteiro central opcional. Espaçamento entre interseções de 90 a 200m. Rua/Via Local – faixas de 3,0 a 3,3m com o máximo de 2 faixas sem canteiro central. Espaçamento entre interseções de 90 a 200m. Ruas completas - devem ser projetadas para atender a todos os modais de transporte. O processo de desenho de vias deve integrar a rua à forma e à função dos usos do solo do entorno e atender os tipos de deslocamentos. Relacionar a tipologia viária com tipologia do lugar do contexto urbano.	
Acessibilidade nas habitações	Diversas mudanças relativamente recentes criaram a necessidade de características universais para moradias, como o número maior de idosos, o aumento radical da taxa de sobrevivência entre jovens com deficiência física e o surgimento de movimentos de direitos civis para deficientes. Atualmente a acessibilidade universal é uma necessidade.	A inclusão de três elementos específicos para a acessibilidade desde o início do projeto melhora a vida social de uma pessoa e sua inclusão na comunidade. 1. Entrada sem degraus, em uma rota acessível; 2. Espaço livre com pelo menos 80cm de largura, quando a porta está aberta a 90 graus em todas as portas internas no pavimento principal; 3. Um toalete acessível (completo) no pavimento principal.	
Gestão da demanda por transporte público	A Gestão da Demanda do Transporte (*Transportation Demand Management* - TDM) é um termo genérico empregado descrever estratégias de mudança no comportamento dos deslocamentos. Ele é útil em	Aplique os seguintes fatores interligados: Densidade de habitações e locais de trabalho – à medida que a densidade aumenta, as taxas de deslocamento caem.	

	todos os contextos de urbanização, mas sua eficácia acompanha o aumento da densidade. A densidade residencial fornece uma das mais fortes correlações entre qualquer variável com o uso do automóvel, mas apenas parte desse efeito se deve ao efeito inerente da densidade isolada, ao contrário de outros fatores para os quais a densidade serve como um representante comum: o preço do estacionamento, o comércio local, a intensidade do transporte público, a qualidade dos pedestres etc. À medida que a frequência e a qualidade do transporte público aumentam, as taxas de uso de veículos particulares diminuem.	Diversidade de tipos de uso do solo – Empregos, moradias e serviços estão a uma distância que pode ser percorrida a pé. Projeto permeável ao pedestre – tornar a agradável o passeio para favorecer grandes percursos de caminhada. Acesso a destinos regionais – tornar frequente os serviços de transporte público e melhorar a sua qualidade. Estacionamento pago – a cobrança de estacionamento tem mais impacto no número de deslocamentos do que a soma de todas as outras medidas. Evitar vagas de estacionamento em excesso. Passes livres para o transporte público – essa estratégia tem a eficácia de 25% de redução de deslocamento. Permeabilidade ao ciclista e ao pedestre – quadras com 100m de lado, completude de ciclovias e ciclofaixas, passeio dos dois lados da via.	
CATEGORIA: BIOFILIA			
Espaços abertos e tipos de parques	Os parques e praças que podem ser acessados por pedestres são os espaços mais negligenciados no planejamento urbano. Em áreas consolidadas, os parques localizam-se em lugares distantes que não favorecem a caminhada até eles. As exigências de áreas mínimas para parques nos EUA de 12,5 ha inviabilizam a sua localização em áreas centrais. As áreas comerciais centrais também necessitam de áreas verdes. Quando bem equipados com bancos, parques infantis, áreas de passeios para cães, eles melhoram muito a qualidade de vida de um bairro. Essas áreas com grande porcentagem de áreas verdes, equipamentos urbanos de captação de águas pluviais ou vistas para o céu à noite desempenham um papel importante no suporte à biofilia. Além disso, valorizam as áreas adjacentes. Os parques devem ser projetados para filtrar o escoamento superficial de água nas ruas públicas.	Os parques devem estar localizados em áreas centrais a uma distância que possa ser percorrida a pé em até 3 minutos de cada uma das moradias e ter uma área mínima de 650m^2. O tamanho médio mínimo de todos os parques de bairro deve ser 2.000m^2. Todos os parques devem ser limitados em pelo menos dois de seus lados por vias públicas. Eles podem ser fechados à noite, caso seja necessário. Recomendam-se os seguintes tipos: Campo de esportes – área equipada para a recreação em grande escala de preferência na periferia do bairro. Área verde comunitária – espaço público de tamanho médio disponível para recreação em áreas não construídas, circunscrito por fachadas de edificações. Praça – espaço público, raramente maior que uma quadra, na interseção de ruas importantes, conformado por passeios pavimentados, gramados, ruas e prédios. Praça Cívica – espaço público na interseção de ruas importantes, circunscrito por edificações. Jardim comunitários - agrupamento de pequenos jardins para o cultivo em pequenas escalas, em geral para moradores de apartamentos.	

Escuridão pública	A iluminação publica surgiu para melhorar as condições das vias públicas e de encorajar a atividades e o comércio noturno. Porém, muitas vezes o projeto potencializa a iluminação, o que pode acarretar em ofuscamento e poluição luminosa. Essa luz desperdiçada ainda reduz o brilho das estrelas tanto para os cidadãos quanto para os astrônomos e desperdiça energia. Além de causar impactos nocivos na flora, na fauna e no próprio ser humano.	Use a luz onde for mais útil, nas zonas de conflitos potenciais entre veículos e pedestres, para ressaltar as fachadas dos edifícios e para iluminar o ofuscamento e o excesso de luz. O nível de brilho deve ser associado ao tipo de lugar que está sendo iluminado, variando dos espaços rurais e urbanos de acordo com a densidade e o transecto. Quanto mais denso, mais iluminada deve ser a região.	
Sistema de gestão de águas pluviais	Os sistemas convencionais de drenagem das águas pluviais têm alterado radicalmente os padrões hidrológicos da bacia e, consequentemente, a qualidade da água. Tais práticas são voltadas para a coleta, canalização e armazenagem temporária do escoamento superficial, contribuindo para as enchentes a jusante, a degradação da qualidade da água, a perda de habitats e a estabilidade dos sistemas, devido ao volume acumulado e à velocidade dos fluxos de descarga. Ainda causam erosão e assoreamento de córregos e rios. É notável a perda de infiltração e da recarga de lençóis freáticos no solo urbano, com rebaixamento de níveis normais de água no sistema tributário que deixam de alimentar os rios. Nos períodos de chuvas intensas, resultam em enchentes pela retirada da vegetação. Assim, surgiram as melhores práticas para gestão das águas pluviais, as infraestruturas verdes que incorporam a manutenção do ciclo da água nas técnicas para o restabelecimento de lençóis freáticos estáveis no nível, diminuindo a velocidade das águas, reduzindo enchentes, melhorando a qualidade da água e a restauração dos ecossistemas.	Utilize equipamentos de gestão da água da chuva segundo sua localização: Vala de drenagem gramada – rebaixo nos jardins plantados com vegetação perene com camadas de solo de areia e húmus sobre camada de drenagem com pedregulho (no jardim no lote e adjacentes aos tubos de queda pluvial) – 10% a 15% da área impermeável, menos para solos arenosos permeáveis. Biodigestor – estacionamento aberto rebaixado, ou canteiros ao longo da via, plantados com vegetação perene, com camadas de solo de areia e húmus sobre camada de drenagem com pedregulho (no perímetro das áreas pavimentadas do lote, estradas parque e canteiros centrais) - 10% a 15% da área impermeável, menos para solos arenosos permeáveis. Bacia de detenção naturalizada – com bordas íngremes, brejo natural e vegetação rasteira localizadas em parques com equipamentos de drenagem urbana, canteiros centrais das estradas parques – 8% a 10% da área do terreno. Piso permeável – permite a infiltração de água com asfalto, blocos permeáveis ou concretos encaixados entre si (passeios e acessos para veículos, vias locais e de distribuição) Cobertura extensiva – cobertura com vegetação tolerante à seca e que exige pouca ou nenhuma manutenção. Apresenta 7,5 a 10cm de meio de cultivo, dependendo da vegetação. Cobertura intensiva – cobertura com vegetação muito variada, incluindo gramíneas, arbustos e até mesmo árvores. Possui 20cm de profundidade e um meio de cultivo mais espesso, conforme a vegetação pode exigir irrigação e fertilizante.	

Tipologias de produção de alimentos	As propriedades prosperam quando seus membros têm a oportunidade de produzir seus próprios alimentos, seja de modo individual ou comunitário. O solo deve estar limpo, não pode estar localizado em área contaminada. A área de cultivo deve ter acesso à luz e à água, bem como a uma boa drenagem. Tanto os terrenos públicos quanto privados podem ser utilizados para cultivo de alimentos. A produção local de alimentos oferece a possibilidade de reciclagem do lixo alimentar.	A produção na cidade pode ser individual ou na escala do bairro: Pomar urbano – árvores frutíferas Jardim escolar – frutas e hortaliças Horta de mercado – hortaliças anuais, flores e frutas Agricultura urbana – hortaliças anuais, flores. Cruzamento na campina – hortaliças anuais, feno, pasto. Aquicultura urbana, jardins comestíveis, fazendas comunitárias, estufas caseiras e comunitárias. Os alimentos podem ser acessados via incubadores de cozinha, cooperativas de alimentos, mercado de agricultores e agricultura sustentada pela comunidade.	
Tratamento de esgoto ao ar livre	A concepção sobre o tratamento de dejetos vem mudando com o tempo. Os primeiros sistemas de esgotos implantados visavam apenas ao descarte de resíduos. Já na segunda metade do século XX surgem tratamentos de esgotos que aproveitam os nutrientes e água como recursos. Esses resíduos passam a ser utilizados com vários propósitos como irrigação de campo de golfe, áreas verdes comunitárias, florestas e terras agrícolas, criação de brejos e estuários e a utilização em sistemas hidropônicos. Porém, os contaminantes ainda são problemas para a saúde dos seres humanos. É necessário que as novas técnicas estejam em equilíbrio entre o conhecimento científico, a saúde, a economia e a legislação.	O requisito mínimo para implantação de sistemas de tratamento de esgoto é não prejudicar as águas receptoras. Desenvolva metas para o desempenho de um sistema de tratamento de esgoto para o projeto: 1.O reuso de 75% da energia dos nutrientes do fluxo de resíduos em usos benéficos, calculado por ano. 2. O consumo de energia para operação e manutenção, incluindo o transporte e descarte do lodo ativado, não deve exceder 80 kilowatt/hora por anos per capita. 3. O reuso de 75% de água do fluxo de resíduos para usos benéficos, calculado por ano.	
Tratamento de esgoto em ambiente fechado	As máquinas vivas (*eco machines*) são equipamentos de tratamento do esgoto de base ecológica, geralmente construídas dentro de estufas, que geram água limpa e reutilizável a partir do esgoto local. Em projetos convencionais, o tratamento de esgoto implica altos investimentos de capital e custos operacionais permanentes e ao mesmo tempo exige investimentos significativos em infraestrutura e energia para o transporte a longa distância. Neste cenário, o esgoto é bombeado para uma grande estação de tratamento, que consome quantidades significativas de energia e produtos químicos para seu tratamento e descarte dos resíduos. Com a tecnologia de máquinas vivas, um bairro pode usar seu próprio esgoto para criar uma área verde de uso múltiplo, cultivar plantas e gerar ecossistemas que sequestram o carbono. A água de	Utilize o sistema de máquinas vivas construídos no projeto do bairro. Há três princípios básicos para o uso de máquinas vivas: ecologia, economia e projeto. As máquinas vivas são projetadas para aproveitar uma parte significativa dos resíduos gerados pelo meio ambiente urbano, além de ser uma ótima oportunidade para educação, cultivo de flores, criação de peixes e geração de água limpa para jardins, entre outros. O sistema contém os seguintes elementos: Coleta e distribuição – sistema de coleta de pequeno diâmetro com tanques interceptores em cada ponto de entrada. Pré-tratamento e equalização – reservatórios subterrâneos com filtros biológicos reduzem a carga orgânica. Bacias de detenção construídas – leitos de recirculação passivos e	

	qualidade terciária que resulta do processo de tratamento pode ser utilizada para irrigação de plantações e pomares. As máquinas vivas oferecem oportunidades para o uso do esgoto na escala de nossos bairros e ao mesmo tempo agregam valor aos locais em que estão instaladas.	com uma camada de pedregulho de 60cm recebem plantas para fins funcionais e estéticos. A água tratada flui subsuperficialmente, transformando as bacias em paisagens com valor estético e diversos usos possíveis. Máquinas vivas com células aquáticas – após a construção da bacia de detenção o efluente com tratamento secundário flui para células aquáticas, sistemas abertos e baseados em tanques aeróbicos que são acomodados em uma estufa ou prédio bem iluminado, ou podem estar ao ar livre em locais quentes. Dimensionamento: Quadras com 25 moradias precisam de 45m^2 para uma estufa de máquinas vivas com células aquáticas e 1.125m^2 para a bacia de detenção construída de fluxo subsuperticial, ou 560m^2 para o sistema avançado de tratamento com bacia de detenção construída de fluxo horizontal de 560m^2 e fluxo vertical de 190m^2.	
Infraestrutura de alto desempenho	O termo infraestrutura de alto desempenho refere-se a melhores práticas fundamentais de gestão (BMPs) aplicáveis ao corte típico de uma via urbana, incluindo as faixas de rolamento, os passeios, as redes subterrâneas de serviços públicos, a infraestrutura de controle da água pluvial, os jardins e os elementos da paisagem urbana. A otimização de componentes engloba: o uso de materiais cimentícios de demolição para aumento da resistência dos pavimentos, o uso de diodos emissores de luz (LEDs) para iluminação de vias públicas para aumentar a eficiência e reduzir o consumo e paisagismo eficiente no consumo de água com uso de plantas tolerantes a período de estiagem, de modo a reduzir as necessidades de irrigação e o consumo de água potável. A otimização multifuncional inclui o uso do solo estruturado para canteiro de árvores para dar capacidade de carregamento aos pisos dos passeios, o uso de pavimentos permeáveis para reduzir o escoamento superficial e o uso de tecnologias que dispensam escavações para o reparo da infraestrutura.	Melhore o desempenho do sistema viário utilizando as melhores práticas de gestão para: 1. Projeto de vias com canteiros centrais e laterais com plantas diversas que funciona tanto como um recurso moderador do trânsito como área de biorretenção das águas da chuva com paisagismo eficiente no consumo de água. 2. Projeto de um corredor de serviços públicos acessível para equipamentos subsuperficiais dentro da caixa da rua, permitindo a fácil manutenção, a minimização da degradação das vias, o aumento do ciclo de vida dos passeios e a redução do impacto ambiental provocado pela repetida escavação e o descarte do subleito da via. 3. Projeto de vias públicas com pouca área pavimentada impermeável, passeios com albedo elevado e sombreamento máximo de árvore para reduzir os efeitos das ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar, aumentar a durabilidade dos passeios e moderar o tráfego de veículos. Os projetos integrados geram redução nos custos - iniciais, de operação e manutenção, de consumo de energia - e aumentam os valores dos imóveis.	

Grandes sistemas de geração de energia na escala do bairro	Os sistemas de geração de energia na escala do bairro, via combustíveis fósseis, (ou hidroelétrica) produzem eletricidade, água quente, vapor de água e/ou água fria em uma estação central e então distribuem a energia por meio de cabos e dutos às edificações vizinhas conectadas ao sistema. O sistema pode utilizar combinação de recursos disponíveis no local, como resíduos sólidos municipais, resíduos de madeira da comunidade, gás produzido em aterro, gás metano de sistemas de tratamento de esgoto, biomassa, energia geotérmica, energia hidrotérmica de corpos de água doce ou salgada e energia solar. Esses sistemas melhoram a economia da comunidade. Geralmente, um terço da energia que entra em um sistema convencional é enviado ao usuário final; o restante é enviado ao meio ambiente em forma de calor.	Incentive a implantação de usinas de geração de energia em bairros densos, conjunto de edificações muito densos, distritos industriais ou centros de pesquisa. Para tanto, para que seja viável é necessário: 1.Pesquisar se há alta densidade de cargas energéticas na região - determinada pela carga térmica por unidade de área construída de edificações, o número de pavimentos e o número total de edificações na área a ser servida. 2. Verificar se há um fator de carga anual elevado – verificar a razão entre a quantidade real de energia consumida por ano e a quantidade de energia que seria consumida se a carga térmica de pico fosse imposta continuadamente ao longo de todo o ano. Ou seja, a demanda deve ser significativa ao longo do ano. 3. Investigar se há uma taxa rápida de conexões ao consumidor, uma vez que 50 a 75% do investimento feito em um sistema de geração de energia está no custo de instalação do sistema de distribuição e transmissão.	
Tipos edilícios de alto desempenho	O consumo de energia em uma edificação é determinado por dois tipos de cargas de calefação ou refrigeração: as cargas internas – iluminação, pessoas, equipamentos e sistema de ventilação dentro do prédio – e as cargas externas. O efeito das cargas externas (pele) é influenciado diretamente pela massa da edificação e por suas vedações. A maneira como as paredes externas, coberturas e janelas são construídas, a localização e dimensões das janelas, o uso dos beirais e brises para sombrear as janelas têm grande impacto no perfil do consumo de energia das unidades de habitação.	Para melhorar o desempenho energético das habitações: 1.Reduza ao máximo a razão entre a superfície e o volume da edificação. A forma mais compacta é mais econômica. 2. Reduza as vidraças orientadas para norte (no hemisfério sul) que recebem luz solar direta. 3. Oriente as edificações com as maiores faces no sentido norte-sul e não no sentido leste-oeste porque só essa estratégia economiza gasto de energia. 4. Utilize o recurso de elementos externos como beirais, brises e árvores no exterior como maneiras de reduzir a incidência de luz solar direta sobre as vidraças com orientação norte.	

Ilustrações: Erika Passos Otto

4.7 Síntese analítica do capítulo

Um dos desafios dessa pesquisa é desmitificar o que é urbanismo ecológico ou sustentável, para alertar a sociedade e os planejadores urbanos sobre a questão das densidades em áreas de sensibilidade ambiental. As diretrizes de projeto no planejamento do território condicionam os parcelamentos às baixas densidades ou edifícios em altura isolados, que levam à morte do espaço público e à exclusão social.

Por outro lado, os projetos de urbanismo solicitados aos arquitetos pelas incorporadoras são rotulados de “urbanismo sustentável”, mas atendem tipicamente às classes de

renda mais alta, com o objetivo de obter uma certificação ambiental e, assim, fazer com que as construtoras tenham mais lucros com os empreendimentos verdes.

Geralmente, são projetos de condomínios ou cidades isolados do contexto urbano e social, que não promovem a totalidade do espaço urbano, o crescimento gradual ou a heterogeneidade espacial. Os critérios da certificação não estão vinculados à qualidade do espaço ou ao bom desempenho da configuração urbana.

O urbanismo ecológico de Anne Spirn se apresenta como solução para a degradação provocada pelo desenho das cidades. Para ela, essa abordagem alia a teoria e a prática de desenho das cidades ao planejamento urbano, à ecologia e a outras disciplinas.

Anne Spirn traçou um panorama histórico e levantou estudos de vários os autores que trabalham nessa direção e lançou seis princípios, como propostas de desenho urbano para cidades resilientes: (1) cidades são parte do mundo natural; (2) cidades são habitats; (3) cidades são ecossistemas; (4) os ecossistemas são conectados e dinâmicos; (5) toda cidade tem uma estrutura profunda ou contexto de suporte; e (6) o desenho urbano como ferramenta de adaptação.

Portanto, baseado nos princípios e autores pesquisados, nesse capítulo foram sistematizados alguns métodos e procedimentos relevantes de desenho urbano, na forma de conceitos, princípios, códigos, estruturas e padrões de organização para o processo de desenvolvimento do ecossistema urbano. São estudos (ou níveis de realidade) já desenvolvidos no campo do Desenho Urbano, por vários autores, que têm interface com ecologia, humana e urbana, “na” e “da” cidade, e ecologia da paisagem.

Estão apoiados no levantamento realizado por Anne Spirn sobre os princípios do urbanismo ecológico para o desenho urbano para cidades resilientes, e nas quatro ideias-chave para conectar as áreas de Ecologia, Desenho Urbano e o contexto social: (1) a heterogeneidade espacial; (2) os fluxos de água na área urbana; (3) a resiliência, adaptação e mudança e (4) os atores sociais e agentes de organização urbana.

O resultado da sistematização foi apresentado em cinco partes. Na primeira, o conceito de resiliência foi associado aos princípios de sustentabilidade, aplicados ao desenho urbano como ferramenta de adaptação para tornar as cidades mais resilientes. O conceito de resiliência é capacidade de um ecossistema de resistir a choques externos e reorganizar as mudanças a tempo, a fim de reter, essencialmente, a mesma função, estrutura, identidade e mecanismos de retroalimentação.

Buscar a resiliência urbana significa caminhar na direção do desenvolvimento urbano sustentável. Para que ele esteja presente na organização da cidade, algumas outras medidas ainda se fazem necessárias: é preciso que as políticas públicas sejam bem executadas, fiscalizadas e, principalmente, integradas.

No entanto, para que aplicação dessas estratégias seja bem sucedida nos países em desenvolvimento, é necessário avançar no que diz respeito às agendas denominadas “verde” e “marrom”. O Informe Global 2009 da ONU-HABITAT apresenta, algumas ações direcionadas à aplicação dos princípios de cada agenda. São tendências globais: (1) desenvolvimento de energia renovável; (2) neutralidade em carbono; (3) distribuição de energia e sistemas hídricos (infraestrutura distribuída); (4) espaços fotossintéticos como parte da infraestrutura verde; (5) ecoeficiência; (6) sentido de pertencimento; e (7) transporte sustentável.

O bairro de Vauban, em Freiburg, na Alemanha, consegue integrar bem as agendas Verde e Marrom. É considerado um bairro de sucesso em sustentabilidade urbana. É um indicativo para o Brasil de como os sistemas de planejamento urbano podem possibilitar a i-

novação tanto nos aspectos técnicos, quanto nos aspectos sociais da sustentabilidade. Porém, a resiliência encontrada em Vauban deve ser adaptada à realidade brasileira.

A autora desta tese desenvolveu estudos no Brasil sobre a visão sistêmica ou ecossistêmica para aplicação de princípios de sustentabilidade ambiental, que possam ser adotados no planejamento e desenho das cidades brasileiras. Tais princípios são: (1) proteção ecológica (biodiversidade); (2) adensamento urbano; (3) revitalização urbana; (4) implantação de centros de bairro; (5) desenvolvimento da economia local; (6) implementação de transporte sustentável; (7) habitações economicamente viáveis; (8) comunidades com sentido de vizinhança; (9) tratamento de esgoto alternativo e drenagem natural; (10) gestão integrada da água; (11) energias alternativas; e (12) políticas baseadas nos 3Rs (reduzir, reusar e reciclar).

O método consiste em traduzir os princípios em estratégias e técnicas para o processo de desenho, objetivando proporcionar assentamentos humanos economicamente viáveis, em equilíbrio com a natureza, e lugares agradáveis para se viver. Na estrutura metodológica, os princípios devem considerar a teoria ou o conceito. As estratégias compreendem a arte de traçar os planos - o planejamento estratégico propriamente dito - e as recomendações específicas basicamente se traduzem em técnicas que serão utilizadas para se alcançar o objetivo final: atender aos princípios de sustentabilidade ambiental.

No entanto, chegou-se à conclusão que, apesar de os princípios, estratégias e técnicas serem úteis e necessários para integrar as visões dos atores que trabalham com as questões das Agendas Verde e Marrom, com a sobreposição dos planos do território, ainda é necessário avançar no estabelecimento de padrões espaciais para as tomadas de decisão nas audiências públicas.

A pesquisa desenvolvida por Juliana Moehlecke, do NORIE/UFRGS, trouxe importante contribuição aos estudos sobre sustentabilidade urbana, ao relacionar a obra "Uma linguagem de padrões", de Christopher Alexander e pesquisadores associados, aos princípios de sustentabilidade, apesar de os padrões não terem sido formulados, originalmente, com esta intenção.

Os padrões formam uma visão holística, incluem preocupações referentes ao impacto socioambiental do desenvolvimento das cidades e da construção civil, sendo precursores de alerta sobre a sustentabilidade em suas várias dimensões, incluindo questões como mobilidade urbana e permeabilidade do solo.

A segunda parte tratou da compreensão do conceito dos padrões urbanos mais sustentáveis. Tomou-se como ponto de partida o livro "Uma linguagem de padrões", de Alexander et al. (1977), e sua forma de apresentação do padrão. Os padrões são apresentados no formato de uma regra de três partes, que expressa uma relação entre: (1) um certo contexto; (2) um problema; e (3) uma solução.

O caráter propositivo dos *patterns* indica sua interpretação enquanto parâmetros de projeto. No entanto, é premissa deste trabalho que o projetista seja alimentado por circunstâncias locais específicas. Nesse caso, torna-se importante utilizar outro método de analise e avaliação da área de projeto, como a aplicação dos Princípios de Sustentabilidade e as Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização do grupo DIMPU, mas que, na verdade, depende exclusivamente do conhecimento do arquiteto urbanista.

Assim, foram identificados os padrões de sustentabilidade, a partir da pesquisa realizada por Juliana Moehlecke, de acordo com os princípios de sustentabilidade. Os padrões foram apresentados na forma de tabela com princípios de sustentabilidade e ques-

tões/contribuições, destacando o problema/contexto e as recomendações. Procurou-se sistematizar os outros padrões levantados nos outros métodos, dessa mesma maneira.

A partir de estudos sobre princípios de sustentabilidade baseado em vários autores, Juliana Moehlecke os traduziu em "ideias-chave" (temas) e os compatibilizou com três dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) e três escalas urbanas (lugar, bairro e assentamento). Isso resultou num total de nove princípios: (1) interação social; (2) diversidade urbana; (3) uso misto do solo; (4) biodiversidade; (5) habitabilidade; (6) compacidade; (7) eficiência energética; (8) mobilidade sustentável; e (9) economia local. Essa identificação não é definitiva, mas introdutória: outros princípios podem ser agregados.

Na terceira parte, relacionando a heterogeneidade espacial ao contexto social, seguindo o mesmo formato (padrão-contexto/problema-recomendações/soluções) foram sistematizados os padrões espaciais do subsistema da comunidade, baseado em autores que tratam a cidade como sistema complexo, como o princípio "as cidades são habitats", do urbanismo ecológico de Anne Spirn.

Na definição dessa qualidade do "habitat" nos edifícios e cidades, é importante compreender que o lugar adquire seu caráter por padrões de acontecimentos que sempre se relacionam com determinados padrões geométricos de espaço, permitindo análise dos padrões espaciais. O nível da comunidade deve conter padrões de organização que propiciem um movimento emergente. Assim, a formação das comunidades urbanas deve ser fruto dos padrões de comportamento das pessoas no espaço.

A configuração provoca maneiras desejáveis de as pessoas se localizarem nos lugares e se moverem por eles, denominado de "movimento natural" e, consequentemente, condições de encontros não programados. A leitura da hierarquia da estrutura urbana da malha viária permite análises globais e locais que esclarecem a interação entre aspectos da estrutura e fatores sociais, econômicos e ambientais, fatores importantes para a sustentabilidade espacial.

Bill Hillier sustenta que a Sintaxe Espacial se torna uma ferramenta valiosa par avaliar a sustentabilidade espacial, uma vez que, pela análise dos mapas axiais, é possível identificar o movimento natural e centralidade difusa. A leitura da rede dual da cidade, formada por redes primárias (*foreground*) de centros conectados em todas as escalas, acontecendo dentro de uma rede secundária (*background*), de grandes espaços residenciais, permite a avaliação da mobilidade urbana.

A acessibilidade geral identificada por Bill Hillier é a acessibilidade de todos os pontos do sistema para e de todos os outros. Isso significa que é possível identificar o movimento da cidade auto-organizada e da formação de centros, como preconiza, também, Christopher Alexander nos parâmetros emergentes para identificar a ordem orgânica.

Os centros encaixam-se no padrão de movimento natural na área, em diferentes escalas, revelados pelas características angulares da malha. Esse padrão é denominado de centralidade difusa, onde a função de centralidade permeia a malha de uma forma bem mais complexa do que se acreditava. A avaliação da organização morfológica espacial e funcional de Londres, com locais de centralidade espalhados na malha viárias, conferem-lhe um padrão espacial na forma de "Vilas Urbanas".

Além dos padrões identificados por Bill Hillier, buscou-se complementaridade aos padrões no nível da comunidade em Jane Jacobs, Jan Gehl, Frederico Holanda, Valério Medeiros, Gabriela Tenorio e na dimensão copresencial ou sociológica no contexto da pesquisa Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização - DIMPU.

Métodos como o da DIMPU e os princípios de sustentabilidade, que proporcionam uma avaliação de desempenho da configuração urbana, são importantes para a sistematização de padrões e aplicação no processo de projeto. Nikos Salingaros adverte que os *patterns* não devem ser usados de forma aleatória. Regras para a conexão entre *patterns* são necessárias para que se atinja coerência no projeto. Assim, para a correta aplicação de "Uma linguagem de padrões", é importante ter em mente qual é o objetivo a ser alcançado.

A quarta parte, relacionando a heterogeneidade espacial à paisagem e os fluxos de água, trata dos padrões espaciais no nível do suprassistema da paisagem. Os estudos em ecologia da paisagem contribuíram para identificar alterações nas características e dinâmicas das manchas da paisagem, de acordo com os níveis de urbanização. A paisagem, como meio, pode contribuir com o conhecimento do desenho ecológico urbano para a ciência e incorporar o conhecimento científico aplicável ao desenho ecológico urbano.

Foram escolhidos métodos representativos, que considerem a "cidade como parte do mundo natural", padrões que integram a relação cidade-campo, como as estratégias de avaliação da paisagem, identificados em Ian McHarg, juntamente com pesquisadores associados no manual de planejamento ambiental de Woodlands, o *design* permacultural de Bill Mollison e David Holmgren, com complementos de Maria Assunção Rodrigues para aplicação na arquitetura da paisagem, e os estudos sobre colheita de água da chuva, na forma de padrões de desenho para áreas secas de Lancaster (2009). Os padrões foram sistematizados no mesmo formato: identificação do problema/contexto, recomendações/soluções e desenhos ilustrativos.

O livro "*Design with nature*", de Ian McHarg, do final da década de 1960, é considerado um clássico, um dos mais importantes no campo da arquitetura e urbanismo da paisagem, que faz a conexão com o que atualmente é denominado de ecologia da paisagem. O método de Ian McHarg, conhecido como análise de apropriação do solo urbano, utilizava como recursos mapas transparentes que se sobrepunham (*overlay maps*). Eles mostravam a drenagem, os solos, os recursos naturais e culturais para revelar áreas susceptíveis a diferentes tipos de usos humanos.

Ele considerava, como exemplo de paisagem para estudos de casos, as bacias hidrográficas. Os sistemas das bacias hidrográficas contemplam todos os sistemas abertos de lagoa presentes em determinada área. Apesar de tratar de sistemas biofísicos e socioculturais, a lista de verificação continha mais aspectos ambientais do que socioculturais, para revelar aspectos do uso do solo. São identificados oito processos naturais relacionados ao uso da terra: clima, geologia, fisiografia, hidrologia, pedologia (estudo dos solos), vegetação, habitats naturais e uso da terra.

Esse método é utilizado hoje nas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica – SIG (*Geographic Information System* - GIS), com o uso de sobreposições das características ambientais para um melhor desempenho do design do lugar, com o planejamento de escala regional e com o uso de mapas e gráficos de alta qualidade, para promover o propósito do plano.

No entanto, além desta contribuição, Ian McHarg, paisagistas e pesquisadores desenvolveram um método com diretrizes de planejamento para ocupação de uma área de florestas de pinhos de carvalhos em Woodlands, no Texas, na forma de um manual com o detalhamento das estratégias de planejamento ambiental. O método foi desenvolvido para identificar as áreas que seriam mais adequadas aos usos específicos da terra, com organização de dados ecológicos, de uma forma que pode ser facilmente aplicada pelos planejadores e *de-*

signers, e descreve, passo a passo, como aplicar os critérios selecionados para um lugar específico.

Portanto, esses critérios e estratégias podem ser considerados como "padrões espaciais". Apenas a título de contribuição, nesta pesquisa alguns foram detalhados no formato de padrões espaciais, contexto e recomendações.

Outro método de desenho ambiental na arquitetura da paisagem é a permacultura, criada por Bill Mollison e David Holmgren. A permacultura, com seu desenho integrado, é vista pelos ambientalistas como a arte da resiliência. É uma filosofia e uma forma elaborada de uso da terra, incluindo estudos dos microclimas, plantas anuais e perenes, animais, solos, manejo da água e das necessidades humanas, em uma teia organizada de comunidades produtivas.

O desenho é desenvolvido a partir da observação da paisagem, que indica suas próprias potencialidades e limitações. O conceito de padrão refere-se ao desenho baseado na forma como a vida se organiza no ambiente natural, nas formas da natureza, nas relações entre seus elementos, que permitem a estabilidade do sistema.

Há quatro estratégias importantes na permacultura: a setorização, o zoneamento, as conexões e as posições relativas dos elementos. A estratégia de setorização leva em conta fatores climáticos e energéticos, como insolação/luz, direção dos ventos, do fogo, além de fatores físicos, como o relevo e a água.

O zoneamento permacultural é uma estratégia para tomada de decisões em função das necessidades de deslocamentos entre edificação (casa ou edifício) e os elementos a serem projetados na área. A posição relativa dos elementos deve ser pensada para que as necessidades de cada um sejam supridas por outros dentro do sistema. Os elementos são potencializados a partir do momento em que possuem interrelações com outros elementos, solo, relevo, água, clima e microclimas, vegetação, fauna, elementos construídos.

Cada elemento deve ser posicionado de forma a executar o maior número possível de funções. O *design* propõe o máximo de conexão entre todos os elementos do sítio. Nesta pesquisa, foram sistematizadas no formato de padrões apenas as funções do elemento água, que estão alinhadas aos padrões sistematizados para a colheita de água da chuva de Lancaster.

Os princípios para composição da drenagem e colheita de águas pluviais, baseados na permacultura, são: (1) entendimento e observação do local; (2) quedas e caminhos das águas; (3) escala humana, pequena e simples; (4) escoamento e infiltração de fluxos das águas; (5) rotas de transbordamento das águas; (6) maximização da vida e da cobertura do solo orgânico; (7) maximização das relações por funções acumuladas; (8) reavaliação contínua (*feedback*).

A abordagem sobre Vilas Urbanas, de Christopher Mare, está afinada com a permacultura e o modelo de Cidades-Jardins, de Howard. Com as previsões de declínio do petróleo e escassez futura de recursos naturais, ele propõe o modelo de Vilas Urbanas como unidades sustentáveis autossuficientes, baseadas nas aldeias tradicionais, em resposta à situação dos padrões de concentração urbana encontrados simultaneamente em diversos países.

O conceito de Vila Urbana foi incorporado no padrão 12 "Comunidade de 7.000 pessoas", do livro "Uma linguagem de padrões", que propõe comunidades ou pequenas cidades com população de 5.000 a 10.000, distribuídos em aproximadamente 30ha. Christopher Mare propõe Vilas Urbanas com 5.000 pessoas, em 40 ha, sendo 1.000 pessoas (20%) destinadas ao centro da Vila, com 5ha, e densidade baixa de 32hab/ha. O padrão espacial deve ser

sub-organizado em conjunto com distritos, que terão funções distintas de apoio ao todo, com vilas interdependentes em escala regional. Um bom exemplo que pode ser comparado a esta proposta é o bairro de Vauban, que foi pensado para 5.000 pessoas em 38ha.

A quinta e última parte apresenta os parâmetros emergentes do urbanismo sustentável, identificados por Douglas Farr, para fazer a ponte entre as duas vertentes. Foram identificados mais de 30 parâmetros no livro "Urbanismo Sustentável", organizados em grandes categorias: aumento da sustentabilidade com o aumento da densidade urbana, corredores de sustentabilidade, bairros sustentáveis, biofilia, edificações e infraestrutura de alto desempenho. Nessa pesquisa foram sistematizados no formato: padrão – contexto – recomendação/solução – ilustração.

Para ele, os bairros devem variar entre 16 a 80ha, mas devem satisfazer ao teste dos 400m para caminhada até o centro e atender a todas as necessidades básicas: habitação, locais de trabalho, centros comerciais, funções cívicas, em formatos completos, compactos e conectados para se tornarem mais sustentáveis e mais agradáveis.

Ao que parece, Douglas Farr propõe uma conciliação das duas visões: atender à sustentabilidade ambiental e ecológica, com o conceito de biofilia e padrões de infraestrutura de alto desempenho, corredores verdes, áreas mais compactas para água, parques, sistema de gestão das águas pluviais e tipologias de produção de alimentos; e, ao mesmo tempo, à sustentabilidade espacial, com conceito de "aumento da sustentabilidade com o aumento da sustentabilidade", densidades e modais, empreendimentos urbanos voltados para o transporte público, composição de usos do solo com tipo de habitação, rede de vias orientadas para o pedestre.

No próximo capítulo, aprofunda-se mais no estudo dos fluxos de água com padrões espaciais do desenho urbano sensível à água, infraestrutura e saneamento ecológico. Tudo indica que a água pode funcionar como elemento integrador entre as dualidades existentes. Ao mesmo tempo em que o desenho urbano sensível à água é uma necessidade, ele pode ser uma solução para os conflitos e dualidade existentes, como a lógica do terceiro termo, incluído da transdisciplinaridade.

CAPÍTULO 5

5 DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA: A UNIDADE NECESSÁRIA PARA INTEGRAR O ECOSSISTEMA URBANO NO NÍVEL DA COMUNIDADE URBANA E DA PAISAGEM.

5.1 Introdução

A teoria do planejamento e desenho das cidades apresentou duas vertentes nos modelos propostos ao longo do século XX. Elas ficaram bem nítidas nos padrões espaciais apresentados, ora com ênfase na cidade desenhada em função da paisagem, ora com ênfase na cidade desenhada para dar vida aos espaços urbanos.

A primeira sustenta o foco na paisagem, no modo disperso com densidades mais baixas, grandes áreas verdes, representado nos ideais de Olmsted, Howard, Ian McHarg, nos subúrbios verdes para as classes de renda mais alta, nos modelos de Cidade-Jardim para a classe operária. O urbanismo moderno e seus "anti-padrões", apontados por Salingaros (2010), também tinham como foco a implantação de grandes áreas verdes, entretanto, com distanciamento do habitat do lugar do trabalho, das escolas, do comércio, dos serviços públicos, dos centros de lazer, que inviabilizam o transporte público e encarecem a infraestrutura urbana.

A segunda, com foco no habitat humano, no nível da comunidade, baseada nos padrões espaciais emergentes, defendida por autores como Jane Jacobs, Jan Gehl, Bill Hillier, de forma mais compacta, com densidades mais altas, concentração e diversidade de atividades e classes sociais, com predominância de edificações concentradas e menos áreas verdes. No entanto, a concentração de pessoas em áreas urbanas altera drasticamente fluxos de água, sedimentos, substâncias químicas e micro-organismos, e aumenta a emissão de calor residual (UNESCO, 2008, p. 1).

As propriedades emergentes de Alexander (2002), relacionadas a um conjunto de padrões presentes na natureza e na arquitetura que são fundamentais e inerentes às estruturas espaciais com vida. São regras ou procedimentos que contribuem para a cooperação de milhares pessoas na criação da cidade. Os padrões de Alexander et al. (1977), relacionados aos princípios de sustentabilidade, bem como os parâmetros do urbanismo de Douglas Farr (2013) incluem a visão sistêmica e holística para tratar das questões da forma urbana. Mesmo não tratando diretamente dos fluxos de água, alguns padrões e parâmetros os incorporam no processo de planejamento e projeto.

O grande desafio para os planejadores do espaço urbano está em conciliar as demandas para a sobrevivência do ser humano, de forma sistêmica, com densidades de ocupação e seus benefícios sociais, em equilíbrio com os processos naturais, como o ciclo da água urbano. Tendo em vista a cidade como sistema complexo, como o "ecossistema urbano" associado aos processos naturais, é necessário incorporar, ao mesmo tempo, o nível do subsistema da comunidade e do suprassistema da paisagem, para entendimento dos fluxos de água.

Esse capítulo tem como objetivo investigar e discutir a relação do desenho urbano e o ciclo da água urbano, na perspectiva de promover o pensamento holístico transdisciplinar para "cidades sensíveis à água", considerando as necessidades complexas do desenvolvimento urbano sustentável, frente às desigualdades sociais, às mudanças climáticas, à poluição e escassez dos recursos naturais. O entendimento de como as atividades humanas e a forma urbana interagem com processos naturais, como os fluxos de água, torna-se uma questão-chave, nas palavras de Spirn (2011, p. 1).

Os fluxos de água, considerados como uma das dimensões-chave[126] apontadas por Pickett, Cadenasso, McGrath (2013, p. 99-100) para conectar Ecologia, desenho urbano e o contexto social, têm um importante papel a desempenhar nos sistemas urbanos ou "ecossistemas urbanos".

Com a evolução histórica das cidades eles foram negligenciados e canalizados, o que tem causado grandes impactos ambientais em quase todas as cidades do mundo. Na tentativa de minimizar impactos e proliferação de doenças, a política de saneamento básico, no início do século XX consistia na evacuação de efluentes urbanos o mais rápido possível a jusante. A **Figura 5.1** ilustra o percurso da água nas estações de captação e tratamento de esgoto.

Figura 5.1 - Maquete do percurso da água nas estações de tratamento de água e esgoto no Pavilhão da França, Expo Zaragoza, 2008 "Água e Desenvolvimento Sustentável"
Fonte: Liza Andrade

Já, no final dos anos de 1960, ficou evidente que essas ações não estavam beneficiando a qualidade de vida urbana, quando apareceram os impactos negativos na forma de degradação dos corpos d'água receptores e inundações. Nessa mesma época, Ian McHarg lançou o livro "Desenhando com a natureza" e, posteriormente, o manual para implantação do bairro de Woodlands, conforme ilustrado no capítulo anterior.

Assim, segundo Souza Cruz e Tucci (2012, p. 9), alguns países desenvolvidos alteraram suas políticas de manejo das águas urbanas e, a partir do final do século XX, a ciência passou a reconhecer o papel do solo e da vegetação (sistemas naturais de drenagem) no controle qualiquantitativo de águas pluviais, ao promover a infiltração, a evapotranspiração e o contato da água com bactérias e plantas.

O urbanismo baseado nos fluxos de água, com o desenho de cidades em torno do papel e da dinâmica da água, tem-se tornado uma ferramenta poderosa em muitas partes do mundo desenvolvido. O desenho urbano com foco na questão da água deve ser uma consequência da ocupação ecologicamente sustentável, conforme ilustrado na **Figura 5.2**, do programa do governo australiano WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) para "Cidades Sensíveis à Água".

Os padrões de organização dos ecossistemas urbanos devem estar em harmonia com outras políticas e planejamento do uso do solo e preservação ambiental, transporte, energia,

126 As dimensões-chave para conectar ecologia e desenho urbano: (1) heterogeneidade espacial, (2) fluxos de água na área urbana, (3) resiliência, adaptação e (4) mudança e atores sociais e agentes de organização urbana (Pickett, Cadenasso, McGrath, 2013).

dinâmica da população e seus resíduos e atender aos princípios de sustentabilidade nas três dimensões: social, ambiental e econômica **(Figura 5.2).**

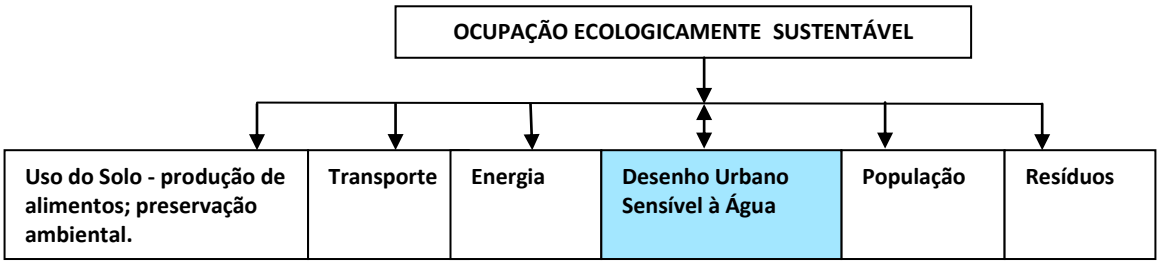


Figura 5.2 - Componentes da ocupação ecologicamente sustentável.

Entretanto, a integração sistêmica das melhores práticas no ambiente construído não está ocorrendo, segundo Richard Register[127]. Há boas ideias acontecendo para promover a Ecocidade ou a Cidade Sustentável, mas de maneira desconectada. Nesse sentido, o estudo sobre princípios de sustentabilidade, princípios permaculturais e padrões espaciais se torna ferramenta importante para conectar áreas do conhecimento de forma transdisciplinar. Isso, sem deixar de levar em consideração o conhecimento do campo disciplinar da arquitetura e urbanismo, o desenho urbano com seus padrões espaciais.

Esses padrões devem atender, também, aos anseios e expectativas sociais quanto ao desempenho da forma urbana, em termos de atributos dimensionais: sociológicos ou copresenciais, econômicos, funcionais, expressivo-simbólicos, topoceptivos (orientabilidade e identificabilidade), bioclimáticos, ecológicos, estéticos e éticos.

A ocupação urbana ecologicamente sustentável deve incluir todas as estratégias de sobrevivência (água, energia, produção de alimentos, abrigos e tratamento de resíduos) associadas às expectativas sociais, quanto ao desempenho da forma urbana, tanto para atender a questões dos deslocamentos entre moradia, trabalho e lazer, quanto para manter o equilíbrio dos ecossistemas e processos naturais.

Os princípios e técnicas permaculturais, conforme visto no capítulo anterior, são baseados nos padrões da natureza, nas relações entre seus elementos, que permitem uma abordagem holística entre a comunidade, o ecossistema e a paisagem. É uma forma elaborada de uso da terra, incluindo estudos dos microclimas, plantas anuais e perenes, animais, solos, manejo da água e das necessidades humanas, em uma teia organizada de comunidades produtivas.

Os resíduos produzidos por plantas, animais e atividades humanas são criteriosamente utilizados para beneficiarem outros elementos do sistema. Nesse sentido, os dejetos humanos são reutilizados na agricultura, na forma de ecossaneamento, que consiste na abordagem integrada do abastecimento de água, tratamento de esgotos, gestão de resíduos sólidos e desenvolvimento da agricultura mundial.

Dos usos existentes, o uso da água na agricultura e pecuária representa o maior gasto no mundo, e ainda apresenta uma prática insustentável, em especial nas regiões mais pobres. Portanto, técnicas de ecossaneamento, que fechem o ciclo da entrada e saída de dejetos tornam-se fundamentais para o equilíbrio do ciclo da água. Incluem-se, aqui, os meios

[127] Entrevista de Richard Register para o site "Permaculture, pratical solutions for self reliance. Disponível em http://www.permaculture.co.uk/articles/what-if-permaculturists-designed-our-cities-interview-richard-register. Acesso em abril de 2014.

rural e urbano, e a agricultura urbana se apresenta como uma solução para reduzir gastos de água.

Pretende-se, neste capítulo, levantar estudos e técnicas mais atuais sobre ciclo da água nas cidades, para encontrar o equilíbrio dos ecossistemas urbanos, considerando a dicotomia existente nas visões de cidades sustentáveis, ora nos seus padrões espaciais voltados para a comunidade, ora nos seus padrões espaciais voltados para a paisagem.

5.1.1 A nova visão do ciclo da água no meio urbano: o desenho urbano sensível à água, a infraestrutura verde, o ecossaneamento, a eco-hidrologia e a engenharia leve.

A interface entre solo-vegetação-atmosfera tem uma forte influência no ciclo hidrológico (BRASIL, 2006), exercendo um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água na bacia hidrográfica, bem como no microclima local, conforme visto nos estudos de Ian McHarg para Woodlands.

Com a ocupação urbana, a retirada da vegetação ou introdução de um novo tipo de vegetação, a modificação da superfície do solo, impermeabilização e novas superfícies edificadas, bem como o uso de redes de drenagem subterrâneas, provocam modificações nos processos hidrológicos e no desempenho climático da região. Essas modificações antrópicas, que ocorrem na paisagem, afetam diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração e escoamento, precipitação, até a recarga de aquíferos. Esse processo também contribui para o efeito de ilhas de calor, aumentando a temperatura nos centros urbanos, em relação ao entorno rural e natural.

As ilhas de calor nas cidades em ocupações mais densas são causadas pelos efeitos de transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade), redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização) e produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações (LOMBARDO[128], 1985). Nesse sentido, as áreas verdes urbanas serão fundamentais para a mitigação dos efeitos advindos do aquecimento global.

A superfície do solo e o tipo de vegetação são fatores que interferem diretamente no processo de precipitação, evapotranspiração e umidade. Parte da radiação solar que atinge a superfície da terra é refletida, e parte é absorvida. A proporção entre a energia refletida e a incidente é o albedo. Dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície.

As cidades de ocupação dispersa voltada para o uso de automóveis levam à construção de vias, estacionamentos e outras superfícies impermeáveis, que ocasionam problemas de enchentes, congestionamentos, alto consumo de energia, emissão de gases de efeito estufa e poluição generalizada. Em áreas residenciais, por exemplo, a malha viária é a principal responsável pelo aumento de volume e carga de poluentes de origem difusa. Já, em áreas comerciais, os telhados e estacionamentos são os maiores contribuintes, pelo acúmulo de cargas poluentes de deposição atmosférica e emissão de veículos (PSAT & WSU, 2005).

Segundo Tom Shueler[129], do Centro de Proteção à Bacia Hidrográfica (*Center for Watershed Protection*), da Cidade de Ellicott, em Maryland, nos EUA, os problemas das águas pluviais são também um problema do grande uso do automóvel. Nada menos que 2/3 de

---

128 LOMBARDO, Magda Adelaide. Ilha de Calor nas Metrópoles. Ed. Hucitec, São Paulo, 1985.
129 http://www.cwp.org/. Maryland, EUA. http://chesapeakestormwater.net/about/the-team/

toda cobertura impermeabilizada destina-se a proporcionar "habitat" para carros, estacionamentos, calçadas, rodovias e autoestradas (AUBARCH, 2010, p. 5).

Sob a ótica dos processos hidrológicos, o sistema de drenagem urbana da cidade, bairro ou região abrange, não só as redes designadas para o fluxo de águas pluviais, mas também todas as superfícies e reservatórios de água dentro da bacia: estradas, faixas de servidão, vias, calçadas, telhados, parques, jardins, florestas, solo, fundos de vale, canais e lagoas. Estes elementos fazem parte do desenho urbano, podem ser projetados para produzir uma mudança no escoamento e, ao mesmo tempo, funcionar como um filtro de poluentes, antes de entrar no sistema maior da cidade e do entorno (SPIRN, 2011).

A abordagem tradicional para o manejo das águas urbanas tem contribuído para aumentar os prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde e, sobretudo, à qualidade de vida da população. O crescimento das cidades dos países em desenvolvimento ainda se baseia em modelos ultrapassados, com a massiva impermeabilização do solo e canalizações artificiais (TUCCI, 2008), como a "cidade higienista" do século XIX, iniciada pela saúde pública e preocupações de saneamento.

A infraestrutura hidráulica, amplamente escondida debaixo das ruas das cidades, ou relegada àqueles espaços marginais na periferia urbana, como as grandes estações de tratamento de esgoto, é antiquada e necessita de manutenção e adaptação para estar de acordo com o crescimento demográfico atual. Paralelo ao desenvolvimento de uma rede mecanizada de esgoto e de águas pluviais, o ciclo natural hidrológico sofre mudanças resultantes de uma menor infiltração e recarga dos lençóis freáticos, e da alteração do padrão de escoamento superficial e fluvial da água (SHANNON, 2013, p. 164).

De acordo com Aurbach (2010, p. 4), nos países desenvolvidos, como os EUA, no período pós-guerra, com o *boom* de construções e expansão das cidades, pesquisadores e agências governamentais começaram a perceber os impactos das águas pluviais na rápida ocupação de dispersão urbana. Em levantamentos realizados, pesquisadores encontraram que os padrões de ocupação suburbanos contribuíram para o agravamento de inundações e impactos ambientais, como erosões, desmoronamentos, além do que tinha sido previsto nas regulações.

Houve uma ruptura com os sistemas tradicionais de transporte das águas urbanas de "final de tubo" - reativos e centralizados, que escoam a água de áreas urbanas o mais rápido possível -, para uma descentralizada e proativa abordagem de detenção - retenção e recarga das águas subterrâneas, que protege o ciclo natural da água e o sistema ecológico pela introdução do controle dos recursos locais (SHANNON, 2013, p. 164).

Assim, no início dos anos 1970, foram desenvolvidas novas diretrizes de mitigação e técnicas para amortecer e armazenar as águas pluviais, como: canais de infiltração, lagoas de detenção e retenção e preservação de grandes espaços abertos nas cidades. A partir dos anos 1990, isto se tornou onipresente nas regulações das águas urbanas. Porém, no âmbito do planejamento ambiental das cidades, nos planos de manejo, de recursos hídricos, saneamento ambiental e drenagem urbana, o pensamento dominante tem sido contra a ocupação urbana de densidades mais altas, o que acaba por reforçar o processo de suburbanização.

Nos países desenvolvidos, já houve uma evolução. Segundo Hill (2009, p. 143), várias regiões dos Estados Unidos tornaram-se líderes internacionais na proposição e implementação de abordagens de novo *design* para sistemas de águas urbanas, com ênfase em mudar a forma de lidar com o escoamento de água da chuva nas cidades. Seattle, Washington; Por-

tland, Oregon; e comunidades menores, em Prince George's County, Maryland; assim como o estado de Maryland têm estabelecido novos padrões de desenho, conhecidos nos EUA como LID (*Low Impact Development* - Desenvolvimento de Baixo Impacto) ou NDS (*Natural Drainage Systems* - Sistemas de Drenagem Natural).

No contexto europeu, segundo Shannon (2013, p. 166) há vários projetos inovadores de "Sistemas de Drenagem Urbana Sustentáveis" (*Sustainable Urban Drainage Systems* - SUDS) e eco-canais, com novos slogans, como "cômodos para a água" ou "espaço para o rio", na escala territorial e na escala do desenho urbano. Grandes esforços estão ocorrendo em Estocolmo e Helsingborg, na Suécia, e em Glasgow, na Escócia, bem como em outros países, como Alemanha, França e Inglaterra.

Na análise de Souza, Cruz e Tucci (2012, p. 9), os sistemas que mais avançaram neste sentido foram as abordagens: americana LID; australiana WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) e a abordagem britânica de Sustainable Drainage Systems (SuDS). Nos EUA, a utilização de LID é originária do *Maryland Department of Environmental Resources*, mais especificamente do condado de Prince's George, ainda da década de 90.

O LID é um programa de regulação das águas urbanas, que teve início no final da década de 1990 com o objetivo de estimular a função da água da chuva em seu estado natural antes de sofrer intervenção antrópica. As técnicas utilizadas, como telhados verdes, cisternas, jardins de chuva, pavimentos permeáveis e canais de infiltração, são geralmente menos onerosas que as práticas convencionais e, geralmente, têm um desempenho melhor.

Para muitos pesquisadores e praticantes, o LID representa a essência do urbanismo sustentável. Neste caso, o modelo de cidade sustentável é considerado o modelo de "cidade verde". São utilizadas muitas plantas, árvores e arbustos, que fazem a cidade mais bonita, proporcionam habitat para a vida natural, ajudam a limpar o ar e a água e possibilitam a implantação de jardins, pomares e hortas comunitárias.

Porém, Aubarch (2010) adverte que esse modelo de "cidades verdes" teve consequências negativas não intencionais, ou indiretas, na promoção da dispersão urbana (*sprawl*), implicando em cortes do solo e, consequentemente, da vegetação nativa, com prejuízos para a saúde das bacias hidrográficas e para a qualidade dos lugares urbanos. As regulações de engenharia na gestão das águas urbanas consideram os empreendimentos mais compactos como uma desvantagem, pois acabam por promover, não intencionalmente, padrões de empreendimentos dispersos, que podem gerar riscos à bacia hidrográfica.

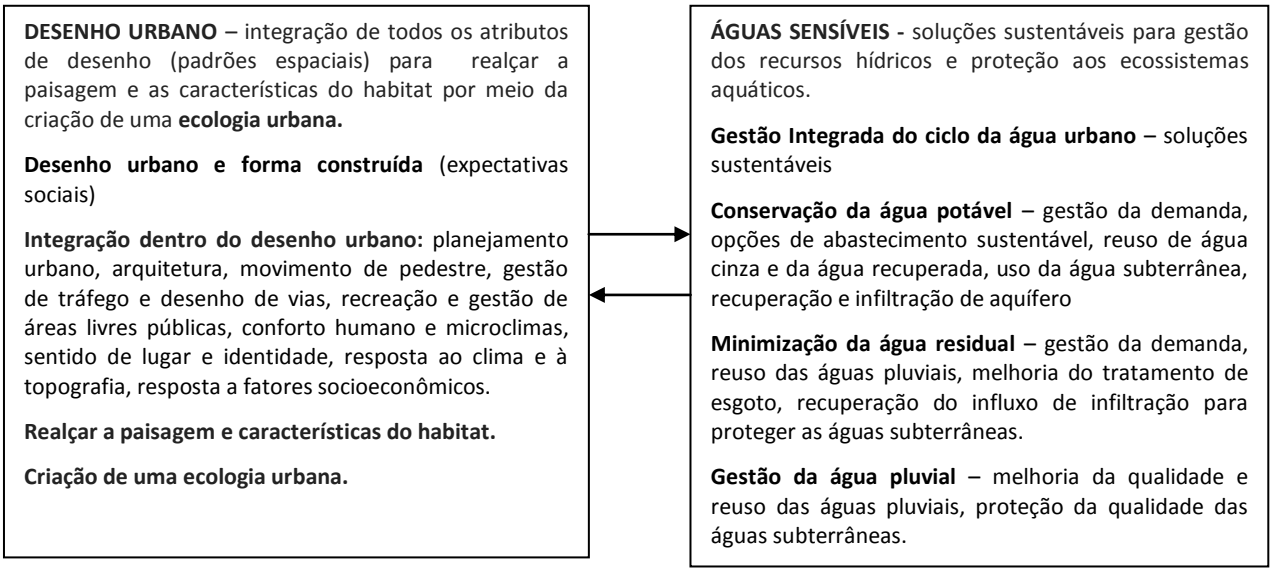
Segundo o estudo "Protegendo os Recursos Hídricos com Empreendimento de densidade mais alta" (US-EPA, 2006), o desenvolvimento de maior densidade poderia proteger melhor a qualidade da água regional, porque consome menos terra para acomodar o mesmo número de moradias e propõe melhores práticas de gestão das águas pluviais, de acordo com o contexto e suas densidades. Portanto, buscou-se investigar as melhores práticas de gestão das águas pluviais tendo como referência o documento "Usando Técnicas do Crescimento Inteligente" da US-EPA (2005). Assim, conciliam-se as densidades mais altas e desenho urbano sensível á água para trazer benefícios sociais e ambientais.

Há que se pensar sistemicamente nos benefícios do modelo de cidade compacta, que promove a diversidade e o encontro de pessoas nos espaços públicos, por meio de concentração de edifícios e atividades próximas, com caminhos para pedestres e bicicletas, e facilidade para o uso de transportes públicos. Por outro lado, há que se planejar áreas verdes bem distribuídas na cidade, que promovam a biodiversidade, a preservação dos ecossiste-

mas terrestres e aquáticos, a depuração das águas pluviais e a manutenção do ciclo da água no meio urbano.

Assim, pretende-se aprofundar estudos complexos e transdisciplinares sobre a gestão do ciclo da água urbano nas escalas urbanas, considerando duas principais fontes de água na cidade: precipitação e abastecimento. O conceito de "Gestão do Ciclo da Água Urbano" foi introduzido na Austrália (UNESCO, 2008, p. 3) e demonstra a conectividade e interdependência dos recursos de água urbana e atividades humanas, e a necessidade de gestão integrada. O ciclo da água urbano, apesar de sua complexidade, fornece um bom conceito e base unificada para estudar o balanço hídrico e a condução de estoques de água de áreas urbanas, captação, desenvolvimento ou local.

O Programa WSUD (*Water Sensitive Urban Design*), da Austrália, trabalha nessa direção e tem como objetivo integrar o planejamento urbano com a gestão, proteção e conservação do ciclo urbano da água. Isso garante a gestão da água urbana, sensível aos ciclos hidrológicos e ecológicos naturais.



O conceito de desenho do WSUD nos planos de intervenção é trabalhado de forma integrada por planejadores urbanos, arquitetos, engenheiros civis, engenheiros sanitaristas e arquitetos da paisagem. A partir da concepção do projeto, incorporam-se as soluções locais, descentralizadas, sensíveis às questões sustentáveis de água, energia e de proteção ambiental, bem como às necessidades da comunidade, envolvendo todos no desenvolvimento do projeto e nas tomadas de decisão.

Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos, podem contribuir para a gestão sustentável de recursos da água, em todo o município. Isto significa que a água pode ter, cada vez mais, a gestão de captação local e depender menos de captação externa (**Figura 5.3**).

Figura 5.3 - Cidade Sensível à Água do WSUD da Austrália: Jardins de Chuva no centro de Melbourne e espaço de lazer Darling Harbour em Sydney
Fonte: Fotos de Caio Frederico

Antes de avançar na questão da relação da densidade urbana e a água, é necessário ter o entendimento dos processos hidrológicos naturais, o ciclo da água, o ciclo da água no meio urbano e os impactos da urbanização. O documento "Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica", produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD/Ministério de Meio Ambiente, produzido por Carlos E. M. Tucci e Carlos André Mendes (BRASIL, 2006), apresenta uma revisão sobre os processos hidrológicos naturais e os efeitos antrópicos sobre esse sistema, que serão evidenciados nesta pesquisa.

5.2. Entendendo os processos hidrológicos naturais: o ciclo da água

Odum e Barret (2011) consideram que todos os elementos químicos essenciais à vida tendem a se movimentar na atmosfera em caminhos característicos, mais ou menos circulares, que vão do ambiente para o organismo, e de volta para o ambiente, conhecidos como *ciclos biogeoquímicos*. Um exemplo seria o ciclo da água.

O ciclo da água na Terra depende de movimentos de evaporação e transpiração em todo o globo. Assim, seus fluxos não são constantes, estão sempre mudando, as várzeas são zonas dinâmicas, lugares onde a água sobe e desce, formando lagos e piscinas, com o escoamento. Os fluxos formam e estruturam os rios, as várzeas, as bacias hidrográficas, suas topografias e fronteiras.

Segundo o Manual da UNESCO (2008), o modelo conceitual de ciclo da água descreve o "armazenamento e a circulação" de água entre a biosfera, atmosfera, litosfera e hidrosfera. O armazenamento é feito pela atmosfera, oceanos, lagos, rios, riachos, solos, glaciares, campos de neve e aquíferos de águas subterrâneas.

A circulação entre esses compartimentos de armazenamento se dá pela energia solar, que retira água dos oceanos, por meio da evaporação da superfície do mar e da água dos rios e lagos da superfície terrestre e nas plantas, e animais por meio da transpiração, seguida da evaporação: a evapotranspiração (BRASIL, 2006).

Assim, a água em forma de vapor se acumula na atmosfera, até que precipite sobre a superfície terrestre e os oceanos. A água precipitada no solo se infiltra, abastecendo os lençóis freáticos, ou escoa na forma de escoamento superficial ou subterrâneo, até desaguar em lagos ou nos oceanos, voltando a evaporar (VIOLA, 2008) (**Figura 5.4**).

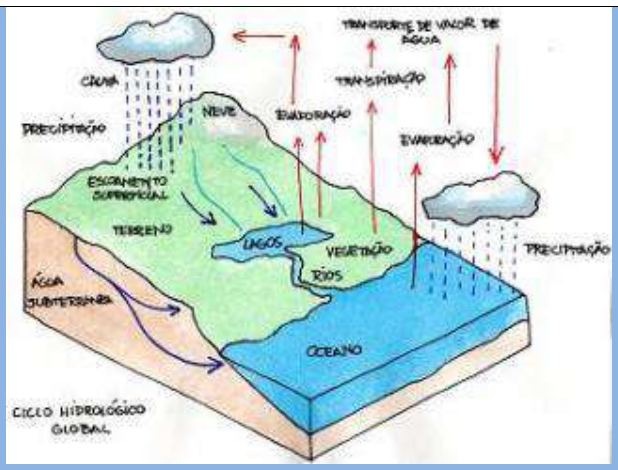


Figura 5.4 - Ciclo Hidrológico Global
Fonte: BRASIL (2006, p. 16). Adaptado por Carolina Mignon

A água que entra no sistema de circulação geral da atmosfera depende das diferenças de absorção de energia (transformação em calor) e da refletância entre os trópicos e as regiões de maior latitude, como as áreas polares (BRASIL, 2006, p.16). O sistema de circulação cria condições de precipitação pelo resfriamento do ar úmido, que forma as nuvens, gerando precipitação na forma de chuva e neve (entre outros) sobre os mares e superfície terrestre. A água evaporada se mantém na atmosfera, em média, por apenas 10 dias.

As vazões dos rios em direção aos oceanos são consequências do fluxo positivo (precipitação menos evaporação) sobre a superfície terrestre. Já, o fluxo vertical dos oceanos é negativo, com maior evaporação que precipitação. Contudo, o volume evaporado adicional se desloca para os continentes, pelo sistema de circulação da atmosfera, e precipita, fechando o ciclo (BRASIL, 2006).

Os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo: vertical e o longitudinal. O primeiro é representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo. O segundo, pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo). Inicialmente, o balanço de volumes na bacia depende dos processos verticais (BRASIL, 2006).

No fluxo vertical, a superfície do solo e o tipo de vegetação interferem no processo de precipitação, evapotranspiração e umidade. O tipo de superfície interfere na proporção refletida da radiação solar (albedo), que varia dentro do dia e, sazonalmente, ao longo do ano. Por exemplo, uma superfície líquida reflete menos a radiação solar (5 a 7%), que a superfície de uma floresta tropical (aproximadamente 12%) e, sequencialmente, uma superfície de pasto e uso agrícola (15 e 20%) (BRUIJNZEEL 1990, apud BRASIL, 2006) (**Figura 5.5**).

A vegetação tem um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água na bacia hidrográfica. A precipitação atinge o solo de duas maneiras: atravessando a vegetação da floresta (85% da precipitação incidente) ou por meio dos troncos (de 1 a 2% da precipitação). A parcela inicial da precipitação é retida pela vegetação. Quanto maior for a superfície de folhagem, maior a área de retenção da água durante a precipitação. Em seguida, assim que houver condições, esse volume de retenção de água é evaporado por meio da transpiração das plantas. A planta retira essa umidade do solo através de suas raízes.

Figura 5.5 - Ciclo Hidrológico Terrestre
Fonte: BRASIL (2006, p.16). Adaptado por Carolina Mignon

No fluxo longitudinal, do volume de precipitação que atinge o solo, uma parte pode infiltrar ou escoar superficialmente, dependendo da capacidade de infiltração desse solo, que, por sua vez, depende de condições variáveis, como umidade, características químicas ou estruturais do solo e da cobertura vegetal.

Mesmo com a infiltração da água no solo, ela pode escoar para o aquífero ou gerar um escoamento subsuperficial ao longo dos canais internos do solo, até a superfície ou um curso d'água. Esta água que escoa (percola) até o aquífero é armazenada e transportada até os rios, criando condições para manter os rios perenes nos períodos de longa estiagem. Em bacias onde a capacidade da água subterrânea é pequena, com grandes afloramentos de rochas e alta evaporação, os cursos d'água são intermitentes (**Figura 5.6**).

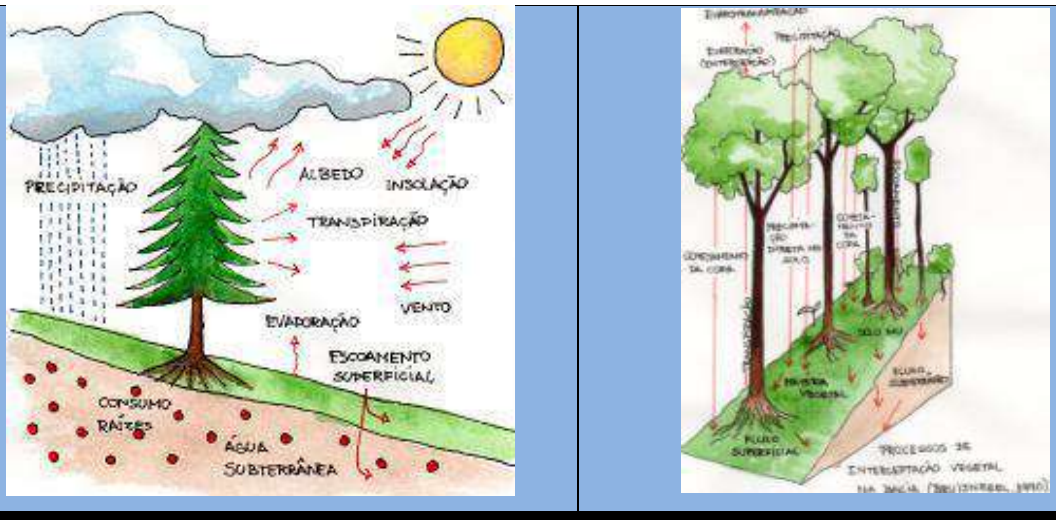


Figura 5.6 - Processos na bacia e processo de interceptação vegetal na bacia
Fonte: BRASIL, 2006, p.17 e 18. Adaptado por Carolina Mignon

Conforme visto, a capacidade de infiltração do solo na floresta é alta, o que produz baixa quantidade de escoamento superficial. Já, em solos sem cobertura e compactação, a capacidade de infiltração pode diminuir drasticamente, com constante aumento do escoamento superficial. Se em estradas de terra há uma capacidade reduzida de infiltração, nas vias impermeabilizadas do ambiente urbano esta capacidade se reduz ainda mais. Com o uso de maquinaria agrícola para revolver o solo durante o plantio, pode haver um aumento da infiltração.

A capacidade de infiltração também pode variar com as condições de umidade. Solos do tipo argiloso podem ter uma alta capacidade de infiltração quando estiverem secos. No entanto, após receber umidade, podem se tornar quase impermeáveis. O gramado em terreno plano, utilizado no ambiente urbano, também pode comportar-se dessa maneira. Nos primeiros momentos da precipitação, o gramado absorve a água, mas, durante o volume da chuva, o solo vai-se tornando impermeável, retardando o processo de infiltração (BRASIL, 2006, p. 18).

Identifica-se a existência de duas camadas de solo, uma não-saturada, onde ocorre infiltração e percolação, com condições de escoamento dependendo dos fatores físicos, e outra, saturada, onde ocorre armazenamento e escoamento subterrâneos. Onde ocorre o escoamento superficial, em toda a superfície na camada de solo não saturado, a capacidade de infiltração é menor que a precipitação, o escoamento é denominado de "hortoniano": as águas escoam até o rio (BRASIL, 2006, p. 19).

Porém, há certos tipos de solos onde praticamente não ocorre escoamento superficial. A precipitação se infiltra, e o escoamento ocorre de maneira subsuperficial, transportado pelos macroporos. Essa formação de águas pode-se dar por meio de fontes, produzindo escoamento superficial em conjunto com a precipitação local que, indiretamente, converge para os rios, formando a drenagem principal das bacias hidrográficas. A **Figura 5.7** ilustra os dois tipos de camadas de solo e seus respectivos escoamentos, superficial e subsuperficial.

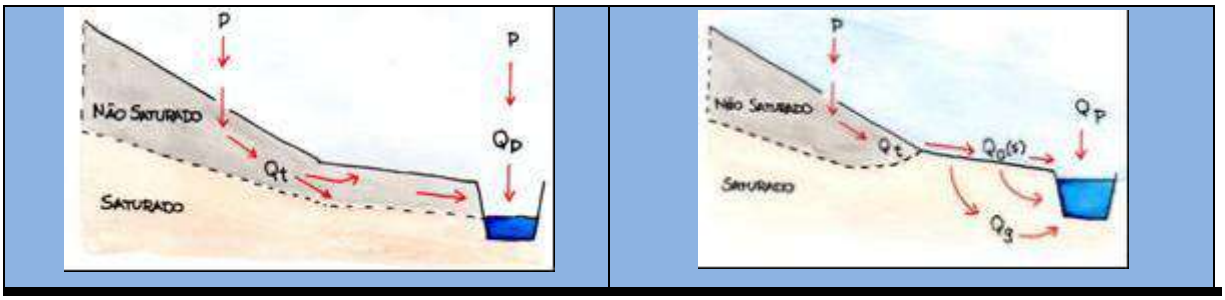


Figura 5.7 - Escoamento nas bacias: (a) escoamento hortoniano; (b) áreas de saturação (Brujnzeel, 1990)
Fonte: BRASIL (2006, P.19). Adaptado por Carolina Mignon

Além dos tipos de camadas do solo, o escoamento para os rios depende de várias características físicas, tais como a declividade, rugosidade, seção de escoamento do rio e obstruções ao fluxo. Nesse sentido, faz-se necessário ter uma noção do que seja uma bacia hidrográfica e suas variáveis hidrológicas.

5.2.1 A bacia hidrográfica

Lembrando Odum e Barret (2007), "uma bacia hidrográfica é uma unidade da paisagem conveniente para estudo e gerenciamento em ampla escala, porque geralmente tem limites naturais identificáveis".

De acordo com a definição do Ministério do Meio Ambiente[130], a bacia hidrográfica é uma região sobre a terra, na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo, o exultório. O exultório[131] é o ponto mais baixo de uma bacia hidrográfica, no qual se tem a descarga de vazão de saída (**Figura 5.8**).

[130] O conceito de bacia hidrográfica desenvolvido pelos professores doutores Eduardo Vedor de Paula e Francisco Mendonça. http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/pncpr/Conceito_Bacia_Hidrografica.pdf.
[131] Glossário do CPRM - Serviço Geológico do Brasil. http://www.cprm.gov.br/estrada_real/glossario.html.

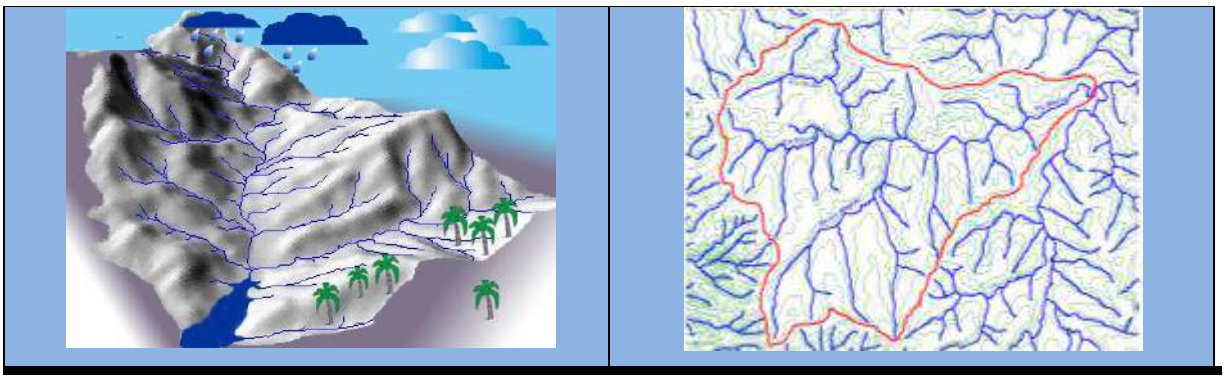


Figura 5.8 - Bacia Hidrográfica e Delimitação de uma Bacia Hidrográfica
Fonte: BRASIL, MMA (sd)
http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/pncpr/Conceito_Bacia_Hidrografica.pdf

Para delimitar uma bacia hidrográfica é necessário identificar o curso de água, ou o sistema de cursos de água, identificar o exultório e traçar a linha contínua, que inicie e termine no exultório, observando as curvas de nível de modo que não cruze um curso de água. As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Podem variar, segundo alguns autores, entre áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² ou bacias com áreas entre 20.000 e 30.000 ha (200 a 300 km^2).

Para cada seção de um rio, existirá uma bacia hidrográfica. Considerando essa seção, "a bacia é toda a área que contribui por gravidade para os rios, até chegar à seção que define a bacia" (BRASIL, 2006, p. 19). Essa área é definida pela topografia da superfície. As características principais da bacia hidrográfica são a: área de drenagem, comprimento do rio principal, declividade do rio e declividade da bacia.

Os rios tendem a moldar dois leitos, o leito menor, onde escoa na maior parte do ano, e o leito maior (utilizado quando o rio transborda), que o rio ocupa durante algumas enchentes. Quando o leito não é rochoso, as enchentes que ocorrem ao longo dos anos geralmente moldam um leito menor de acordo com a frequência das vazões. O tempo de retorno da cota correspondente à definição do leito menor está entre 1,5 e 2 anos.

Em geral, rios possuem um trecho superior, no qual a declividade não é muito grande, seguido por um trecho médio de grande declividade e uma declividade pequena no seu trecho inferior, onde o rio tende a "meandrar" (BRASIL, 2006, p. 20) (**Figura 5.9).**

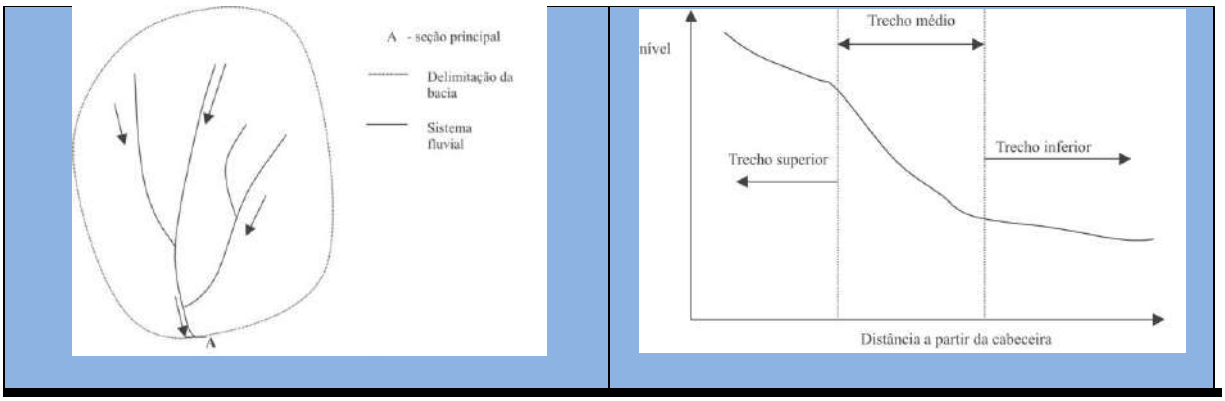


Figura 5.9 - Bacia Hidrográfica e Declividade
Fonte: BRASIL (2006, p. 20)

A geologia do subsolo pode fazer com que parte do escoamento que infiltra no solo escoe para fora da área delimitada superficialmente. Essa diferença pode ser significativa

para bacias pequenas e para formações geológicas específicas como a morfologia dos terrenos sobre formações calcárias, onde ocorrem cavernas, dolinas, rios subterrâneos (Carste).

Uma seção de rio pode estar a montante ou a jusante. O primeiro termo se refere ao trecho de onde vem o escoamento (rio acima); o segundo, ao trecho para onde o fluxo escoa (rio abaixo). O tempo que uma gota de água leva para escoar superficialmente, do ponto mais distante da bacia até a seção principal, é o seu tempo de concentração. Esse é o indicador da memória de resposta da bacia.

As principais características do rio são: o nível e a profundidade da água, a cota do fundo, os leitos maior e menor, a declividade e a vazão (**Tabela 5.1**).

Tabela 5.1 - Principais características de um rio (BRASIL, 2006, p.21)

Nível da água	Refere-se à altitude da água, correspondente a um *datum*. O nível é observado nos rios ao longo do tempo.
Profundidade	Refere-se à distância entre a superfície e o fundo do rio. A cota do fundo de uma seção é o seu ponto inferior na seção.
Leito maior e leito menor	O leito menor é a parte do rio onde ele escoa, na maioria do tempo (> 95% do tempo), e o leito maior é quando o rio escoa durante as enchentes mais raras. A cota do leito menor se refere ao risco da ordem de 1 a 2 anos de tempo de retorno, e o limite do leito maior é definido para um risco da ordem de 100 anos.
Vazão	É a quantidade de água que passa na seção por unidade de tempo. Utiliza-se m^3/s ou l/s, para descrever esse parâmetro. Para determinar a vazão, é necessário estabelecer a relação entre a vazão e o nível. Esta relação é obtida com a medição da vazão e a leitura do nível.

Segundo Tucci (2009), a vazão do rio varia com o tempo e o espaço, que influenciam diretamente sua concentração. A situação mais crítica é a vazão de estiagem, a menor vazão, quando a capacidade de diluição do rio se reduz, pois quando as fontes de contaminações são pontuais, as cargas tendem a ser permanentes no tempo e representam a condição "sanitária" (cargas de cidades ou indústrias) (**Figura 5.10**).

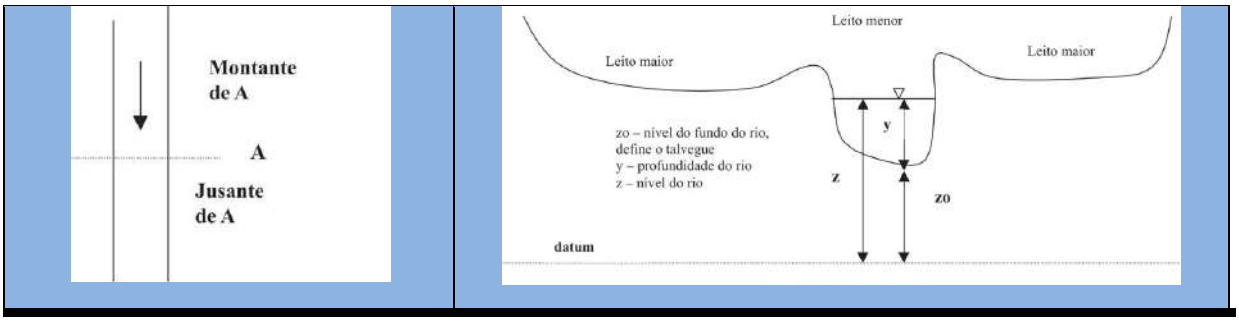


Figura 5.10 - Montante e jusante e Seção de um rio
Fonte: BRASIL (2006, p.21).

Já as cargas difusas, urbanas e da agricultura, sobre o mesmo rio, segundo Tucci (2009), têm situação crítica no período chuvoso, oposto da carga pontual, e a situação crítica ocorre na primeira parte do hidrograma, quando a carga é alta pelo transporte de nutrientes e poluentes para dentro do rio, reduzindo-se depois. Isto ocorre geralmente, nos primeiros 20 a 35 mm de chuva.

No Brasil, o padrão de qualidade da água está associado a uma "vazão de referência", que está relacionada à vazão sanitária. Adota-se o critério de vazão mínima ou de estiagem, que permita manter a qualidade da água adequada. Tais efeitos sobre a quantidade de água de um rio são tratados por diferentes denominações como: vazão remanescente, vazão ambiental, hidrograma ambiental ou ecológico.

De acordo com Collischon et al. (2005), não se aceita que os impactos ambientais causados pelo manejo inadequado das quantidades de água estejam associado à redução da biodiversidade e à extinção de espécies. O reconhecimento dos problemas ambientais sempre esteve relacionado à quantidade de água, às vazões remanescentes ou residuais, que deveriam ser mantidas no rio durante as épocas de estiagem, as chamadas *vazões ecológicas*. Mesmo assim, ocorrem danos ambientais, mantendo-se a vazão à jusante superior à vazão ecológica.

Esta visão de manutenção da vazão ecológica ainda predomina na legislação relacionada ao uso dos recursos hídricos no Brasil, que é importante e evita que os corpos hídricos sejam completamente utilizados para usos consuntivos (irrigação), chegando a secar seu leito. Mas ainda não se leva em consideração a relação da redução na vazão de um rio à diversidade de espécies ou da população de determinada espécie (COLLISCHON et al., 2005).

No espaço intraurbano, esta visão deve ser mais premente, pois grandes estragos ocorreram por meio de intervenções da engenharia, no entusiasmo do tecnocentrismo: danos radicais aos ecossistemas, ao comportamento hidrológico do sistema fluvial e à paisagem urbana, além de não solucionarem a sua principal meta – conter inundações.

5.2.2 Vazão ecológica e hidrograma ecológico

A gestão da água no ambiente urbano, até o momento, tem consistido em garantir a oferta, assegurando a qualidade para os usos previstos. Não leva em conta a demanda, os fluxos, nem a preservação dos ecossistemas naturais. O modelo ideal é aquele que se preocupa com a preservação dos sistemas do entorno aos sistemas das cidades, uma vez que ele tem que prover água às cidades para a manutenção de sua organização.

Deve-se levar em consideração a intenção de diminuir a pressão sobre os ecossistemas que também demandam água, por meio da redução da extração desse recurso, da diminuição da carga poluidora desprendida na bacia e da diminuição dos espaços impermeabilizados.

Estudos ao longo do tempo apontam que as alterações de regimes dos rios relacionadas às atividades humanas (abastecimento e ocupação urbana, irrigação, hidroelétricas e indústrias), têm causado profundos impactos sobre os ecossistemas associados ao rio, levando à extinção de espécies, à invasão de espécies exóticas, bem como a inundações. Em resposta a esses impactos, buscou-se restrições à quantidade de água que poderia ser retirada de um rio, na forma da especificação de uma vazão mínima que deveria permanecer nele após todas as retiradas de água para uso humano, denominada vazão ecológica.

Segundo Collischon et al. (2005), o conceito de vazão ecológica surgiu ao longo da segunda metade do século XX, quando pesquisadores americanos constataram que a redução da vazão de um rio estava associada à redução da diversidade de espécies ou da população de determinada espécie. De acordo com os autores, o Método Tennant, ou Montana, de determinação de vazão ecológica, indica qual a porcentagem de vazão que deveria ser deixada no rio para manter diferentes níveis de qualidade de habitat para peixes. Neste sentido, a vazão remanescente nos rios durante as estiagens não deveria ocorrer tão baixa que resultasse na falta de oxigênio para os peixes e na consequente extinção de espécies, ou mesmo sua intermitência.

Conforme analisa Collischon et al. (2005), a grande limitação das metodologias baseadas no conceito de vazão ecológica é que estão focadas sobre uma vazão mínima. Não há preocupação em definir outros aspectos do regime hidrológico, que são fundamentais para a

manutenção dos ecossistemas. Isto gera como consequências indesejáveis a degradação ecológica, devido à falta de conhecimento sobre as relações entre o regime hidrológico e os ecossistemas.

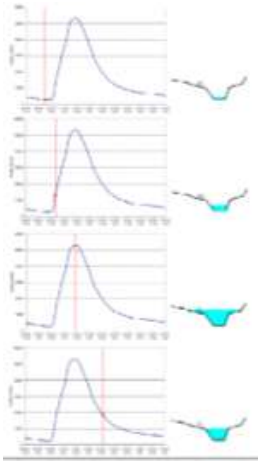
Segundo Tucci (2009), quando se adota apenas um valor de vazão, pode-se passar a ideia de que basta fixar uma vazão limite para dar sustentabilidade ambiental, enquanto que, ao se adotar o "hidrograma", parte-se do princípio que o que se busca é um padrão de variabilidade temporal da vazão para permitir as condições desejadas. Os objetivos ambientais seriam minimizar as alterações da quantidade de água, no tempo e no espaço, que afetam um funcionamento dos ecossistemas.

De acordo com Tucci e Mendes (2006, p. 20), o hidrograma ecológico consiste na variação da vazão na seção de saída da bacia hidrográfica como resposta à precipitação no tempo e no espaço sobre a bacia. Assim, podem ser observadas as características do hidrograma, de acordo com as estações chuvosas. Durante o período chuvoso, o escoamento superficial representa a maior parte do escoamento e vai-se esgotando à medida que se aproxima o período de estiagem. Durante esse período, o escoamento subterrâneo é o que garante a vazão no rio. Em suma, o hidrograma representa a integração de todos os processos do ciclo hidrológico na bacia hidrográfica que ocorreram entre precipitação e vazão.

Segundo Collischon et al. (2005), há outras variáveis ambientais que devem ser associadas ao regime hidrológico, como a temperatura da água, a concentração de sedimentos, nutrientes e oxigênio dissolvido. Por sua vez, cada componente do regime hidrológico é importante na manutenção dos ecossistemas associados ao rio: as estiagens, as cheias e o tempo e o período de sua ocorrência.

A **Tabela 5.2** apresenta as características ecológicas associadas aos diferentes componentes do regime hidrológico (PETTS E MADDOCK, 1994; POSTEL E RICHTER, 2003 *apud* COLLISCHON et al., 2005, s.p.).

Tabela 5.2 - Relação das características ecológicas e diferentes componentes do regime hidrológico

Vazões mínimas	Vazões altas	Cheias	Relação tempo e hidrograma de vazão
São suficientemente baixas para concentrar presas em áreas limitadas e, assim, favorecer os predadores durante um período limitado do tempo. São suficientemente baixas para eliminar, ou reduzir a densidade de espécies invasoras. São suficientemente altas para manter o habitat das espécies nativas. São suficientemente altas para manter a qualidade da água, especialmente a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido. São suficientemente altas para manter o nível do lençol freático na planície. São suficientemente baixas para expor bancos de areia e praias que são utilizados para reprodução de répteis ou aves. São suficientemente baixas para	Determinam o tipo de sedimento do fundo do rio. Evitam a invasão do leito do rio por plantas terrestres. Renovam a água armazenada em lagos marginais, braços mortos do rio e em regiões de estuários.	Modificam a calha do rio, criando curvas, bancos de areia, ilhas, praias, áreas de maior ou menor velocidade de água, e diversidade de ambientes. Inundam as planícies, depositando sedimentos e nutrientes necessários para a vegetação terrestre. Inundam e criam lagoas marginais na planície, criando oportunidades de reprodução e alimentação para peixes e aves. Indicam o início do período de migração ou de reprodução para algumas espécies de peixes.	Nível da água em uma seção transversal ao longo do tempo de subida e descida de um hidrograma de vazão. A linha vermelha indica o tempo ao qual corresponde o desenho da seção transversal à direita. 

secar áreas de inundação temporária.			

Nem todas estas características são encontradas juntas em um rio particular, entretanto, várias podem ser importantes. Os eventos de cheia, por exemplo, podem ser acompanhados por muitas mudanças físicas e químicas no ambiente aquático. O aumento do nível e da velocidade da água pode ser acompanhado por uma queda na temperatura e por uma elevação da turbidez. Onde estes efeitos ocorrem sazonalmente, a vida aquática está adaptada para tirar vantagem das condições de cheias (COLLISCHON et al., 2005). A **Figura 5.11** ilustra a convivência harmônica entre o manguezal e as ocupações mais próximas dentro dos limites das APP do Rio Caraíva, Bahia, na vazão de cheia, mas sem desmatamento.

Figura 5.11 - Fotos da Vazão de cheia do Rio Caraíva – BA - Convivência pacífica entre ecossistemas e seres humanos.
Fonte: Liza Andrade

As espécies que fazem parte dos ecossistemas aquáticos evoluíram ao longo de muitos anos para tirar proveito do meio ambiente, inclusive do regime hidrológico, como por exemplo, a maioria dos peixes fluviais tropicais reproduz-se no início da estação das cheias, principal período de alimentação, crescimento e de acúmulo de reservas de gordura, que servirá para que eles resistam ao período de estiagem, quando comem pouco. Qualquer alteração no regime deverá ser prejudicial (LOWE-MCCONNEL, 1999 *apud* COLLISCHON et al., 2005).

Segundo Moll (2004), uma atenção especial deveria ser dada às tartarugas de ambientes lacustres para a manutenção da qualidade da água, pois são os maiores componentes das redes tróficas dos rios, exercendo um papel importante no fluxo de energia, ciclagem de nutrientes, dispersão da vegetação ripária. A reprodução da espécie se dá nas vazões mínimas, que são suficientemente baixas para expor bancos de areia e praias.

Para pesquisadores do Departamento de Ecologia Urbana de Barcelona, como Rueda (1999), a apropriação de uma porcentagem de água da bacia deveria levar em consideração as necessidades do resto dos ecossistemas que, como o homem, necessitam de água para manter a sua organização. A proposta é que se estabeleça a proporção ideal de 3/3 da bacia hidrográfica: 1/3 seria apropriado para as atividades humanas, 1/3 para os ecossistemas terrestres e 1/3 para os ecossistemas aquáticos, que necessitam de uma porção mínima para sua existência. Além disso, deve haver a preocupação com os ecossistemas que se conectam com estes na foz.

Assim, após verificada a insuficiência do critério de vazão ecológica, como um limite inferior de vazão, que não deve ser ultrapassado, é necessário buscar alternativas de manejo de quantidades de água que contemplem de forma mais completa o regime hidrológico.

Segundo Tucci (2009), o regime hidrológico é caracterizado pelas variáveis hidrológicas como vazão, velocidade, profundidade do escoamento, e sua variabilidade expressa por: magnitude, frequência, duração, previsibilidade e taxa de variação. Essas variáveis influenciam os elementos que compõem a integridade biótica, representados pela qualidade da água, suas fontes de energia, habitat físico e interações bióticas.

A proposta do Manejo Ecologicamente Sustentável da Água (MESA) busca o gerenciamento dos recursos hídricos de uma maneira que possa atender aos usos humanos ao mesmo tempo em que mantém ou recupera a integridade dos ecossistemas. (RICHTER et al. 2003, *apud* COLLISCHON et al., 2005).

Essa metodologia propõe seis passos para o manejo: (1) estimar necessidades de vazão para conservar os ecossistemas naturais associados ao rio; (2) estimar as necessidades de vazão atuais e futuras para uso humano; (3) avaliar os conflitos entre usos humanos e necessidades dos ecossistemas; (4) buscar soluções para os conflitos, de forma colaborativa; (5) realizar experimentos práticos de manejo de água; (6) desenvolver um programa de manejo adaptativo, baseado no monitoramento hidrológico e ambiental.

No caso do passo 4, é necessário envolver os diferentes atores do processo em um diálogo aberto na busca da eliminação ou minimização das incompatibilidades. Devem ser buscadas formas alternativas de satisfazer às necessidades humanas e às necessidades dos ecossistemas. Os Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas se constituem como o fórum ideal para a discussão compartilhada dos conflitos identificados.

Esta pesquisa pretende contribuir com estudos sobre padrões de organização social e dos ecossistemas no nível da comunidade e no nível da paisagem, por meio de soluções de desenho urbano sensível à água, que auxiliem no processo de tomada de decisão.

5.3 Os impactos da urbanização no ciclo da água

Uma população urbana demanda grandes quantidades de energia e matérias-primas, bem como descarta grandes quantidades de resíduos, alguns dos quais se transformam em poluição ambiental. Concentração de pessoas em áreas urbanas altera consideravelmente os fluxos de água, sedimentos, substâncias químicas e micro-organismos, e aumenta a emissão de calor residual. Por sua vez, essas mudanças impactam nos ecossistemas urbanos, incluindo águas urbanas e seus ecossistemas aquáticos, e resultam em sua degradação (UNESCO, 2008). Neste sentido, as demandas conflituosas de recursos requerem gestão integrada dos processos de urbanização.

Mesmo com a urbanização contínua e previsões de crescimento das megacidades nos países em desenvolvimento, é importante observar que dados demográficos atuais de planejamento e projeções são altamente incertos (ou duvidosos). Alguns estudos apontam que a maior parte do crescimento urbano não ocorrerá nas megacidades, mas nas cidades menores e cidades maiores secundárias no mundo em desenvolvimento, onde as taxas de pobreza são mais altas e serviços gerais são inadequados (COHEN, 2006; UNESCO, 2008).

Conforme visto, a água na forma de precipitação assume diferentes estados e caminhos ao longo de seu ciclo, o que desencadeia uma série de processos e possíveis trajetórias que dependem, não só das características da precipitação, como também dos diferentes atributos e condições dos lugares por onde irá circular.

Resumindo, segundo Botelho (2011), a água quando atinge a superfície, ao entrar em contato com a vegetação, como as florestas, pode ser interceptada pela copa das árvores e ser evaporada para a atmosfera; pode ser armazenada nas copas e só depois ser precipitada; pode escorrer pelo tronco ou atravessar a vegetação e atingir diretamente a superfície do terreno. Quando há matéria orgânica (restos de galhos, folhas, sementes e animais semidecompostos) na cobertura do solo, a água pode ser armazenada ou escoada sobre ou entre a camada orgânica, antes de atingir o solo. Ao atingir o solo, pode infiltrar ou escoar, dependendo das características intrínsecas desse solo e das condições de relevo (declividade e rugosidade do terreno).

Quando infiltra no solo, a água pode percolar até grandes profundidades, alimentando o lençol freático e os aquíferos, e escoar lateralmente em subsuperfície, em função da drenabilidade interna, ou condutividade hidráulica dos materiais, e inclinação do terreno. Pode ser absorvida pelas raízes das plantas, ascendendo pelo tronco até as folhas, de onde poderá ser transpirada, participando da ciclagem de nutrientes.

No âmbito urbano, toda essa diversidade de caminho praticamente é reduzida ao binômio escoamento e infiltração, com menos incidência do segundo, em virtude da quase total ausência de uma cobertura verde e da matéria orgânica (serrapilheira). O processo de urbanização descontrolado trouxe, como uma de suas consequências, a impermeabilização do solo. As águas pluviais têm cada vez mais dificuldade de infiltrar no solo e repor os lençóis freáticos devido à pavimentação de ruas, calçadas e áreas livres, que poderiam ser feita por materiais que favorecessem a entrada da água no subsolo (**Figura 5.12**).

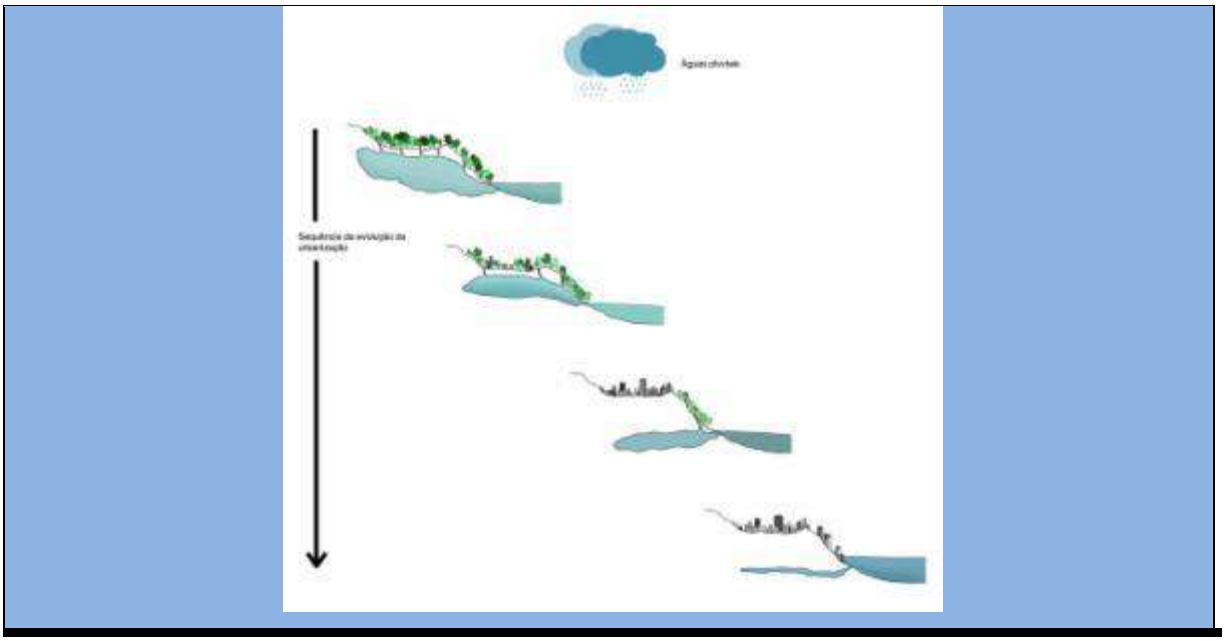


Figura 5.12 - Urbanização e seus efeitos no lençol freático
Fonte: Adaptado por Julia Kano

A adição de novos elementos na cidade pelo homem, como edificações, pavimentação, canalização e retificação de rios, acaba por reduzir a infiltração, favorecendo o escoa-

mento das águas, atingindo o ponto mais baixo da bacia hidrográfica mais rapidamente e de forma mais concentrada na descarga de vazão de saída (exultório). Esse efeito provoca o aumento da magnitude e da frequência das enchentes.

Isto quer dizer que as bacias hidrográficas urbanas, quando comparadas às condições anteriores à urbanização, são diferenciadas pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheias, às vezes chegando a casos extremos de seis vezes mais do que o pico dessa mesma bacia em condições naturais (BOTELHO, 2011; TUCCI, 2001).

Os impactos da urbanização variam amplamente no tempo e no espaço, dependendo do clima local, do desenvolvimento urbano, das práticas de engenharia e ambientais, práticas religiosas e culturais e outros fatores socioeconômicos. Segundo Tucci (2000), cada habitante que participa do êxodo rural, aumentando a população urbana, é responsável pela transformação de 0,005 ha (50 m2) de área rural em urbana.

À medida que ocorre a urbanização, com a impermeabilização do , aumenta o escoamento superficial. Segundo Tucci (2000), a impermeabilização de 7% da área dos lotes já acarreta a duplicação do escoamento superficial. Em casos mais extremos, como a impermeabilização de 80% do lote, o volume de escoamento superficial fica oito vezes maior.

O leito menor dos rios, onde a água escoa na maior parte do tempo, é limitado pelo risco de 1,5 a dois anos. As inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo o leito maior. As cotas do leito maior identificam a magnitude da inundação e seu risco. Os impactos pela inundação ocorrem quando essa área de risco é ocupada pela população. Esse tipo de inundação geralmente ocorre em bacias médias e grandes (> 100 km^2) (**Figura 5.13**).

Figura 5.13 - Nível mínimo, leito menor e leito maior de um rio.
Fonte: BRASIL (2006, p.37). Adaptado por Carolina Mignon

Essa foi a grande discussão sobre o Novo Código Florestal Brasileiro, o Projeto de Lei nº 1876/1999, de autoria do Deputado Federal Aldo Rabelo, aprovado na Câmara em 2011. Denominado PLC 30/2011, propunha uma redução da Área de Preservação Permanente (APP), de 30 para 15m, nos rios com até 10m de largura, e alteração no bordo de referência das faixas marginais dos cursos d´água, que passaria a ser desde a borda do leito regular (e não a partir do leito maior de inundação, como é no atual Código Florestal).

De acordo com Hill (2009), os sistemas de drenagem urbana de águas pluviais carregam quantidades significantes de poluentes aos rios, lagos e costas marinhas pelo mundo. Nos EUA, a drenagem das águas pluviais está sendo apontada como a grande causadora da poluição das águas doce e do mar. Lá, o escoamento urbano carreia milhões de toneladas métricas de petróleo, graxa e similares para o mar, a cada ano, produzidas principalmente

pelo consumo de petróleo pelos veículos motorizados. Além disso, o escoamento urbano contém patologias bacterianas, levando a inundações de esgotos não tratados e, também, carregam nutrientes e metais significantes para ambientes aquáticos.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a questão das enchentes é mais grave. As prefeituras usualmente recorrem às soluções clássicas de engenharia e a lógica atual não incentiva a prevenção de enchentes, uma vez que, quando ocorre a inundação ou outro desastre natural, o município declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido, que podem ser gastos sem necessidade de realização de licitação.

Dentro desse contexto, vale destacar que muitas das tecnologias sustentáveis são medidas não-estruturais e, na maioria das vezes, envolvem restrições à população, como remoção de ocupações de áreas de risco e APPs, além de reflorestamento das margens dos rios, descanalização de córregos, uso de coberturas verdes, taxas de infiltração maiores, cisternas de armazenamentos, piscinões, lagoas de infiltração, entre outros. E, passado o estágio de calamidade pública, as soluções não estruturais são pouco incorporadas como medidas preventivas, o que torna a situação parte de um ciclo de problemas aos governos locais.

Outro problema apontado por Tucci (2009), é que, praticamente quanto à drenagem tradicional, toda a água escoa direto para os drenos e não infiltra. Existe uma parcela inicial da chuva que fica retida em depressões e áreas que retêm umidade, mas em períodos sequenciais de chuva, praticamente tudo gera escoamento superficial. Desta forma, no período seco, não existe escoamento, pois não há recarga para o aquífero e o escoamento que existe é apenas de esgoto não coletado. A recarga, em parte, é suprida pelas perdas da rede de distribuição de água. A média brasileira é de 40% de perdas. Portanto, se não fosse a ineficiência do saneamento, não haveria recarga e os rios seriam secos, já que toda a água escoa pela superfície.

Além disso, as superfícies de concreto tendem a aquecer muito mais o ambiente no verão, muito mais crítico em climas tropicais, trazendo um forte desconforto térmico à população. De acordo com Moreira e Nóbrega (2011), existem diferentes padrões de refletividade ou de albedos. Pode-se observar que, dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície. Os autores detectaram em estudos na cidade de Recife que os menores valores do albedo foram encontrados na água e vegetação (6 a 10%), seguidas por áreas de vegetação com árvores (15 a 18%) e com gramas (25% a 30%).

Os materiais urbanos que apresentaram os maiores valores de albedo correspondem aos mais claros, como os concretos (10% a 35%); seguidas de edificações de cor branca (50% a 90%) e os telhados de alta refletividade (de folha de fibrocimento – 60 a 70%). Assim, uma cidade compacta. com muitas áreas impermeáveis, causa mais impacto no microclima e consequentemente no ciclo da água, necessitando de superfícies vegetadas para suprir esta deficiência.

As cidades vão se tornando um ambiente inadequado à qualidade de vida, a todos os seres vivos, com poluição da emissão de gases dos veículos, aquecimento e inundações. Quanto mais cresce a população, o transporte e a ocupação com maior número de pessoas acelera o processo de impermeabilização, uso de concreto, pelo aumento de pessoas circulando em áreas urbanas. Como num efeito dominó, a saúde também é afetada pela proliferação de doenças.

Em resumo, segundo Tucci (2000) e o documento WSUD (2012), à medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os impactos listados na **Tabela 5.3**.

Tabela 5.3 - Impactos da urbanização

Vazões máximas	Aumento das vazões máximas, em várias vezes, e da sua frequência, em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies. O hidrograma de bacia rural é alterado depois de ela ser urbanizada.
Alteração dos fluxos e morfologia dos rios	Mudanças nos padrões de fluxo - aumento da taxa de fluxo, volume, e riscos de inundações, perda de vegetação ciliar, erosão e perda de habitat. Alteração da morfologia dos riachos e rios, perda de habitat aquático.
Produção de sedimentos	Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo).
Poluição das águas e do ambiente urbano	Aumento de contaminantes e tóxicos (metais pesados, hidrocarbonetos e pesticidas). Aumento de lixo e detritos que têm impacto sobre os usos estético e benéfico dos caminhos da água.
Ecossistemas e solos	Aumento das concentrações de nutrientes e crescimento de plantas. Aumento das cargas de sedimentos e turbidez, luz reduzida e fotossíntese, causando o "sufocamento" de habitats aquáticos. Alterações dos níveis freáticos e impactos potenciais sobre as condições do solo, incluindo o aumento da salinidade, e importação de plantas exóticas/invasoras - redução da vegetação ciliar e habitat.
Qualidade da água	A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão de lavagem das ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.
Saúde humana e desigualdades sociais	Esse conjunto de interferências no sistema natural gera impactos na própria sociedade, por meio das doenças de veiculação hídrica, como leptospirose, cólera, entre outras; de inundações e de prejuízos materiais. Ao mesmo tempo, reflete as diferenças socioeconômicas da sociedade.
Enchentes	Os principais impactos sobre a população são: perdas materiais e humanas; interrupção da atividade econômica nas áreas inundadas, contaminação por doenças de veiculação hídrica, contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico e das estações de tratamentos, entre outros.
Infraestrutura	A infraestrutura urbana mal planejada contribui para o agravamento dos impactos, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem a jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.

Apesar de a questão das águas urbanas dos ecossistemas urbanos ser tratada mais pela área das engenharias, não deve ser abordada apenas por um tipo de profissional. Deve, sim, ser abordada por um conjunto de especialistas com um entendimento integrado transdisciplinar, que envolve desde planejadores urbanos, geógrafos, geólogos, engenheiros de transporte, de saneamento e de meio ambiente, como ecólogos e biólogos, além de profissionais de saúde, entre outros.

Nesse sentido, esta tese busca o entendimento transdisciplinar do ciclo da água no meio urbano para ilustrar procedimentos que possam ser compreendidos por várias áreas do conhecimento, apesar de ter o olhar de um profissional do desenho urbano.

5.4 O ciclo da água urbano e sua relação com o desenho urbano

Embora muitos elementos do ambiente natural sejam afetados por atividades humanas, como os caminhos e abstrações hidrológicas[132] (fontes de águas), a estrutura do ciclo da

[132] Abstrações hidrológicas são os processos do ciclo hidrológico que reduzem a precipitação total à precipitação efetiva, podendo, eventualmente, dar origem ao escoamento superficial. São processos que desviam a precipitação que alimenta as vazões dos cursos d'água. Portanto, a precipitação efetiva é aquela que chega aos cursos d'água, alimentando as vazões das bacias hidrográficas. As principais abstrações hidrológicas são: a intercepção ou interceptação, o armazenamento em depressões do terreno, a infiltração, a evaporação e a evapotranspiração (UNESCO, 2008, p. 12).

água se mantém nas áreas urbanas (UNESCO, 2008, p.12). Entretanto, esse ciclo, conforme foi relatado, é amplamente danificado pelos impactos da urbanização no meio ambiente e pela necessidade de prover serviços de água à população urbana, incluindo abastecimento de água, drenagem, gestão e coleta de águas residuais, e usos benéficos de águas receptoras.

O ciclo da água urbano, apesar de sua complexidade, fornece um bom conceito e base unificada para estudar o balanço hídrico e a condução de estoques de água de áreas urbanas, captação, desenvolvimentos urbanos ou locais. Sua gestão total se aplica às condições climáticas, fisiográficas, ambientais e socioculturais, bem como aos níveis de desenvolvimento, com modificações apropriadas (UNESCO, 2008, p. 4).

Naturalmente, dependendo de circunstâncias locais, podem ser dadas prioridades diferentes às diversas medidas, mas o princípio geral é identificar as principais fontes de água, sedimentos, substâncias químicas e biota, caminhos aplicáveis ou mudanças, e medidas de intervenção, servindo à gestão integrada dos recursos naturais. A **Figura 5.14** ilustra a complexidade dos caminhos das águas na cidade e a sua relação com o sistema de suporte da vida, os ecossistemas.

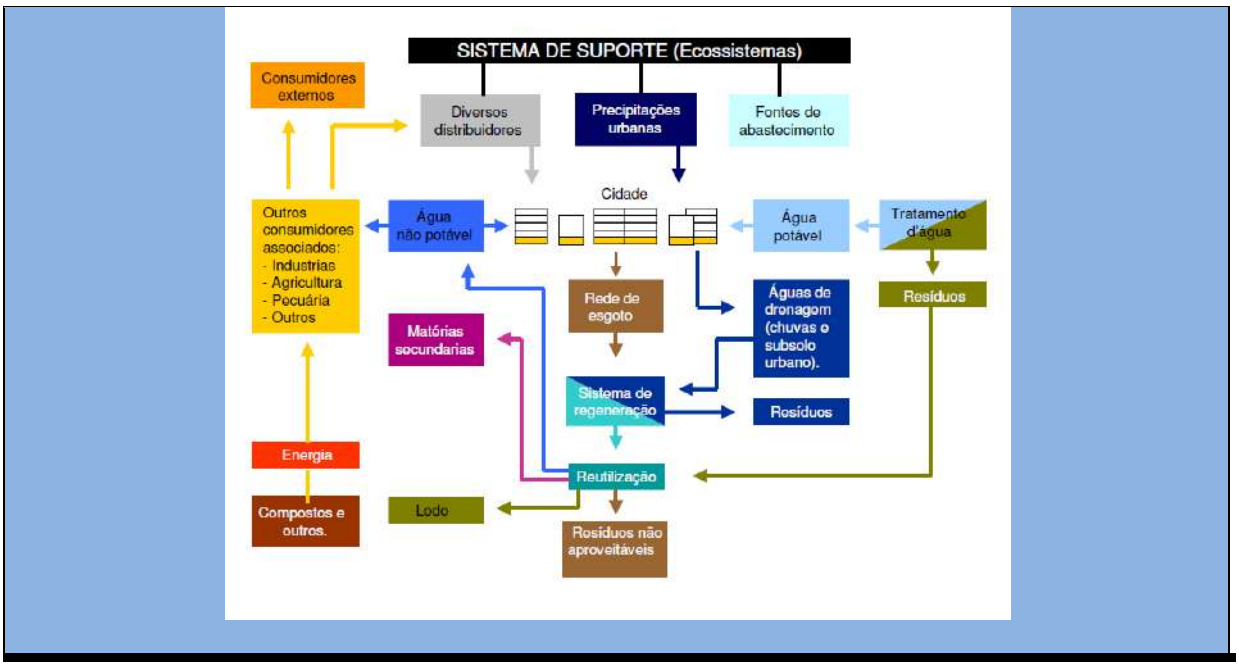


Figura 5.14 - Sistema de Suporte para os caminhos das águas
Fonte: Adaptado de Rueda (2009)

Segundo o manual da UNESCO (2008, p. 4), duas principais fontes de água são reconhecidas no ciclo da água urbano: abastecimento de água e precipitação. A água municipal é quase sempre importada de áreas fora do urbano, ou mesmo captada em quantidades amplamente variadas, que refletem a demanda de águas locais e sua gestão. Esta água pode contornar alguns caminhos no ciclo da água no meio urbano. Ela é trazida para a área urbana e distribuída dentro dele. Alguma fração é perdida nas águas subterrâneas, e o resto é

usado pela população, convertida em águas residuais municipais, e, por fim, devolvida para águas superficiais.

A segunda fonte, a precipitação, geralmente segue um caminho mais longo no ciclo da água. A água precipita sobre áreas urbanas e está sujeita às abstrações hidrológicas, incluindo: intercepção, armazenamento por depressão, evaporação (água no solo e superfície) e evapotranspiração (planta). Uma parte infiltra no solo (contribuindo para o solo úmido e recarga das águas subterrâneas) e outra parte é convertida em escoamento que pode ser transformada em receptores de água por sistema de transporte natural ou artificial.

Segundo o documento da UNESCO (2008, p. 4) sobre o "Ciclo da Água Urbano", existem dois aspectos que têm impactos diretos na gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas: arquitetura urbana e estilo de vida das pessoas. A arquitetura tradicional, que reflete as características da região, em muitas cidades grandes está sendo substituída pela arquitetura internacionalizada por causa da globalização e do crescimento populacional, com mudanças concomitantes na hidrologia urbana.

A densidade da população e edificações, sistema de coleta da água da chuva, material usado na construção, e sistema de coleta de águas residuais estão entre os principais fatores que causam mudanças no "ciclo da água urbano". As modificações do solo afetam diretamente as funções da bacia hidrográfica. Quando a expansão urbana ocorre em áreas previamente não ocupadas, as alterações resultantes no solo pode mudar drasticamente a forma como a água é transportada e armazenada. Usos residenciais e comerciais criam superfícies impermeáveis e solos compactados, que filtram menos água, o que aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração da água do solo. Essas alterações podem aumentar o volume e a velocidade de escoamento, a frequência e a gravidade das enchentes, e pico dos fluxos da tempestade (**Figura 5.15**).

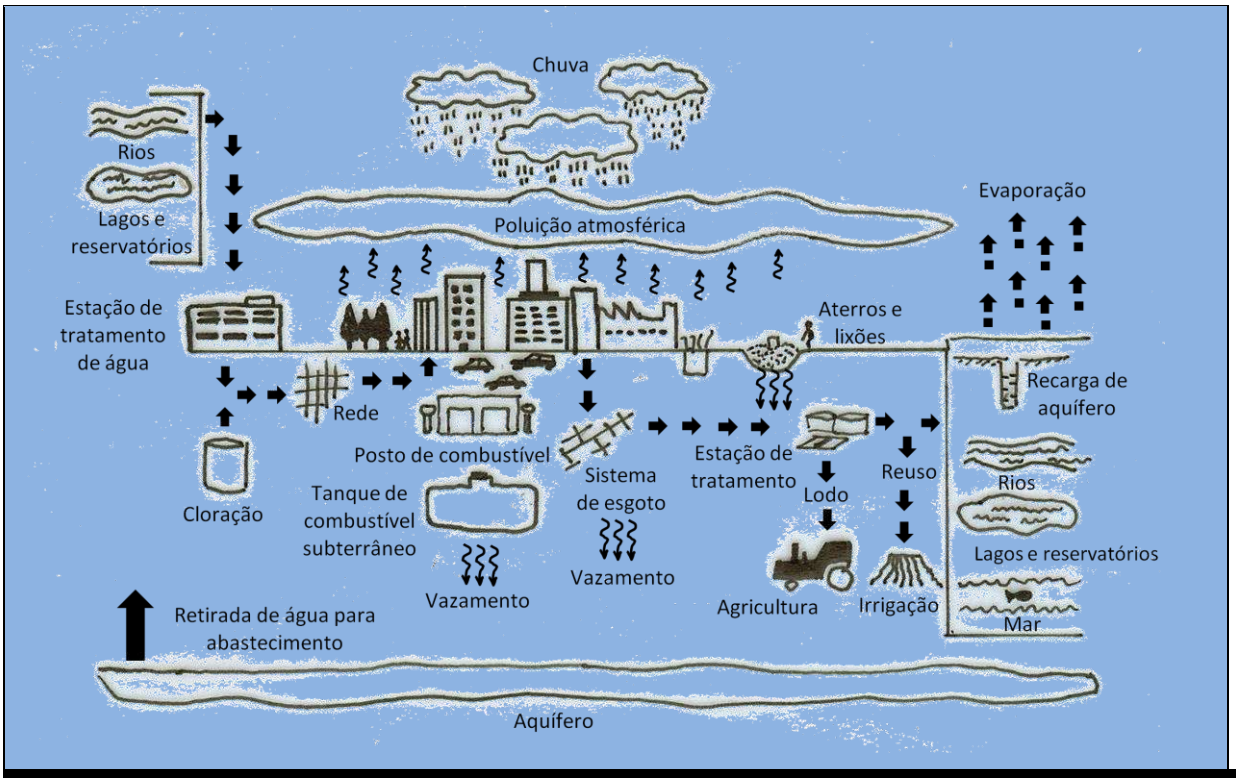


Figura 5.15 - Ciclo da água urbano
Fonte: UNESCO (2008, p.4). Desenho adaptado por Beatriz Loyola

Estilos de vida em área urbana afetam o ciclo hidrológico, por meio de mudança nas demandas domésticas de água. O uso *per capita* da água doméstica e o uso da água em áreas públicas, como parques e áreas verdes, são as principais características que definem o estilo de vida nas grandes cidades. Embora fatores econômicos sejam importantes para determinar estas características, o padrão de uso da água, a tradição e a cultura têm mais efeitos significantes no estilo de vida nas áreas urbanas (UNESCO, 2008).

Outro aspecto relevante a ser considerado com relação ao ciclo da água urbano nos países em desenvolvimento, além do saneamento ambiental, para integrar os atributos das agendas Verde e Marrom, é a correlação entre a questão socioeconômica da arquitetura e do urbanismo, os padrões de uso do solo, o consumo de água e as taxas de escoamento superficial.

No desenho urbano convencional, os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são desarticulados ou desconsiderados durante o processo de planejamento. As vias, além de atender ao tráfego de veículos, desempenham um papel fundamental na drenagem urbana. A água sempre procura o sentido da maior declividade, ou seja, perpendicular à curva de nível.

O desenho das vias também pode influenciar sobre o total de áreas impermeáveis e sobre o planejamento hidrológico do local. A extensão (comprimento) das vias e a área pavimentada podem variar, de acordo com o desenho de vias, como exemplificado na **Figura 5.16**. Consequentemente, o tipo de desenho da malha viária pode ter influência significativa sobre a impermeabilização total do solo e a hidrologia do parcelamento local. A seleção de uma alternativa de desenho, como as vias curvilíneas e grandes macroparcelas pode resultar em uma redução de 26% do total de áreas impermeáveis (PRINCE GEORGE'S COUNTY, 1999; TAVANTI E BARBASSA, 2010).

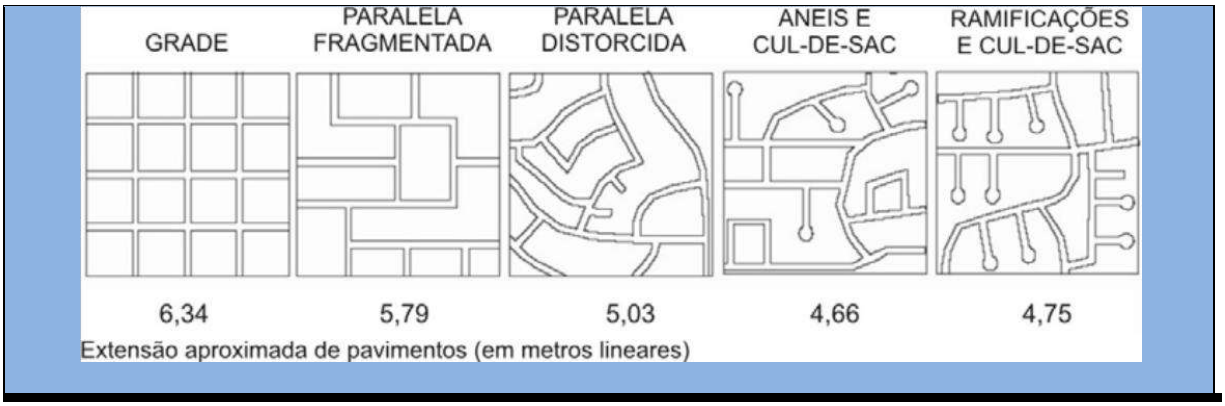


Figura 5.16 - Extensão aproximada de pavimentos (em metros lineares) conforme opções de desenho de vias.
Fonte: Fonte: Tavanti e Barbassa, 2010, adaptado de Prince George's County, 1999.

Na cidade de Seattle foi implementado um Sistema de Drenagem Natural (NDS)[133] para readaptação das águas pluviais com o redesenho de vias: ruas estreitas e curvilíneas, com calçadas porosas e bordas paisagísticas, que cumprem o papel de imitar os processos naturais (biológicos e químicos), removendo os poluentes advindos das águas pluviais das superfícies das vias. A NDS é parte de uma abordagem mais ampla do planejamento urbano, conhecida como "infraestrutura verde", que enfatiza o planejamento e a ocupação urbana ambientalmente saudável.

[133] http://www.werf.org/liveablecommunities/studies_sea_wa.htm

Ao invés de usar um desenho tradicional de rua em linha reta, as vias são construídas de forma curvilínea. Vias curvilíneas ajudam a assegurar que o escoamento deixa a superfície da estrada mais rapidamente antes de obter a velocidade, o que reduz a erosão. Este projeto de via pode ser especialmente útil em áreas com declives íngremes e pode retardar o tráfego.

Segundo Souza, Cruz e Tucci (2012, p. 9), um projeto piloto da 2ª Avenida, em Seattle, EUA (200m*; Street Edge Alternative Street Project*), ganhou grande repercussão por reduzir 99% do escoamento superficial e promover ambientes convidativos à população. Além de modificar o traçado da via para mais sinuoso, o que reduz a velocidade, foram plantadas 100 árvores e 100 arbustos integrados aos dispositivos de controle das águas pluviais (**Figura 5.17**).

Figura 5.17 - Comparação de uma rua sinuosa, na 2nd Avenue, em Seattle, em Roadside Gardens, no contexto do sistema grade de ruas perpendiculares
Fonte: Google Earth e Foto de Gabriela Tenorio

Outro aspecto importante na visão da manutenção do ciclo da água é a localização de medidas de tratamento que irão determinar como manter e operar o sistema. A abordagem tradicional de saída envolve a construção de um único tratamento na saída da captação que, embora seja mais fácil de manter, tem a desvantagem de necessitar de tratamento de volumes muito grandes de água em um local, que muitas vezes é longe da fonte do poluente. A abordagem distribuída consiste em diferentes técnicas de tratamento de menores proporções, instaladas ao longo da bacia (**Figura 5.18**).

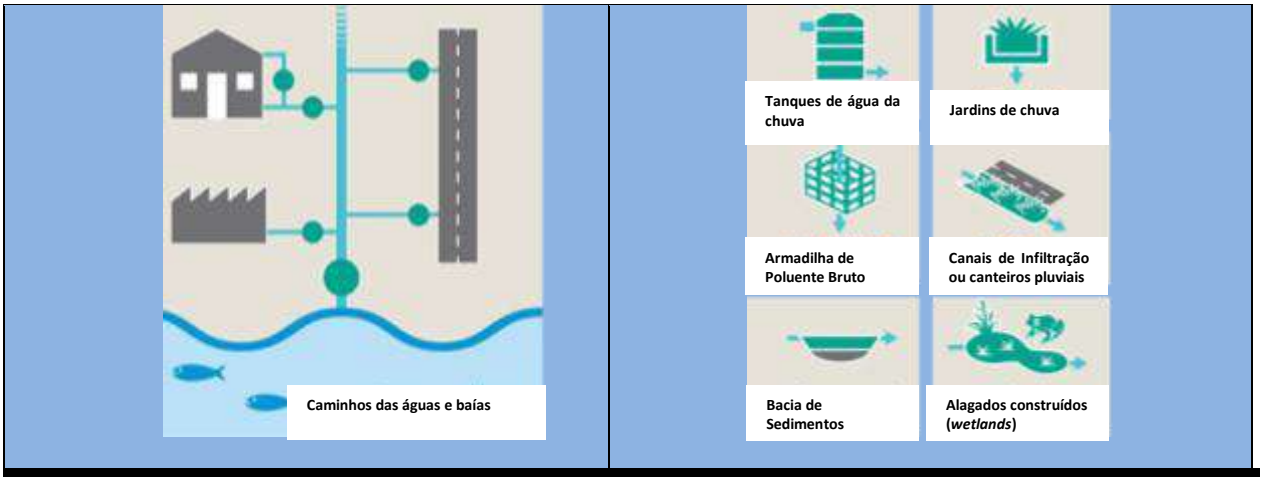


Figura 5.18 - Abordagem distribuída para o tratamento das águas pluviais
Fonte: http://www.melbournewater.com.au/Planning-and-building/Stormwater-management/Water-Sensitive-Urban-Design/Pages/Distributed-vs-single-site.aspx

No tratamento distribuído, as medidas são mais bem implantadas em todas as escalas. A abordagem distribuída imita o ciclo natural da água e oferece oportunidades para benefícios locais para captação de água da chuva e reaproveitamento de águas residuais, gerando uma série de vantagens (**Tabela 5.4**).

Tabela 5.4 - Abordagem Distribuída (WSUD)

Melhor proteção	Proteção da qualidade da água - pode ser distribuída ao longo de um maior comprimento do curso de água, protegendo, assim, os caminhos das águas à jusante imediatos.
Tratamento localizado	Direcionamento específico de tratamentos pode ser dirigido a locais altamente poluídos
Risco distribuído	A abordagem distribuída tem um menor risco de falha geral do sistema, como falta de qualquer tratamento único, e não costumam ter um impacto significativo sobre o desempenho total do sistema de tratamento.
Melhoria das eficiências de remoção	Tratamentos distribuídos normalmente são localizados em áreas de menor fluxo e volumes, levando a concentrações de poluentes superiores e eficiências operacionais mais altas
Implementação por etapas	Tratamentos individualmente localizados podem ser postos em funcionamento em etapas
Redução de custo	Reduzir o custo total para a comunidade.

Um método distribuído irá incorporar uma variedade de tipos estruturais de tratamento. Para garantir a máxima eficiência de remoção de poluentes, deve ser considerada uma abordagem de domínio no tratamento durante cada passo do processo de *design*, particularmente onde as necessidades de pré-tratamento podem ser um problema.

O conceito de "ciclo da água urbano" proposto pelo manual da UNESCO (2008) demonstra a conectividade e interdependência dos recursos de água urbana e atividades humanas, e a necessidade de gestão integrada. As categorias básicas de gestão da água englobadas nesta abordagem incluem (**Tabela 5.5**):

Tabela 5.5 - Categorias básicas de gestão da água (UNESCO, 2008, p.7)

Conservação de água (gestão da demanda)	Uso mais eficiente de água (dispositivos de economia de água, práticas de irrigação); substituição de formas da paisagem (demanda de água reduzida); substituição dos processos industriais (demanda reduzida, água reciclada).
Gestão de águas residuais e abastecimento de água, águas subterrâneas, águas da chuva integradas	Abastecimento de água mais econômico e confiável, gestão do fluxo ambiental (adiamento da expansão da infraestrutura, retorno das águas aos lagos), provisão de paisagem urbana aquática, substituição de fontes não potáveis de água (reuso de águas residuais e águas da chuva), proteção do escoamento das águas da poluição.
Reuso e tratamento de águas residuais	Como uma base para descarte de poluentes potenciais, ou um substituto para outras fontes de abastecimento de água para usos não potáveis.

Segundo o Kit de Treinamento SWITCH do ICLEI (2011, mod. 3, p. 20) para "Gestão Integrada das Águas Urbanas na Cidade do Futuro", essa nova visão é também denominada de "Eco-hidrologia", que analisa a forma como o ciclo da água e os ecossistemas interagem como um todo, e os benefícios multidimensionais que uma cidade pode obter com essa interação. Essas soluções mais sustentáveis, já adotadas em alguns países desenvolvidos, reconhecem os ecossistemas como mecanismos de controle e tratamento de águas pluviais de forma difusa e integrada às demais atividades urbanas. Em muitos casos, eles são terrenos experimentais que, simultaneamente, acomodam pressões da ocupação urbana e preocupações ecológicas.

Pântanos construídos ou reconstruídos (*wetlands*), rios recuperados, lagoas aeradas, paisagens adaptadas às inundações e jardins de chuva, são todos conceitos que funcionam de acordo com os processos naturais no desenvolvimento de um urbanismo resiliente baseado na água. São importantes para manter a qualidade da água nas fontes de abastecimento, como aquíferos urbanos e reservatórios de armazenamento nas margens dos rios que

tem os fluxos de água contaminados por produtos químicos, óleos, metais pesados e sedimentos.

As bacias de retenção são projetadas para controlar o escoamento das águas pluviais, e, em alguns casos, para remover poluentes trazidos pelas águas ao longo do caminho percorrido. Essa técnica de controle funciona com valetas, valas, tanques e lagoas, que atuam capturando, armazenando, tratando e liberando gradualmente essa água. As biovaletas são canais abertos, cobertos por vegetação, que atenuam o escoamento das águas. Esse tipo de drenagem aumenta o contato direto da água com o solo utilizando a vegetação para filtrar (**Figura 5.19**).

Figura 5.19 - Fotos de lagoas de retenção em Orlando – Flórida - EUA
Fonte: Liza Andrade

Os tanques de armazenamento de água da chuva ajudam a proteger os riachos locais, porque auxiliam com a coleta e armazenamento de águas pluviais onde há incidência de grandes tempestades, reduzindo o volume dessas águas e dos poluentes originados nessas residências, que iriam parar nos rios. É indicado para o uso não potável, para irrigação de jardins, lavanderia e descarga de banheiros.

Os pavimentos permeáveis são superfícies que permitem a infiltração da água da chuva no subsolo, usando materiais adequados para prevenir o escoamento das águas e reduzir a poluição dos solos por causa das enchentes, que são comuns quando não se utiliza esse recurso.

Essas novas técnicas estão-se tornando base para novos planejamentos regionais e desenhos urbanos, capazes de integrar os processos naturais e de engenharia e fortalecer a lógica existente da paisagem. De acordo com Shannon (2013, p. 165) é uma abordagem de "engenharia suave", uma nova forma de trabalhar com as forças da natureza, de modo a reduzir ou mitigar os impactos prováveis dos desastres naturais, guiada por ações integradas de paisagismo, infraestrutura e urbanização (**Figura 5.20**).

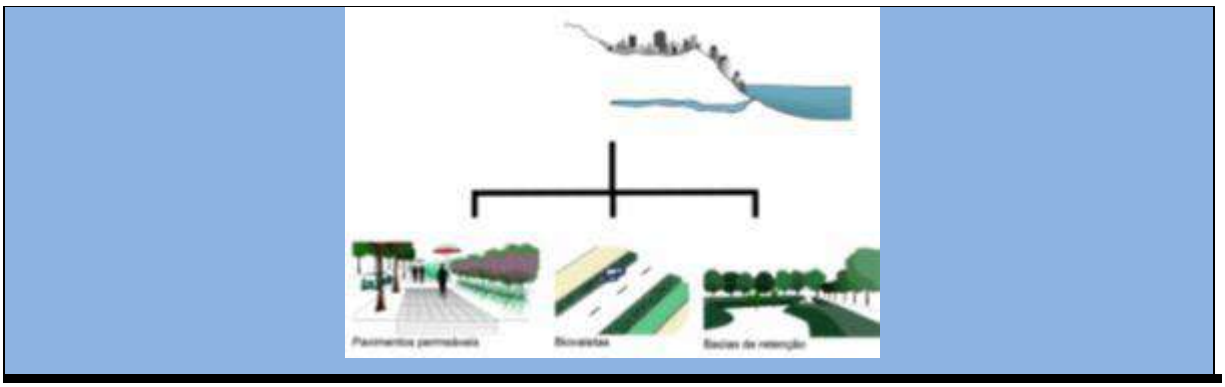


Figura 5.20 - Destaque para as novas técnicas de eco-hidrologia, ou engenharia suave, para melhorar o ciclo da água no meio urbano.
Fonte: Desenho Julia Kano

No subúrbio de Paris, o bairro de Keystone, em Boulogne-Billancourt, situado em um meandro do rio Sena, onde se localizavam as antigas instalações de produção da Renault, está passando por uma massiva reabilitação urbana, desde 2006. Trata-se do projeto de um grande parque central e edificações para escritórios, lojas e habitação (65 habitações sociais), desenvolvidos por grandes arquitetos, entre eles o arquiteto Jean Nouvel.

Um magnífico parque inundável de 700 X 900m, o Pàrc de Trapèze, projeto do paisagista Angence Ter, é o primeiro quarteirão residencial em sítio recuperado de *brownfield*, com projeto que coleta a água da chuva de uma área de 50 hectares composta de lagoas e áreas pantanosas em volta de "ilhas" com vários ambientes – pradarias cobertas por flores, turfeiras e pomares, que encolhem ou crescem de tamanho dependendo do nível da água (SHANNON (2013, p. 172). A vizinhança inteira foi desenhada a 1,6m do terreno natural com o parque se destacando, tanto com um corredor urbano, quanto um jardim submersível (**Figura 5.21**).

Figura 5.21 - O bairro de Keystone em Boulogne-Billancourt e o Pàrc de Trapèze
Fonte: http://www.designpictures.fr/galerie/architecture.htm; http://ileseguin-rivesdeseine.fr/fr/media/octobre-2012-trapeze-ouest-vue-du-parc-billancourt

Essa área é formada por um braço artificial do rio, que pode servir como uma saída para as águas à medida que inunda. A água do parque, formada pelas águas da chuva, vem de três fontes: água da chuva do piso e de telhados de terrenos de propriedade privada, água da chuva de áreas públicas para pedestres e água da chuva de estradas asfaltadas. As duas primeiras são canalizadas para o parque, via cursos abertos e, a última por meio de um cano de escoamento filtrado (**Figura 5.22**).

Figura 5.22 - O bairro de Keystone em Boulogne-Billancourt e o Pàrc de Trapèze
Fonte: http://www.aaupc.fr/projets/fiche/id/27

Nos Estados Unidos, cidades como Seattle e Portland estão-se tornando exemplos de cidades de baixo impacto no ciclo da água no meio urbano, chegando a uma redução do escoamento superficial de até 99% em alguns trechos da cidade (Hill, 2009). Algumas estratégias de desenho urbano - como praças com lagoas de detenção e retenção, mudança para um traçado sinuoso da via, implantação de milhares de arbustos integrados aos dispositivos de controle das águas pluviais e plantio de centenas de árvores nas vias - reduziram o escoamento superficial e a velocidade dos automóveis, conferindo maior segurança e amenidades relacionadas à presença de vegetação.

A **Figura 5.23** mostra um pequeno parque urbano, Tanner Spring Park[134], que fica em Pearl District, uma área antiga de zona úmida, com lago alimentado por riachos que desciam das colinas próximas, a sudoeste de Portland. Essas encostas arborizadas forneciam um filtro natural para os córregos, limpeza da água, até o caminho das águas para o rio Willamette. O lago e a zona úmida circundante foram preenchidos para dar lugar a armazéns e pátios ferroviários que, por sua vez, foram substituídos por residências, lojas e espaços públicos. Hoje, o parque fica a cerca de 20m acima da superfície do ex-lago.

Figura 5.23 - Drenagem natural de Tanner Spring Park - Portland
Fonte: Google Earth

A partir dos anos de 1990, foi aprovado um planejamento para a região, na Câmara Municipal, com o objetivo de criar uma rede de espaços abertos para recuperar as funções ecológicas da paisagem de Portland, como uma meta importante para o bairro e para cidade. O projeto para o parque começou no início de 2003 e foi desenvolvido pelo Atelier Dreiseitl, renomada empresa de *design* alemão, e GreenWorks/PC, premiados escritórios locais

[134] http://www.portlandoregon.gov/parks/finder/index.cfm?&propertyid=1273&action=viewpark

de arquitetura da paisagem, selecionados para a concepção do parque. O projeto do parque tenta recapturar o passado da área, com suas zonas úmidas nativas. Atualmente, Portland é reconhecida internacionalmente e premiada por seu sistema de drenagem natural (**Figura 5.24**).

Figura 5.24 - Drenagem natural de Tanner Spring Park - Portland
Fonte: Google Earth

A seguir, serão analisados os documentos: "Manual de Guia Técnico para Puget Sound[135]", do LID (PSAT, 2005); "Proteção dos Recursos Hídricos para empreendimento de densidade mais alta" (EPA, 2005) e "Melhores práticas de gestão relacionadas ao contexto de ocupação - Usando Técnicas do Crescimento Inteligente" (EPA, 2012), da Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA; e os documentos da WSUD, Austrália.

5.5. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto - LID

O Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (*Low Impact Development* – LID) tem como objetivo atingir paisagens hidrológicas funcionais, com comportamento mais similar ao natural, por controlar, não somente o pico de vazões, mas volume, frequência/duração, além de promover a qualidade dos escoamentos pluviais e a proteção dos ecossistemas.

Tem como meta recuperar a capacidade de infiltração das superfícies urbanas, reduzindo os impactos ambientais, com ganhos econômicos e paisagísticos, em comparação ao controle efetuado pelos métodos tradicionais, com condutos e detenções. De acordo com o *United States Department of Defense* (Departamento de Defesa dos Estados Unidos - US-DoD)[136] (2004, p. 1), sintetizados por Souza, Cruz e Tucci (2012, p. 12), o LID tem como elementos chaves ou princípios (**Tabela 5.6**):

Tabela 5.6 - Princípios do LID (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12)[137]

Conservação da vegetação e solo nativos	A conservação da vegetação e solo nativos, minimizando o emprego de áreas impermeáveis e permitindo a manutenção de caminhos naturais de drenagem;
Projetos locais únicos	A elaboração de projetos locais únicos, que respeitem as peculiaridades locais naturais, evitando a padronização de soluções para toda a bacia;
Escoamento direcionado para áreas vegetadas	O direcionamento do escoamento para áreas vegetadas, para reforçar a infiltração e recarga de aquíferos, terras úmidas e riachos, aproveitando o tratamento natural das águas pluviais;
Imitar os processos hidrológicos	Controles distribuídos de pequena escala, com técnicas de manejo hídrico, nas proximidades da fonte de geração de excedente de escoamento, para imitar os processos hidrológicos naturais;

135 Produzido pelo Departamento de Ecologia da Universidade do Estado de Washington – Extensão Pierce County sob a autoria de Curtis Hinman. http://www.psp.wa.gov/downloads/LID/LID_manual2005.pdf.
136 http://www.lowimpactdevelopment.org/lid%20articles/ufc_3_210_10.pdf
137 http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_210_10.pdf

Redução de cargas poluentes	A manutenção dos processos hidrológicos, por meio da prevenção à poluição, com a redução de cargas poluentes, aumento da eficiência dos sistemas de drenagem e educação da população por meio do envolvimento público.

O LID teve início com o desenvolvimento e uso de células de biorretenção, uma das práticas de gestão integrada, que consiste na substituição do solo existente por outro altamente poroso, além da formação de uma depressão rasa e replantio por vegetação selecionada para tolerar condições temporárias de saturação do solo e poluentes contidos no escoamento local.

Na visão de Tavanti e Barbassa (2010, p. 10), o LID se sobrepõe ao modelo de desenho das Cidades-Jardins, onde os fundos-de-vale são valorizados por meio da presença de vegetação, atrelando as áreas de lazer e práticas de esportes aos parques urbanos dessas áreas, tornando-as mais atrativas. As práticas de manejo integrado podem reduzir o escoamento, pela integração de controles em numerosas unidades, em pequenas partes do lote, próximo às fontes de geração de excedente de escoamento e de produção de esgoto, de forma integrada ao ambiente, para mimetizar processos hidrológicos naturais, eliminando a necessidade de controle centralizado (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

A vantagem da estratégia de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto é a possibilidade de integração com outros setores de planejamento, via Plano de Bacias e Planos de Desenvolvimento Locais. As práticas são caracterizadas pelo emprego de vegetação, para interceptar, evaporar, armazenar, absorver e infiltrar nutrientes e sedimentos, bem como pela reservação e aproveitamento de água, e pela adaptação de estruturas para mínima perturbação ao sistema de drenagem natural (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

A **Figura 5.25** ilustra o planejamento ambiental, com mapa de zoneamento da vegetação, hidrologia, solo, uso da terra, topografia, acessos para aplicação das práticas do LID. Esse planejamento ambiental lembra o planejamento proposto por Ian McHarg e os padrões espaciais com ênfase na paisagem.

Figura 5.25 - Planejamento ambiental
Fonte: PSAT & WSU (2005)

No Brasil ainda temos muito que avançar no nível local do empreendimento, porque os parâmetros urbanísticos das Leis de Uso e Ocupação do Solo só tratam da taxa de permeabilidade, sem os parâmetros de escoamento dos Planos Diretores de Drenagem Urbana e características do solo e da vegetação, estabelecidos nos Planos de Manejo ou nos Zoneamentos Ecológico-Econômicos. O simples estabelecimento das taxas de permeabilidade das

Leis de Uso e Ocupação do Solo não é o suficiente para o desenvolvimento urbano de baixo impacto.

A regulamentação do uso solo deveria assegurar possibilidades de aplicação das práticas de manejo integrado para a manutenção do ciclo da água no meio urbano. É necessário que as práticas sejam acompanhadas por regulamentações urbanísticas, que contemplem padrões espaciais integrados, além dos aspectos funcionais de uso do solo, levando-se em consideração, limites de perturbação do solo e da vegetação, aspectos bioclimáticos, sociológicos, topoceptivos, econômicos, simbólicos, estéticos, entre outros.

As práticas de manejo integrado (*Integrated Management Practices* - IMPs) são ferramentas utilizadas em empreendimentos LID para tratamento de qualidade e quantidade de águas pluviais. Para aplicação das práticas, é necessário planejar, ao mesmo tempo, a escala regional da bacia e a escala dos parcelamentos locais (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12). Na escala dos empreendimentos urbanos, o modelo LID, com as práticas de manejo integrado, aplica-se à implantação de novos empreendimentos e à reabilitação de parcelamentos existentes, apresentando vantagens para implantação dessas práticas a antigos empreendimentos com relação a métodos tradicionais (**Tabela 5.7**).

Tabela 5.7 - Dispositivos para o manejo adaptativo (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12)

PLANEJAMENTO	DISPOSITIVOS
Planejamento no âmbito da bacia hidrográfica	Levantar informações atuais da área de estudo: topografia, solo, hidrologia (precipitação, escoamento, microbacias e cursos d'água), vegetação e habitat, zoneamento e uso do solo, vias de acesso à área de estudo, proximidades a serviços (hospitais, supermercados, escolas) e acessos principais. Tais informações servem como base de referência para auxiliar na identificação de áreas de preservação, solos mais permeáveis e vegetação de interesse especial. Na fase de monitoramento é necessário delinear metas e estabelecer indicadores a serem utilizados que subsidiarão o manejo adaptativo das águas, tendo como referência os processos hidrológicos no ambiente, em seu estado natural (estado não perturbado por intervenção humana).
Planejamento no âmbito do empreendimento	Utilizar a hidrologia como estrutura integradora, considerando as diferentes áreas de interesse. No projeto do empreendimento, além de acomodar as residências, deve-se pensar na agradabilidade visual, segurança dos usuários, áreas de lazer e recreação, aproveitamento de recursos naturais e energéticos, manutenção dos processos naturais e socioculturais.

As exigências do LID partem, desde a otimização da ocupação urbana em relação à minimização da movimentação de terra para reduzir os cortes e aterros do solo, tipos de elementos estruturais, de arquitetura (edificações e coberturas), paisagismo e uso de equipamentos, até áreas mínimas impermeáveis para ruas que não são controladas ou drenadas para áreas permeáveis, (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012) (**Figura 5.26**).

O LID confere ao sistema de drenagem características de sustentabilidade, ao empregar parâmetros hidrológicos para definir e preservar o uso e ocupação do solo, e, também, por dispor de dispositivos de controle de inundações variados, tais como biorretenções, poços de infiltração, valas de infiltração, microrreservatórios individuais, telhados armazenadores, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis e bacias de detenção (TAVANTI E BARBASSA, 2010).

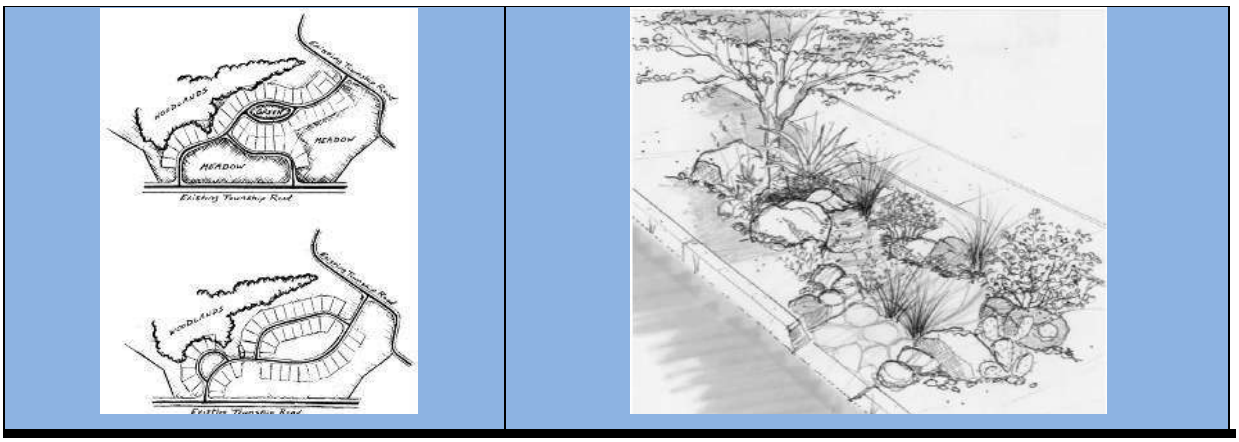


Figura 5.26 - Planejamento do sítio para minimizar o impacto de águas pluviais e interrupção do meio fio e a criação de uma área de retenção para o escoamento das águas pluviais.
Fonte: Manual LID Prince George's County (1999, p. 20)

As práticas de manejo integrado podem reduzir o escoamento pela integração de controles em numerosas unidades, em pequenas partes do lote, próximo às fontes de geração de excedente de escoamento e de produção de esgoto de forma integrada ao ambiente, para mimetizar processos hidrológicos naturais, eliminando a necessidade de controle centralizado (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p.13).

Para aplicação de todas as práticas é necessário planejar, ao mesmo tempo, a escala regional da bacia e a escala dos parcelamentos locais. Na escala dos parcelamentos urbanos, o modelo LID se aplica à implantação de novos empreendimentos e a reabilitação de parcelamentos existentes, apresentando vantagens para implantação dessas práticas a antigos empreendimentos com bons resultados financeiros e ambientais, quando comparados às práticas americanas convencionais, como o emprego apenas de detenções e retenções (SOUZA e TUCCI, 2012).

Devem ser estabelecidas áreas mínimas impermeáveis exigidas para ruas (largura de vias, comprimento de acessos residenciais), que não são controladas ou drenadas para áreas permeáveis e de fluxo superficial concentrado pela redução de estruturas de condução de águas (canos, sarjetas e meios-fios) e direcionamento para fluxo raso de superfície (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

Os desenhos de vias residenciais, geralmente, incidem em três categorias de malha: xadrez (grid), curvilínea e híbrida (**Figura 5.27**). Tanto a malha xadrez, quanto a curvilínea têm seus pontos fortes e fracos, que estão representados na **Tabela 5.8**.

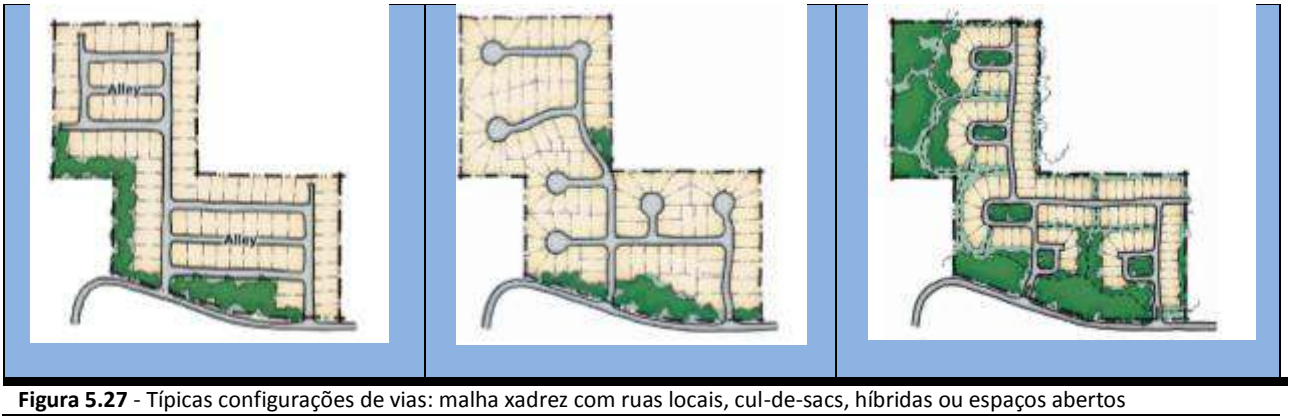


Figura 5.27 - Típicas configurações de vias: malha xadrez com ruas locais, cul-de-sacs, híbridas ou espaços abertos

Fonte: PSAT & WSU 2005

Os padrões espaciais das ruas em grid, com ruelas, têm uma grande restrição no contexto do LID, tendo em vista que esta malha tipicamente requer 20 a 30% mais no total de extensão que os padrões curvilíneos. Recentemente, planejadores têm integrado os dois modelos prevalecentes para incorporar o potencial dos dois. Essas redes de vias têm vários nomes, incluindo espaço aberto, híbridos e planos de cabeceiras.

Tabela 5.8 - Ponto fortes e fracos das malhas

PADRÃO DA VIA	Cobertura impermeável	Distúrbio local	Bicicleta, pedestres e transporte público	Segurança no trânsito	Autoeficiência
Malha xadrez (grid)	27 a 36%	Menos adaptável às características locais e topografia.	Promove acesso mais direto aos serviços e transporte público	Pode diminuir, pelo aumento de trafego da área residencial.	Mais eficiente - dispersa o tráfego em múltiplos pontos.
Malha curvilínea	15 a 29%	Mais adaptativo para incorporar características naturais e reduzir corte e aterros	Geralmente desencoraja, por meio de sistema mais longo, mais confuso e menos conectado.	Pode aumentar pela redução do tráfego na rua sem saída.	Menos eficiente – concentra tráfego em poucos pontos de acessos e interseções.

Para criar desenhos de vias com média e alta densidades, em desenvolvimento residencial de baixo impacto, que proporcionem redes efetivas de transporte e minimizem cobertura superficial impermeabilizada, vários tipos de estratégia de "tráfego calmo" são usadas, para reduzir a velocidade de veículos e aumentar a segurança. Essas características de desenho também oferecem uma oportunidade para infiltração dos fluxos de águas pluviais: as ruas estreitas (**Figura 5.28**).

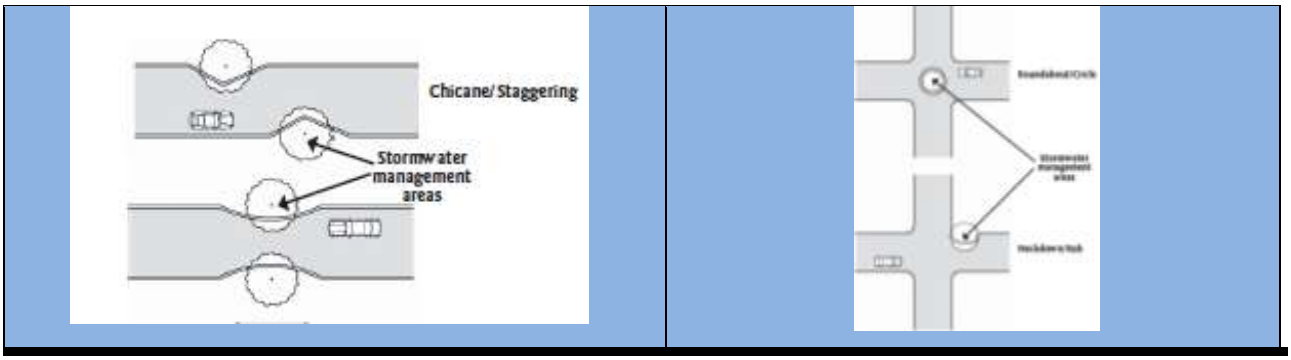


Figura 5.28 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo
Fonte: PSAT & WSU 2005

As **Figura 5.29** e **Figura 5.30** ilustram a estratégia de tráfego calmo, com uma barreira de semi-desviador de tráfego verde, com gestão de águas pluviais em uma rua residencial existente em Portland, designada como uma avenida de bicicleta. Após a implantação, verificou-se o bom desempenho, com infiltração das águas pluviais, dentro de 24h. A biorretenção do jardim infiltra as águas pluviais e encaminha para as galerias de águas pluviais existentes, caso haja excesso de água.

Figura 5.29 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo, em Portland – Projeto ciclovia com áreas verdes Rua Spokane.
Fonte: http://www.portlandoregon.gov/bes/article/302372

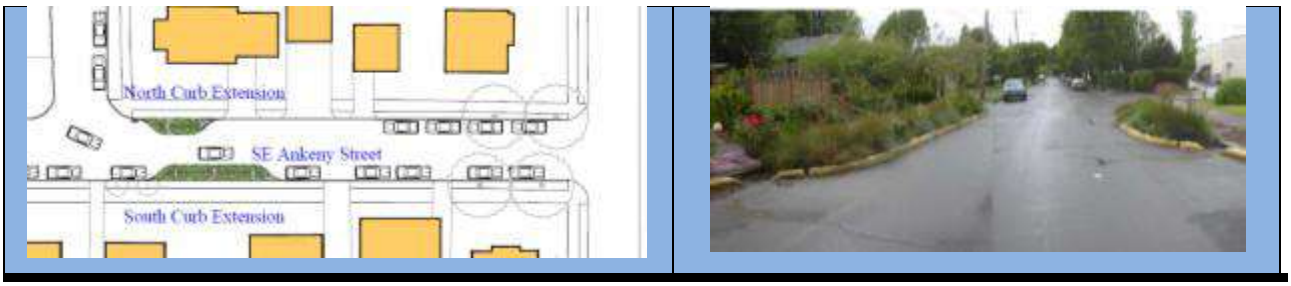


Figura 5.30 - Combinação da gestão das águas pluviais com as estratégias de tráfego calmo, em Portland – Projeto ciclovia com áreas verdes Rua Ankeny
Fonte: http://www.portlandoregon.gov/bes/article/167583

Devem ser repensados os tipos de elementos estruturais, de arquitetura (edificações e coberturas), paisagismo e uso de equipamentos, bem como ser otimizada a ocupação urbana em relação à minimização da movimentação de terra para reduzir os cortes e aterros do solo (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012). Em síntese, segundo o manual LID (*apud* SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012), recomenda-se os seguintes procedimentos e padrões de desenho, sistematizados nessa pesquisa (**Tabela 5.9)**.

Tabela 5.9 - Procedimentos e padrões de desenho LID (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 12; PSAT & WSU 2005)

ETAPAS	
Regulamentação do uso do solo	Identificar a regulamentação existente: zoneamentos e uso do solo aplicáveis à região de intervenção.
Limites de perturbação do solo e da vegetação	Identificar e estabelecer os limites de perturbação do solo e vegetação respeitando áreas mínimas exigidas para ruas, elementos estruturais, edificações, paisagismo e manuseio de equipamentos.
Construção Pesada	Priorizar atividades de movimentação de terra (limpeza e nivelamento) e construção pesada em períodos de estiagem. Estabelecer sequências de atividades construtivas, buscando finalizar operações em uma área para iniciar em outra, reduzindo a atividade de equipamentos e os danos a áreas de proteção de solo e vegetação. Estabelecer controles de erosão e sedimentação, antes e imediatamente após as atividades de limpeza e nivelamento. Cobrir materiais construtivos em períodos chuvosos.
Orientação das edificações	Implantar o maior eixo da edificação ao longo do contorno topográfico para reduzir o nivelamento do solo (corte e aterro) e minimizar a movimentação de terra. No entanto, deve-se atentar para a orientação solar, ventos dominantes e a condição econômica do empreendimento urbano.
Vias – traçado viário	Privilegiar projeto de malha viária de maneira a evitar ruas sem saída para minimizar áreas impermeáveis. Onde inevitável, empregar retornos com área interna capazes de controlar suas águas pluviais. Nesse caso, é interessante integrar os dois modelos de malha, a curvilínea e a xadrez como um modelo híbrido apresentado ateriormente.
Aproveitamento das característica locais do solo e da vegetação	Aproveitar as características locais do solo e da vegetação, locando deposição de materiais e construção em solos menos permeáveis, preservando e utilizando solos permeáveis para infiltração. Usar materiais permeáveis em vias de acesso em residências e estacionamentos (ao menos nas vagas utilizadas em momentos de pico de demanda).

Uso da drenagem/hidrologia como elemento de projeto	Ter como princípio de projeto a manutenção do ciclo da água no meio urbano, para a drenagem/hidrologia, sugerindo localização ótima para áreas de construção, parques e áreas esportivas.
Minimização de áreas impermeáveis	Minimizar áreas impermeáveis efetivas (largura de vias, espaços públicos, comprimento de acessos residenciais), que não são controladas ou drenadas para áreas permeáveis, e minimizar o fluxo superficial concentrado, reduzindo as estruturas de condução de águas (canos, sarjetas e meios-fios) e direcionar para o fluxo raso de superfície.
Planejamento do empreendimento	Elaborar um planejamento integrado preliminar para avaliar a efetividade do empreendimento em controlar águas pluviais e produção de sedimentos, além de estimar a necessidade de adoção de práticas de manejo. Completar o planejamento pela seleção de dispositivos multifuncionais e, em último caso, adoção de técnicas de controle, como armazenadores artificiais, respeitando limitações locais de espaço físico, solo, declividade, nível do freático/leito rochoso e proximidade a fundações de edificações.
Áreas residenciais com agrupamento de casas	Em áreas residenciais, a malha viária é a principal responsável por aumento de volume e carga de poluentes de origem difusa. O agrupamento de casas reduz o alagamento nas ocupações e a extensão das vias.
Frentes de lote estreitas	Reduz, de maneira geral, a extensão por casa; porém, dependendo da topografia, vai de encontro ao padrão de orientação das edificações.
Áreas comerciais	Para áreas comerciais, telhados e estacionamentos são os maiores contribuintes pela acumulação de cargas de poluentes de deposição atmosférica e emissões veiculares (hidrocarbonetos de petróleo e metais traço, como cádmio, cobre, zinco e chumbo).
Caminhos com áreas verdes	Utilizar caminhos e áreas verdes que sirvam tanto à infiltração de águas pluviais, quanto à promoção de caminhadas, passeios de bicicleta e acesso ao trânsito e serviços.
Quarteirões alongados	Eliminar ou reduzir, onde possível, os cruzamentos de vias, por meio da ampliação de quarteirões. Esse padrão deve ser integrado aos padrões espaciais do nível do subsistema da comunidade.
Vagas de estacionamento	Dispor vagas de estacionamento em diagonal, o que minimiza a largura da vaga de 5 a 10%. Incentivar acordos cooperativos para compartilhamento de áreas de estacionamento, técnica desejável em estabelecimentos com horários diferentes de funcionamento (igreja e repartição pública).
Calçadas	Limitar calçadas a um lado da via, de preferência separadas por vegetação. Nesse aspecto, ao direcionar para o nível do suprassistema da paisagem vai contra os padrões espaciais do nível do subsistema da comunidade.

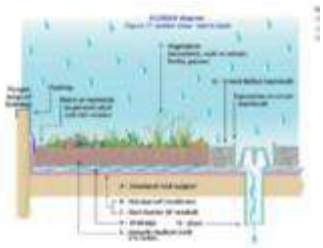
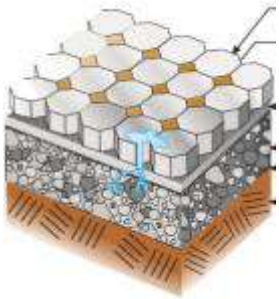
A **Tabela 5.10** ilustra os dispositivos de controle das águas pluviais e procedimentos que devem ser tomados segundo Souza, Cruz e Tucci (2012), baseado no documento da PSAT & WSUD (2005) e do LID. Ela foi organizada na forma de parâmetros de projeto (padrões) para uso dos dispositivos, o contexto em que deve ser utilizado, de acordo com o problema e as recomendações conforme as tabelas do capítulo 3.

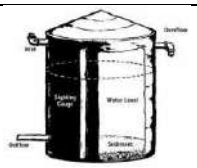
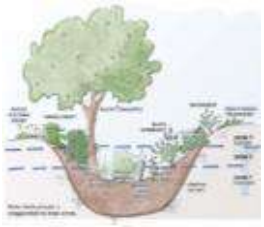
Feitos dessa maneira, os procedimentos metodológicos para o desenho urbano sensível à água começam a ser direcionados ao longo desse capítulo para que possam ser compreendidos, comparados a outros procedimentos que serão apresentados e, futuramente, serem aplicados nos processos de projeto. Os padrões foram sistematizados da mesma maneira dos padrões de Alexander et al. (1977) no formato contexto/problema e recomendação.

Tabela 5.10 - Procedimentos para o controle das águas pluviais (baseado em PSAT & WSU138 2005, apud SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012, p. 13-16).

DISPOSITIVOS	CONTEXTO/PROBLEMA	RECOMENDAÇÃO
Preparo do solo	Práticas paisagísticas usuais não estimulam a preparação adequada de áreas de plantio para readquirir benefícios hidrológicos do solo natural. Se os solos em áreas abertas não forem devidamente tratados, não podem gerar escoamento	Incentive a prática de preparo do solo. Esse dispositivo, além de aproveitar os resíduos orgânicos, pode reduzir aproximadamente 50% de escoamento, reduzir a erosão, aumentar a filtração de sedimentos, absorver e filtrar (biofiltragem)

138 http://www.psp.wa.gov/downloads/LID/LID_manual2005.pdf

	de forma similar a áreas impermeáveis. A preparação do solo consiste no uso de matéria orgânica derivada de compostagem (reciclagem de resíduos de comida, jardinagem, cultivo agrícola, atividades construtivas e tratamento de efluentes) ou húmus (do solo local ou importado).	os poluentes, aumentar a taxa de crescimento de plantas, melhorar a resistência a doenças, incrementar a estética paisagística, melhorar a retenção da umidade do solo e reduzir a demanda por manutenção (irrigação, fertilizantes e pesticidas). Além de contribuir para o fechamento do ecociclo.
Biorretenção	A biorretenção consiste em uma depressão rasa, com o solo preparado para o plantio de uma diversidade de espécies, dimensionada para receber o escoamento de uma pequena área. A integração das plantas, o solo e os microorganismos realizam processos físicos, químicos e biológicos, removendo poluentes e controlando águas pluviais. Há vários tipos como biovaletas, jardins de chuva, canteiros pluviais e trincheiras de infiltração.	Faça uso de biorretenção nos projetos de urbanismo. Geralmente, esses dispositivos são em formato de célula ou valo. É importante deixar uma faixa de vegetação no entorno do dispositivo para a retenção de sedimentos. Quando for instalada na proximidade de infraestruturas mais sensíveis, como fundação não impermeabilizada, ou aplicada em áreas onde são lançados efluentes com alta carga de poluente (postos de combustível), ou em áreas onde o solo subjacente apresenta baixa taxa de infiltração ou alto nível do lençol freático, são necessários drenos subjacentes para outros dispositivos.
Telhados Verdes 	Os telhados verdes, além de reter as águas da chuva, proporcionam melhoria na eficiência energética das edificações, na qualidade do ar (retenção de até 85% da poeira) e na qualidade estética, na redução de temperatura e do barulho e no aumento da vida útil do telhado. A diversidade de opções de configuração de telhados verdes (inclinação de até 40%) facilita a sua implantação.	Projete telhados verdes para novas construções. Os telhados pesados são dimensionados com perfil de solo profundo (≥ 15 cm), possibilitando o plantio de arbustos e árvores bem com caminhadas sobre o telhado. Os telhados leves são mais comumente empregados, contendo perfis de solo rasos (2,5 a 12,5cm) e plantas adaptadas às condições de telhados. As cargas variam de 75 a 250kg/m² para perfis de solo de 2,5 a 12,5cm que são mais usados em reformas com pouco ou nenhum reforço estrutural. Numa avaliação custo-ambiental nos EUA, o de 7,5cm se mostrou mais vantajoso.
Pavimentos Permeáveis 	Consistem em pavimentos de concreto / pavimentos porosos ou blocos de concreto vazados em sua camada superior, uma camada de base (normalmente brita) e uma manta geotêxtil para impedir a migração de material entre camadas. Na camada base são recomendados também outros materiais, como anéis de plástico ou reservatório, que podem ser também aplicados, os quais apresentam maior capacidade de armazenamento, sem aumento da espessura e do peso da camada, e boa resistência à compressão.	Empregue pavimentos permeáveis, preferencialmente, em áreas de tráfego de pedestres, ciclistas e veículos leves (calçadas, estacionamentos e vias residenciais e internas a empreendimentos). Evite o direcionamento do escoamento para essas áreas para não comprometer a manutenção dos pisos.
Coletores de água de chuva	Aproveitamento de água de chuva oportuniza o aumento da eficiência hídrica no empreendimento. As cisternas minimizam o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes. No Brasil já existem normas da ABNT (NBR 15.527:2007) para "Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potá-	Use a água da chuva para irrigações nos jardins e lavagens de pisos externos. Ela vai infiltrar na terra e ir para o lençol freático, preservando o seu ciclo natural. Utilize-a em lavagens de pisos, carros, máquinas e nas descargas no vaso sanitário. Dentre as alternativas empregadas pelo LID para coleta e armazenamento de água de chuva, encontram-se cisternas, barris

	veis".	de chuva e adaptações de pavimentos permeáveis, telhados verdes e biorretenções (as que apresentam drenos subjacentes).
Fundações verdes	As fundações convencionais compactam o solo e degradam a sua capacidade de infiltração e armazenamento de água com a escavação e movimentação de equipamento pesado. Muitas vezes acabam por represar as águas subterrâneas. As fundações verdes se apresentam como pilares ou muros de concretos, ancorados ao solo por pinos (em concreto, aço ou madeira) protegidos de corrosão.	Utilize fundações verdes para minimizar a perturbação do solo e permitir que águas pluviais escoem por caminhos subsuperficiais naturais, poupando recursos e tempo. Este dispositivo ainda não é utilizado no Brasil, mas pode ser empregado em configurações residenciais ou comerciais com até 3 pavimentos, decks, calçadas, pátios.
Seleção de espécies vegetais 	As espécies nativas têm prioridade de escolha, por estarem bem adaptadas aos condicionantes locais, minimizando esforços para sua manutenção.	Selecione espécies nativas para melhorar o desempenho hidrológico, porque estão mais adaptadas às características locais de solo, clima, hidrologia e sucessão vegetal, minimizando esforços para sua manutenção. Crie incentivos econômicos para alterar o padrão de gramados por jardins de plantas nativas, que apresentam maior economia hídrica.
Seleção de dispositivos	A seleção de dispositivos é importante para tomar algumas precauções quanto ao seu desempenho e o de estruturas adjacentes ou que a saúde da população fique ameaçada pela ausência de cuidados, quanto à qualidade da água a ser aproveitada. A coleta de água de chuva deve considerar a má qualidade da primeira parcela de escoamento (água de lavagem) de telhados e pavimentos e a proximidade de região de densa urbanização/ industrialização e seu efeito na qualidade de água precipitada.	Para o dimensionamento de IMPs estimular a Infiltração é necessário: 1. Guardar distância do mais alto nível sazonal do lençol freático, 2. Evitar que contaminantes sem tratamento sejam diretamente lançados e 3. Preservar estruturas enterradas, como, por exemplo, fundações.

Todos esses dispositivos devem ser considerados para a manutenção do ciclo da água no meio urbano. Porém, apesar de o LID tentar encorajar o crescimento inteligente e a regeneração urbana, na visão de Aubarch[139] (2010, p. 4), ele ainda trata de maneira não muito proativa, como a maior parte dos padrões e regulações das águas urbanas nos EUA, que buscam o modelo de cidades verdes, em detrimento ao modelo de cidades compactas. Eles ainda promovem o desenvolvimento de baixa densidade verde, o "espraiamento verde".

Ainda, segundo Aubarch (2010), na escala regional, este modelo tem o efeito oposto ao que se pretende, porque resulta em maior perigo à bacia hidrográfica. O autor faz uma crítica pesada ao regime regulatório das águas urbanas nos EUA, considerando-o contraditório e derrotado. Portanto, torna-se necessário investigar outros dispositivos e técnicas que considerem ocupações de densidades mais altas, as "Melhores práticas de gestão" (BMPs) relacionadas ao contexto da ocupação da Agencia de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA – "Usando Técnicas do Crescimento Inteligente" (2012), que propõe melhores práticas de gestão das águas pluviais, de acordo com o contexto e suas densidades e o transecto.

[139] http://pedshed.net/documents/Dense_and_Beautiful_Stormwater_Management.pdf

5.6 Os novos estudos da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) sobre "Proteção dos Recursos Hídricos para empreendimento de densidade mais alta".

Os movimentos surgidos no final do século XX, *Smart Growth* e Novo Urbanismo, nos EUA, têm como objetivo combater os efeitos da suburbanização das cidades americanas (*sprawl*), seus altos custos sociais e econômicos, e suas alterações na qualidade de vida das comunidades, sugerindo a necessidade de um "novo urbanismo".

O desenho urbano baseado no modelo de "cidades compactas" preconiza o "crescimento inteligente[140]" (*Smart Growth*) das cidades para promover a "regeneração urbana" (*retrofit*) com concentração de pessoas e diversidade de classes sociais em zonas multifuncionais, para maximizar as trocas de matéria, energia e informação no espaço urbano, e sobrecarregar menos os ecossistemas do entorno. Tem como princípios envolver a comunidade no processo e tirar proveito de projeto de construção compacta, com mistura de usos para fornecer uma variedade de opções de transportes de um crescimento inteligente. A intenção é preservar as áreas verdes nativas, os campos agrícolas e áreas ambientalmente criticas.

Na perspectiva do crescimento populacional nos EUA, em 18%, até 2020, e na tentativa de melhorar a regulação para atender ao crescimento inteligente das cidades americanas com empreendimentos mais compactos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) desenvolveu estudos sobre "Proteção dos Recursos Hídricos com Empreendimento de densidade mais alta".

Na vertente atual do desenvolvimento urbano, para promover a resiliência por meio da regeneração (*retrofit*), considera-se que o crescimento urbano com densidades mais altas pode criar novas oportunidades para as comunidades, com a chegada de novos moradores, empresas e investimentos. Com a entrada de recursos financeiros para revitalizar a cidade, pode-se reformar uma via principal, construir novas escolas e proporcionar lugares mais vibrantes para se viver, trabalhar, fazer compras e para o lazer.

No entanto, os benefícios socioeconômicos trazem impactos ambientais e novos desafios para proteger os recursos naturais. A região onde ocorrerá o crescimento e a configuração terão impactos profundos na qualidade dos córregos, rios, lagos e praias. Nesse sentido, o "crescimento urbano inteligente" deve promover o uso eficiente da terra e proteger as terras naturais e os recursos hídricos. Alguns especialistas em qualidade da água acreditam que o desenvolvimento urbano de maior densidade pode melhorar a proteção dos recursos hídricos.

Segundo a Pesquisa sobre Habitação Americana (Censo, 2001, *apud* EPA, 2012), 35% das novas moradias é construído em lotes entre dois e cinco acres (8.093 a 20.230m^2), e o tamanho médio do lote é pouco menos da metade de acre (2.023m^2). Realmente, a lei de uso e ocupação do solo acaba incentivando lotes relativamente grandes, em parte, porque os governos locais, muitas vezes, acreditam que o tamanho ajuda a proteger a qualidade da água. Isso de fato acontece, porque a cobertura do solo mais impermeável pode degradar a qualidade da água devido à taxa de escoamento.

140 *Crescimento Inteligente* é o termo usado para descrever o crescimento bem planejado e bem gerido, que adiciona novas habitações e cria novos postos de trabalho, preservando espaços não ocupados, campos agrícolas e os recursos ambientais.

Estudos têm demonstrado que, com 10% de impermeabilização, uma bacia hidrográfica pode ser prejudicada, e os impactos crescem ainda mais à medida que aumenta impermeabilização do solo. Isto levou muitos governos locais a adotarem o zoneamento de baixa densidade e com taxas de impermeabilização que variam entre 10 a 20%, que permitem superfícies impermeáveis para a construção de casas, garagens e calçadas. Neste sentido, as regulações são parciais contra ocupações de maior densidade.

Outro aspecto a ser considerado, além do volume de escoamento é a carga poluente. Um estudo realizado por Jacob e Lopez (2009, *apud* Aubarch, 2010) intitulado "Mais denso é mais verde", desenvolvido por meio de modelos matemáticos sofisticados de escoamentos das águas pluviais, aplicados a vários níveis de densidades, demonstraram que melhorias em cargas poluentes por habitação, têm inicio a partir de 4 a 12 habitações por acre (4.046m^2), e a melhoria em benefícios é menos dramática para o volume de escoamento, que começa a nivelar por volta de 20 a 30 habitações por acre.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA, no documento "Protegendo os recursos hídricos com empreendimento de densidade mais alta" (US-EPA, 2005, p. 13-37), apresentou estudos de modelagem de escoamento de águas pluviais provenientes de diferentes densidades de ocupação a nível local e, em seguida, os resultados foram extrapolados e analisados ao nível da bacia hidrográfica.

Os resultados da modelagem foram utilizados para comparar escoamento de águas pluviais, associado a diversas variações de densidade residencial, com o objetivo de verificar se ocupações de baixa densidade são a melhor estratégia para proteger a qualidade da água. Para este fim, três densidades diferentes de desenvolvimento foram modeladas, em lotes de 1 acre (4.046m^2), e no nível das bacias hidrográficas, bem como nas séries temporais de cenários construídos.

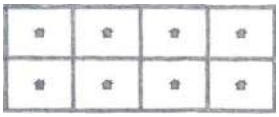
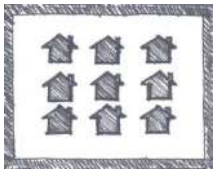
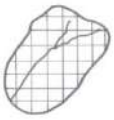
Um modelo matemático simples compara uma ocupação de 1 habitação por acre (4.046m^2), com ocupação de 8 habitações por acre. O modelo demonstrou que densidade mais alta reduz o escoamento por moradia em 73%. Construindo o mesmo número de casas em densidade mais alta reduz superfícies impermeáveis em 60%.

A EPA modelou cenários em três escalas - por acre, por lote e por bacia hidrográfica - e em três séries de tempo diferentes para examinar a premissa de que o desenvolvimento de baixa densidade protege melhor a qualidade da água. Examinou-se o escoamento superficial de água de diferentes densidades para comparar a diferença entre os cenários. Os cenários de maiores densidades geraram menos escoamento superficial de água por unidade (casa), em todas as escalas e em todos os exemplos de séries de tempo (**Tabela 5.11**).

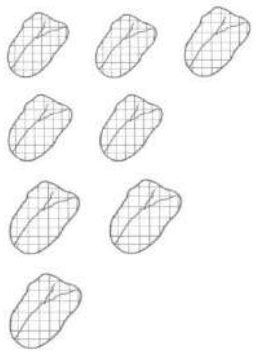
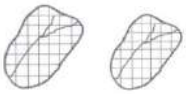
Tabela 5.11 - Estudos da EPA sobre águas pluviais[141] (US-EPA, 2006, p. 13 a 27)

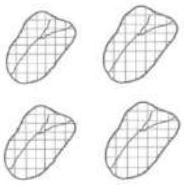
ESTUDOS DA EPA SOBRE ÁGUAS PLUVIAIS (US-EPA, 2006, p. 13 a 27)		
CENÁRIOS	**RESULTADOS**	**ANÁLISE**
UNIDADES **1 acre = 4046 m2** **1 ft3 = 0.028317 m^3 (PÉ CÚBICO)** **1yd = 0.9144M (ANO)** **Exemplo 18700 pés cúbicos = 529,53 m^3**		As unidades não foram convertidas para as medidas brasileiras, porque as vazões das áreas ocupadas foram calculadas em relação a 1 acre, o que mudaria a relação de quantidade.
POR ACRE - DIFERENTES DENSIDADES		
Cenário A	**Cobertura impermeável = 20%**	O escoamento superficial de água dobra quando o

[141] Esses estudos foram sistematizados por Angela Viana, do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

	Escoamento/acre = 18.700 pés cúbico Escoamento/unidade= 18.700pés cúbicos/ano	número de casas passa de uma casa por acre para oito casas por acre. O cenário C, com mais casas por acre, tem a maior quantidade de superfície impermeável e gera a maior quantidade de escoamento superficial de água por acre. Por outro lado, cada casa no cenário B produz 67% menos escoamento superficial de água que uma casa no cenário A, e cada casa do cenário C produz 74% menos escoamento superficial de água que uma casa do cenário A. Isso porque casas nos cenários B e C criam menos superfície impermeável por unidade que a casa do cenário A. Além disso, por casa, cada casa de comunidades de alta densidade resulta em menos escoamento superficial de água. Esses resultados indicam que quando o escoamento superficial de água é medido por acre, limitar a densidade não minimiza os impactos na qualidade da água, se comparado aos cenários de alta densidade. Quando medido por casa, maiores densidades produzem menor quantidade de escoamento superficial de água.
Cenário B 	**Cobertura impermeável = 38%** Escoamento/acre = 24.800 pés cúbicos/ano Escoamento/unidade = 6.200 pés cúbicos/ano	
Cenário C 	**Cobertura impermeável = 65%** Escoamento/acre = 39.600 pés cúbicos/ano. Escoamento/unidade = 4.950 pés cúbicos/ano.	
EM UM LOTE: oito casas acomodadas em diferentes densidades		
Cenário A 	Superfície impermeável= 20% Escoamento total (18.700 pés cúbicos/ano x 8 acres)= 149.600 pés cúbicos por ano. Escoamento/casa = 18.700 pés cúbicos por ano.	Os cenários de baixa densidade requerem mais terra para acomodar o mesmo número de casas que o cenário C acomodou em um acre. Especificamente, o cenário A deve ocupar sete acres adicionais, ou oito acres no total, para acomodar o mesmo número de casas do cenário C. O cenário B deve ocupar dois acres para acomodar o mesmo número de casas. Com cada cenário acomodando o mesmo número de casas, a análise mostra que o total de escoamento superficial de água do cenário A é de 149,600 pés cúbicos por jarda, o que é um aumento de 278% dos 39,600 pés cúbicos por ano obtidos no cenário C. O escoamento superficial de água do cenário B é de 49,600 pés cúbicos por ano, o que é um aumento de 25% em relação aos números do cenário C. O aumento do escoamento superficial de água no cenário A se dá pelo consumo adicional de terra e ao escoamento associado a isso. A superfície impermeável do cenário A continua sendo de 20%, mas agora há sete acres adicionais com 20% de superfície impermeável. Densidades menores podem criar menor superfície impermeável total, mas produzem mais escoamento superficial de água quando o número de casas é mantido constante nos cenários. Além disso, o cenário de alta densidade produz menos escoamento superficial de água por casa e por lote.
Cenário B 	Superfície impermeável= 38% Escoamento total (24.800 pés cúbicos/ano x 2 acres)= 49.600 pés cúbicos por ano. Escoamento/casa = 6.200 pés cúbicos por ano.	
Cenário C 	Superfície impermeável= 65% Escoamento total = 39.600 Escoamento/casa = 4.950 pés cúbicos por ano	
POR BACIA HIDROGRÁFICA: 10.000 casas acomodadas em uma bacia de 10.000 acres		
Cenário A 	10.000 casas construídas em 10.000 acres: 10.000 acres x 1 casa x 18.700 pés quadrados por jarda de escoamento= 187 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 20% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 20% de cobertura impermeável.	Tomando como base uma bacia hidrográfica de 10000 acres, projetaram-se três cenários: o cenário A, com 10000 casas em 10000 acres, o cenário B com 10000 casas em 2500 acres e o cenário C com 10000 casas em 1250 acres. Se a ocupação acontece em uma densidade menor, como em uma casa por acre, a bacia hidrográfica inteira será ocupada, gerando 187 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água. O cenário B, com quatro casas por acre, consume menos terra e produz aproximadamente 62 milhões de

Cenário B	10.000 casas construídas em 2.500 acres: 2.500 acres x 4 casas x 6.200 pés quadrados por ano de escoamento= 62 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 38% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 9,5% de cobertura impermeável.	escoamento superficial de água , enquanto o cenário C, de maior densidade, consume a menor quantidade de terra e produz apenas 49.5 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água. O cenário gera três vezes mais escoamento superficial de água que B, e aproximadamente quatro vezes mais que C. A superfície impermeável decresce à medida que a densidade do lugar aumenta. O cenário C, que possui impermeabilidade de 65% no lote, possui apenas 8.1% de impermeabilidade na bacia hidrográfica. O cenário B possui 38% de superfície impermeável por lote e 9,5% em nível de bacia hidrográfica. Finalmente, o cenário A possui 20% de superfície impermeável por lote e a mesma porcentagem em nível de bacia hidrográfica. Ambos os cenários de maiores densidade consumem menos terra e possuem menos superfícies impermeáveis.
Cenário C	10.000 casas construídas em 1.250 acres: 1.250 acres x 8 casas x 4.950 pés quadrados por jarda de escoamento= 49.5 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 65% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 8,1% de cobertura impermeável.	
TERRA RESTANTE DA BACIA HIDROGRÁFICA OCUPADA		
Cenário A	A bacia hidrográfica está completamente ocupada com 1 casa por acre. 10.000 acres acomodam 10.000 casas que produzem: 10.000 acres x 1 casa x 18.700 pés quadrados por ano de escoamento= 187 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 20% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 20% de cobertura impermeável	Cada bacia hidrográfica é completamente ocupada, e a que foi desenvolvida com maior densidade (cenário C) gera aproximadamente o dobro do escoamento superficial de água do cenário A. O cenário B gera aproximadamente um terço a mais que o cenário A. Similar nos resultados por acre e por lote, o cenário C possui o maior grau de impermeabilidade, como 65%, enquanto o cenário A mantém o menor grau com 20%. As maiores densidades encontradas nos cenários B e C estão degradando os serviços de suas bacias hidrográficas em uma extensão maior que o cenário A. No entanto, o número de casas acomodadas em cada comunidade não é o mesmo. O cenário B acomoda 30000 casas a mais (quatro vezes o número do cenário A) e o cenário B acomoda 70000 casas a mais (oito vezes o número do cenário A). É importante lembrar que os limites de densidade deslocam o crescimento e geralmente não afetam a quantidade total de crescimento em um determinado período de tempo. No entanto, essa não é uma comparação justa. Os cenários A e B acomodam apenas um oitavo e a metade, respectivamente, das 80000 casas acomodadas no cenário C. Para obter um resultado justo dos efeitos da densidade, os cenário A e B devem mostrar onde essas casas serão acomodadas. É provável que elas sejam construídas em bacias hidrográficas próximas ou adjacentes. A comunidade hipotética que desenvolve uma casa por acre pode acomodar apenas 10000 casas. Para a comunidade que ocupa nessa densidade para acomodar o mesmo número de casas do cenário C, é necessário ocupar mais terra.
Cenário B	A bacia hidrográfica está completamente ocupada com 4 casas por acre. 10.000 acres acomodam 40.000 casas que produzem: 10.000 acres x 4 casas x 6.200 pés quadrados por ano de escoamento= 248 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 38% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 38% de cobertura impermeável	
Cenário C	A bacia hidrográfica está completamente ocupada com 8 casas por acre. 10.000 acres acomodam 80.000 casas que produzem: 10.000 acres x 8 casas x 4.950 pés quadrados por ano de escoamento= 396 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água Local: 65% de cobertura impermeável Bacia hidrográfica: 65% de cobertura impermeável.	
ACOMODANDO O MESMO NÚMERO DE CASAS		

Cenário A 	Com 1 casa por acre, 80.000 casas requerem 80.000 acres, ou 8 bacias hidrográficas, ou seja: 80.000 acres x 1 casa x 18.700 pés cúbicos por ano de escoamento= 1.496 bilhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água 8 bacias hidrográficas com 20% de cobertura impermeável.	Quando o número de casas é constante, o cenário A precisa desenvolver sete bacias hidrográficas adicionais para acomodar o mesmo crescimento de C. Para o cenário A acomodar as 70000 casas adicionais já acomodadas no cenário C, ele deve desenvolver outras setes bacias hidrográficas. Isso gera 1.496 bilhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água. O cenário C, com uma densidade de oito casas por acre, desenvolve apenas uma bacia hidrográfica e gera aproximadamente 74% menos escoamento superficial de água que A ou 396 milhões pés cúbicos por ano. O cenário, com quatro casas por acre, gera 496 milhões de pés cúbicos por jarda de escoamento superficial de água, ou dois terços a menos que A, mas 100 milhões de pés cúbicos por ano que C.
Cenário B	Com 4 casas por acre, 80.000 casas requerem 20.000 acres, ou 2 bacias hidrográficas, ou seja: 20.000 acres x 4 casas x 6.200 pés quadrados por jarda de escoamento= 496 milhões de pés cúbicos por jarda de escoamento superficial de água 2 bacias hidrográficas com 38% de cobertura impermeável	
Cenário C	Com 8 casas por acre, 80.000 casas requerem 10.000 acres, ou 1 bacia hidrográfica, ou seja: 10.000 acres x 8 casas x 4.950 pés quadrados por ano de escoamento= 396 milhões de pés cúbicos por ano de escoamento superficial de água 1 bacia hidrográfica com 65% de cobertura impermeável.	
ESTUDOS DA EPA SOBRE ÁGUAS PLUVIAIS - SÉRIES TEMPORAIS		
CENÁRIOS	**RESULTADOS**	**Análise**
POR BACIA HIDROGRÁFICA: CONSTRUÍDOS EM 2000		
Cenário A	10.000 casas em 10.000 acres com densidade de 1 casa por acre consome 1 bacia hidrográfica inteira.	Construir em altas densidades consome menos espaço na bacia hidrográfica. O cenário A, ocupando uma unidade por acre, requer toda a bacia de 10000 acres para acomodar 10000 casas. O cenário C, por outro lado, ocupando oito unidades por acre, requer muito menos espaço para acomodar a mesma quantidade de desenvolvimento.
Cenário B	10.000 casas em 2.500 acres com densidade de 4 casas por acre consome 1/4 de bacia hidrográfica.	
Cenário C	10.000 casas em 1250 acres com densidade de 8 casas por acre consome 1/8 de bacia hidrográfica.	
POR BACIA HIDROGRÁFICA: CONSTRUÍDOS EM 2020		
Cenário A 	20.000 casas em 10.000 acres com densidade de 1 casa por acre consomem 2 bacias hidrográficas inteiras.	Depois de 20 anos, a população da comunidade hipotética dobrou de 10000 casas para 20000 casas. Cada cenário deve acomodar esse crescimento adicional em diferentes densidades. O cenário A, ocupando uma casa por acre, requer outra bacia hidrográfica inteira para acomodar o crescimento adicional. Os cenário B e C, ocupando em maiores densidades, pode, acomodar o crescimento adicional na mesma
Cenário B	20.000 casas em 5.000 acres com densidade de 4 casas por acre consomem ½ de bacia hidrográfica.	

Cenário C	10.000 casas em 1250 acres com densidade de 8 casas por acre consomem 1/4 bacia hidrográfica.	bacia hidrográfica. Além disso, ao desenvolver em maiores densidades, amplos espaços abertos ou terras não desenvolvidas sobram para a atuação de funções essenciais da bacia hidrográfica. Essas terras restantes não existem no cenário A, e, como discutido anteriormente, a grama tipicamente associada com uma casa por acre não é capaz de prover o mesmo tipo de serviços às bacias hidrográficas como florestas, prados e outros tipos de terras virgens.
POR BACIA HIDROGRÁFICA: CONSTRUÍDOS EM 2040		
Cenário A 	40.000 casas em 40.000 acres com densidade de 1 casa por acre consomem 4 bacias hidrográficas inteiras.	O cenário hipotético é de uma comunidade que continua a crescer e, em mais 20 anos, a população dobra novamente, requerendo que cada cenário acomode 20.000 mais casas em densidades diferentes. O cenário A, ocupando uma casa por acre, deve desenvolver espaço em quatro bacias hidrográficas, ou 40.000 acres, para acomodar todas as casas. O cenário B, desenvolvendo em uma densidade maior, usa seu espaço remanescente para acomodar o crescimento adicional. O cenário C continua ocupando a mesma bacia hidrográfica e continua tendo espaços disponíveis para os serviços da bacia hidrográfica. Os cenários A e B não possuem. Qualquer espaço desse tipo teria de vir de outras bacias hidrográficas. Essa análise pode continuar indefinidamente com o mesmo resultado: o desenvolvimento de baixa densidade requer mais espaço que os de densidades maiores para acomodar a mesma quantidade de crescimento. Por precisar de mais espaço, mais terra natural é ocupada.
Cenário B	40.000 casas em 10.000 acres com densidade de 4 casas por acre consomem 1 bacia hidrográfica inteira.	
Cenário C	10.000 casas em 1.250 acres com densidade de 8 casas por acre consomem ½ de bacia hidrográfica.	

Estudos sistematizados por Angela Viana, do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

Os resultados indicam que o desenvolvimento de modelos de baixa densidade nem sempre é a melhor estratégia para proteger os recursos hídricos. Além disso, os resultados parecem sugerir que o desenvolvimento de maior densidade poderia proteger melhor a qualidade da água regional, porque consome menos terra para acomodar o mesmo número de casas.

O estudo demonstrou que ocupações urbanas de baixa densidade contribuem para aumentar as taxas de conversão de terras e escoamento de águas pluviais, perdendo assim, a oportunidade de preservar a terra natural dentro da bacia hidrográfica. Além disso, essas alterações no solo não são apenas susceptíveis a degradar a qualidade da bacia hidrográfica individual, mas também são susceptíveis a degradar um maior número de bacias hidrográficas.

Este estudo não considerou os fatores como localização da ocupação na bacia hidrográfica, variando os tipos de solo, declividade, controles pós-construção avançados (seu desempenho ao longo do tempo) e muitos outros fatores. Há boas razões para considerar a ocupação de densidade mais alta como uma estratégia que pode proteger melhor os recursos hídricos do que o desenvolvimento de menor densidade.

No entanto, o estudo não conclui totalmente que a ocupação urbana de alta densidade é necessariamente mais adequada à proteção da qualidade de água, porque quando o escoamento superficial é medido por acre, ao se limitar a densidade, produz-se menos escoamento superficial, que quando comparado aos cenários de densidades maiores. Por outro

lado, quando medido por casa, densidades maiores produzem menos escoamento superficial de água. Então qual a medida certa?

Geralmente, o departamento de planejamento analisa os impactos relacionados ao escoamento superficial de água de uma proposta baseado na área em questão, não no número de casas construídas. Baseado nos resultados do exemplo relacionados a um acre deve-se concluir que o desenvolvimento de baixa densidade minimiza o escoamento superficial de água.

O escoamento de uma casa, em um acre, é muito menor que a metade do escoamento de oito casas. No entanto, os moradores que ocupariam as outras casas devem ocupar outros espaços, que também sofrerão impactos e que devem ser levados em consideração. Essa abordagem tem duas vantagens: reconhece que a escolha não é de crescer uma casa ou oito, mas sim de onde e como acomodar as oito casas (ou qualquer número baseado em quanto a região espera crescer). Isso enfatiza a diminuição do total de impermeabilização e de escoamento em uma região ou bacia hidrográfica, mais do que em lugares particulares.

Especificamente, esta análise demonstra que, com desenvolvimento mais denso (cenário C), as taxas de escoamento superficial diminuem aproximadamente 74% em relação ao cenário menos denso (cenário A). Neste caso, para a mesma quantidade de ocupação, o desenvolvimento mais denso produz menos escoamento superficial de água e menos cobertura impermeável que o desenvolvimento de baixa densidade.

Para uma dada quantidade de ocupação, o desenvolvimento de baixa densidade ocupa uma porção maior da bacia hidrográfica. Juntas, essas conclusões indicam que o desenvolvimento de baixa densidade pode não ser sempre a estratégia preferida para reduzir o escoamento superficial.

A Agência de Proteção Ambiental (US-EPA, 2006) acredita que o aumento da densidade de ocupação é uma estratégia que os governos locais e comunidades podem usar para minimizar os impactos regionais da qualidade da água. No entanto, qualquer caminho em direção a um ou outro é inadequado do ponto de vista da água. Uma abordagem ampliada para proteger os recursos hídricos é provável que seja localmente uma combinação de densidades de ocupações de fatores locais, incorporando o espaço aberto adequado, preservando áreas tampão e áreas ecológicas e críticas, minimizando os impactos no solo.

Portanto, segundo o documento estudado "Protegendo os Recursos Hídricos com Empreendimento de densidade mais alta" (US-EPA, 2006, p. 4), a hidrologia de bacias hidrográficas sugere três estratégias principais de uso do solo, que podem ajudar a garantir uma proteção adequada dos recursos hídricos: (1) planejar para preservar grandes áreas contínuas, de espaços livres para infiltração; (2) preservar áreas ecológicas críticas, como as zonas úmidas, planícies aluviais, e corredores ripários; (3) minimizar o impacto no solo em geral e a superfície impermeável associada ao padrão de ocupação do uso do solo, com estratégias de crescimento inteligente, com densidades mais altas e ocupação mais compacta, para impactar menos terra e acomodar mais empreendimentos urbanos.

Para proteger as funções da bacia hidrográfica, as comunidades devem preservar áreas generosas de espaço aberto e proteger áreas ecologicamente sensíveis, não importa qual a densidade com a qual se desenvolvam. No entanto, enquanto se aumentam as densidades em uma escala regional, pode-se, no total, proteger melhor os recursos hídricos em

nível regional. O desenvolvimento de maiores densidades pode ter maior cobertura impermeável, o que pode exacerbar os problemas de qualidade de água. Para tratar dessas superfícies, numerosas técnicas locais estão disponíveis para mitigar os impactos do desenvolvimento.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA, no documento "Usando Técnicas do Crescimento Inteligente" (US-EPA, 2005), propõe melhores práticas de gestão das águas pluviais de acordo com o contexto e suas densidades (**Tabela 5.12**).

Tabela 5.12 - Técnicas de crescimento inteligente específicas[142] - "*Smart Growth*". Melhores práticas de gestão das águas pluviais (US-EPA, 2005).

TÉCNICAS – DEFINIÇÃO/CONTEXTO	RECOMENDAÇÕES PARA BENEFÍCIOS DAS ÁGUAS PLUVIAIS
PLANEJAMENTO REGIONAL – Analisam-se as opções de ocupação comunitária em uma área particular. Considera-se uma bacia hidrográfica como uma região, facilitando o crescimento inteligente aplicado à abordagem da qualidade da água, por meio da aplicação das práticas adequadas, de acordo com as características locais.	
 Fonte: http://www.smartgrowthamerica.org/2013/04/02/spotlight-on-sustainability-charm-city-works-to-improve-housing-transportation-and-jobs/	Encoraje o desenvolvimento em áreas estratégicas. Coordene abordagens locais para obter melhores resultados na bacia hidrográfica. A definição pela comunidade de áreas a serem desenvolvidas e áreas a serem preservadas, quando condizente com as características da região, promove a ocupação em áreas com menor valor ecológico (áreas já desenvolvidas), em detrimento das áreas com maior valor ecológico, como aquíferos e encostas. A área metropolitana de Baltimore, no estado de Maryland (EUA), passou por um planejamento regional abrangente para aumentar a qualidade de vida e a vitalidade econômica local, com foco em crescimento, habitação e transporte, além da proteção da baía de Chesapeake.
OCUPAÇÃO URBANA POR ADENSAMENTO - é o desenvolvimento que ocorre em lotes não ocupados, dentro de regiões ocupadas, tirando vantagem de áreas construídas servidas por infraestrutura e opções de transporte.	
 King Farm, Rockville, Maryland. Fonte: http://grist.files.wordpress.com/2011/02/kingfarm2-flickr-thecourtyard.jpg e https://www.cnu.org/resources/projects/king-farm-rockville-maryland-2008	Evite que a demanda de desenvolvimento ocupe áreas ainda não desenvolvidas para não criar superfícies impermeáveis adicionais e assim reduzir o escoamento potencial de águas residuais. Faça uso da infraestrutura existente e aumente a atividade econômica. Proponha: **Afastamentos máximos das edificações para as ruas** - de forma a minimizar a superfície impermeável e promover um ambiente mais agradável para o pedestre. **Zoneamento de uso misto** para permitir maior intensidade de desenvolvimento em uma escala mais compacta, o que reduz a quantidade de espaço necessário em uma base por unidade, além de suportar mais opções de transporte e reduzir a quantidade de superfície impermeável necessária para estacionamentos. **A permissão de lotes menores** promove o menor consumo de espaço por unidade. King Farm, em Maryland, foi projetada para transformar uma área que anteriormente era uma fazenda em uma ocupação urbana densa e compacta, dividida em vizinhanças com múltiplas opções de transporte público.
REVITALIZAÇÃO OU REPARAÇÃO - Desenvolvimento de um sítio que já foi previamente desenvolvido e é tipicamente coberto por superfície impermeável ou compactada, como o desenvolvimento em lotes baldios e lotes onde os prédios foram demolidos e substituídos por estacionamentos ou antigos shopping centers.	

[142] Esses estudos foram sistematizados por Angela Viana do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

Atlantic Station (revitalização da Atlantic Steel Mill)

Fonte: http://thejacobygroup.com/atlanticstation/

Evite que a demanda por urbanização ocupe áreas ainda não desenvolvidas.

DISTRITOS DE ZONEAMENTO ESPECIAL - Criados para alcançar objetivos de planejamento inteligente e de desenho urbano em uma área específica. São caracterizados por uma área maior e por uma necessidade de zoneamento complexo e coordenado, transporte e esforços de planejamento.

Distrito de desenvolvimento The Crossings, em Mountain View, California.

Fonte: http://www.epa.gov/smartgrowth/case/crossing.htm

Facilite o layout eficiente das ruas, permita uma pegada ecológica menor para estacionamentos e opções mais baratas para gestão de águas pluviais no distrito. Distritos de uso misto podem suportar uma variedade maior de opções de transporte, o que diminui os impactos do transporte na qualidade da água. Exemplos: TODs, BIDs, TND, redesenvolvimento de *brownfields* e distritos de revitalização de "Main Street".

PROGRAMA DE COBERTURA VEGETAL E ÁRVORES - Envolve a proteção de árvores históricas, o plantio de novas árvores, a copa das árvores, a cobertura da sombra e o número de árvores individuais.

Fonte: http://www.forestsforwatersheds.org/urban-tree-canopy/

Plante árvores nas margens dos rios e canais urbanos, para ajudar a diminuir a temperatura da água e alcançar o controle da erosão. O plantio de árvores reduz os custos de estruturas para gestão das águas pluviais, por seu papel na retenção da água. Além disso, previne as enchentes, filtra toxinas e impureza, estende a disponibilidade de água nos meses de seca, ameniza os efeitos da ilha de calor urbana. Melhora o ambiente do pedestre e a qualidade do ar. A imagem mostra o programa de cobertura vegetal em Roanoke, Virginia.

POLÍTICAS DE ESTACIONAMENTO PARA REDUZIR O NÚMERO DE ESPAÇOS NECESSÁRIOS - São políticas para abrandar os impactos causados pela cobertura impermeável dos estacionamentos (redução da quantidade de superfície impermeável, área dos estacionamentos e sua pegada, antes que sejam construídos). Utiliza-se o estacionamento estruturado ou faz-se uma redução do número de espaços (por meio de estacionamentos compartilhados ou redução das exigências de estacionamento)

Fonte:https://bouldercolorado.gov/parking-services/neighborhood-parking-program

Reduza o número de espaços necessários a estacionamentos, o que reduz a quantidade de superfície impermeável. Além disso, reduz a quantidade, velocidade e as impurezas da água das chuvas. Reduz os poluentes como cádmio, cobre, chumbo, níquel, cobalto e ferro acumulados nos estacionamentos.

O estacionamento municipal em Boulder, Colorado. A cidade de Boulder possui um programa - o *Neighborhood Permit Parking Program* (NPP) - que avalia as necessidades de quem precisa estacionar em cada vizinhança, de modo que cada pessoa possui uma licença que determina o quanto tempo e quantas vezes pode estacionar em determinado local.

POLÍTICAS DE INFRAESTRUTURA DE REPARAÇÃO "*FIX IT FIRST*" - São políticas que priorizam o reparo da infraestrutura existente à instalação de nova infraestrutura. Geralmente se relaciona à infraestrutura de transportes e de água, mas também

pode tratar de prédios públicos.

Fonte: http://www.njfuture.org/2011/03/28/njs-transportation-capital-plan-focus-on-fix-it-first-transit-pedestrian-safety-transit-villages-slashed/

Encoraje a reparação ou substituição da infraestrutura antiga, que pode ser causa de problemas relacionados às águas pluviais. Essa política terá efeitos de longo prazo e pode encorajar o adensamento e a revitalização. Inclua novas tecnologias de tratamento para melhorar o desempenho dos sistemas existentes. A imagem ao lado ilustra o reparo de uma ponte em Nova Jérsei. O estado de Nova Jérsei possui um programa de políticas "*fix it first*" direcionadas, principalmente, para a mobilidade urbana, prevendo o reparo de pontes, estradas e investimentos para a segurança do pedestre.

DESENHO DE RUAS NO CRESCIMENTO INTELIGENTE - É baseado em uma rede de ruas bem conectadas, que suportam múltiplos meios de transporte, abordando múltiplas possibilidades de rotas, desenhos alternativos de ruas e calçadas e ajustamento do nível de serviço veicular (LOS).

Portland, Oregon

Fonte: http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/em-portland-governo-metropolitano-estimula-crescimento-regional-inteligente

Faça uma mudança para ruas mais estreitas, o que pode resultar em uma redução de 5 a 20% em área de superfície impermeável para uma área residencial comum. Isso implica menor volume de águas pluviais correntes e de poluentes arrastados pelas chuvas. A forma compacta facilita uma maior intensidade de desenvolvimento e uso misto da terra. Uma política de investimentos em Portland, Oregon, incentivou a criação de áreas urbanas densas, de usos mistos e corredores de transporte, visando aumentar a qualidade do transporte público para diminuir o uso de transporte motorizado individual.

FUNDOS PARA ÁGUAS PLUVIAIS - Estabelece uma organização onde o usuário paga por serviços municipais, como água, coleta de lixo e esgoto.

Atlanta's Historic Fourth Ward Park

http://www.h4wpc.com/

Promova fundos para águas pluviais. Isso pode prover um fundo estável para tratar de problemas relacionados às águas residuais das chuvas, associados com desenvolvimento e revitalização. Ao mesmo tempo, reconhece-se que todas as propriedades no distrito em questão têm um papel em produzir e mitigar as águas pluviais.

O Atlanta's Historic Fourth Ward Park, da Cidade de Atlanta, foi construído em uma área prevista para reabilitação, com o objetivo de reter e tratar as águas pluviais. Ele possui uma lagoa de detenção de dois hectares, que reduziu drasticamente enchentes nos bairros próximos. O recurso da detenção de águas pluviais e do parque foram concebidos por meio de uma parceria única entre a comunidade de moradores, representantes do mundo empresarial e do Departamento Municipal de Gestão de Bacias Hidrográficas (DWM) e Atlanta Beltline, Inc. Isso permitiu que vários departamentos da cidade trabalhassem em conjunto, criando uma solução que aborda a qualidade de vida, agradabilidade visual, sustentabilidade ambiental e eficiência econômica.

Essas técnicas de "crescimento inteligente", quando usadas em combinação com técnicas regionais, podem prevenir, tratar os poluentes associados e armazenar a água residual das chuvas. Muitas dessas práticas de gestão das águas pluviais incorporam alguns elementos do desenvolvimento de baixo impacto (como jardins de chuva, áreas de biorretenção e canais de infiltração), enquanto outras vão além, para incluir a mudança das práticas de *design* do local, como reduzir estacionamentos, estreitar ruas e eliminar cul-de-sacs.

A EPA está produzindo vários manuais para o processo de planejamento de infraestrutura verde para cidades americanas, no programa "Greening America's Capitals", lançado em 2010, e a cidade de Hartford, Connecticut, foi uma das cinco cidades escolhidas para iniciar o projeto ilustrado na **Figura 5.31**. É uma visão abrangente, que inclui alguns conceitos de *design* para melhorar os lugares existentes: integrar a infraestrutura verde em ruas e estacionamentos, criar novos parques e espaços públicos.

Figura 5.31 - Foto com desenho da Capitol Avenue, antes e depois da infraestrutura verde.
Fonte: Desenho Kaid Benfield, Special Counsel for Urban Solutions, Washington, DC,
http://switchboard.nrdc.org/blogs/kbenfield/greening_americas_capital_citi.htm

Incorporar essas técnicas pode ajudar as comunidades a conhecer suas metas de qualidade da água e criar uma vizinhança mais interessada e participativa. A imagem abaixo ilustra uma nova visão de como pode ser a rua em empreendimentos mais compactos, com a junção de técnicas de "*traffic calming*" e infraestrutura verde. Entretanto, essas estratégias do sistema urbano, dos "ecossistemas urbanos", no nível da paisagem, devem estar associadas aos padrões espaciais, no nível da comunidade, que tornem a cidade mais viva (**Figura 5.32**).

Figura 5.32 - Novo modelo de via com integração de estratégias de tráfego calmo e infraestrutura verde.
Fonte: LID/EPA http://www.lowimpactdevelopment.org/publications.htm#epa03_imp

Na sua de Aubarch (2010, p.11) a melhor maneira de reduzir os impactos das águas pluviais é desenhar a densidade urbana de maneira adequada, conjuntamente com o planejamento regional ambiental que preserva o solo natural existente, a possibilidade de mitigação de impactos fora do local, de preferência na vizinhança, e o planejamento e desenho de acordo com o transecto.

Conforme visto no capítulo 2, o transecto é uma ferramenta trazida da ecologia, uma progressão por meio de uma sequencia de habitats, desde terras úmidas, passando por vales e planaltos, até as colinas. No âmbito urbano é uma secção transversal da cidade, na qual são identificadas as intensidades do uso do solo, tanto naturais, quanto construídas, em uma sequência de ambientes, que vão, desde o mais natural, passando pelo rural, até chegar ao mais urbano, conforme ilustrado na **Figura 5.33**.

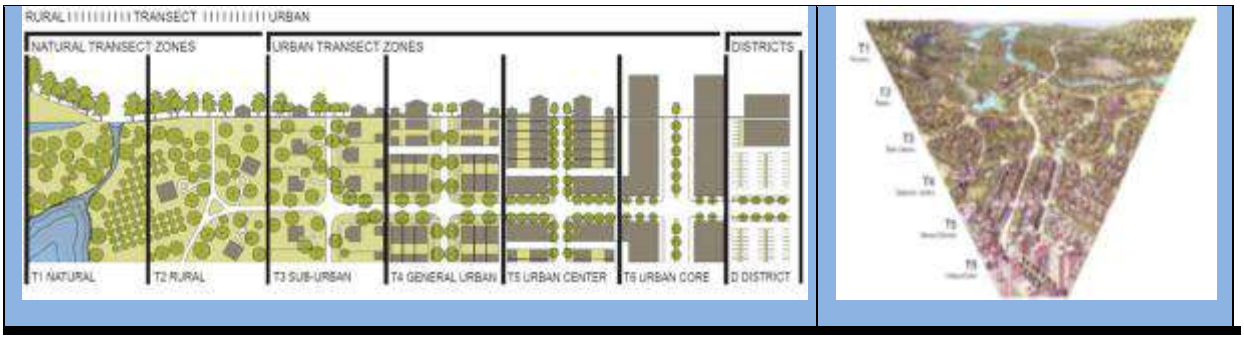


Figura 5.33 - Transecto da ocupação urbana
Fonte: Duany Plater-Zyberk & Company and Center for Applied Transect Studies. http://www.miami21.org/TheTransect.asp

O transecto orienta os planejadores do espaço em termos de densidade construtiva, sendo uma ferramenta importante para estabelecer diretrizes para o ecossistema urbano, tanto no nível da paisagem, as áreas verdes da cidade, quanto no nível da comunidade, os espaços mais vivos e integrados. A questão chave é que as zonas de menor densidade podem reter e absorver águas pluviais facilmente, enquanto que em zonas de maior intensidade, a dificuldade e o custo de retenção de águas pluviais é muito maior. As zonas de menor intensidade podem reter as águas pluviais extra das outras zonas, equilibrando assim o escoamento gerado por zonas de maior intensidade (AUBARCH, 2010, p. 11).

Paul Crabtree, do Grupo Crabtree, desenvolveu uma abordagem inovadora e promissora para o planejamento de águas pluviais, com base em transecto. Em um plano de bacias ou de drenagem urbana, as zonas de T2 e T3, menos densas, são obrigadas a reter mais o escoamento do que a condição "terra natural" faria. As zonas de T5 e T6, por ocupar menos área, são autorizadas a ter maiores impactos pluviais do que a condição de "terra natural". A zona T4 representa o ponto em que as características de escoamento devem ser iguais à condição "terra natural". Curiosamente, nenhuma ocupação é permitida em T1, e nenhum armazenamento é requerido em T5 e T6 (AUBARCH, 2010, p. 12).

Nos primeiros anos do programa de drenagem natural do SPU (*Seattle Public Utilities*), os trabalhadores envolvidos nos projetos de planejamento às vezes usavam uma parte do transecto para representar a paisagem urbana, em relação aos fluxos e funcionamento de água. Eles utilizavam uma seção do desenho para engajar legisladores mais tradicionais e trabalhadores técnicos nos esforços de imitar certas características da hidrologia da paisagem da pré-ocupação, enquanto também apreendiam a realidade da infraestrutura de uma cidade contemporânea, uma vez que eles planejavam novos componentes para seus projetos de águas pluviais, premiados futuramente (Hill, 2009, p. 152) (**Figura 5.34**).

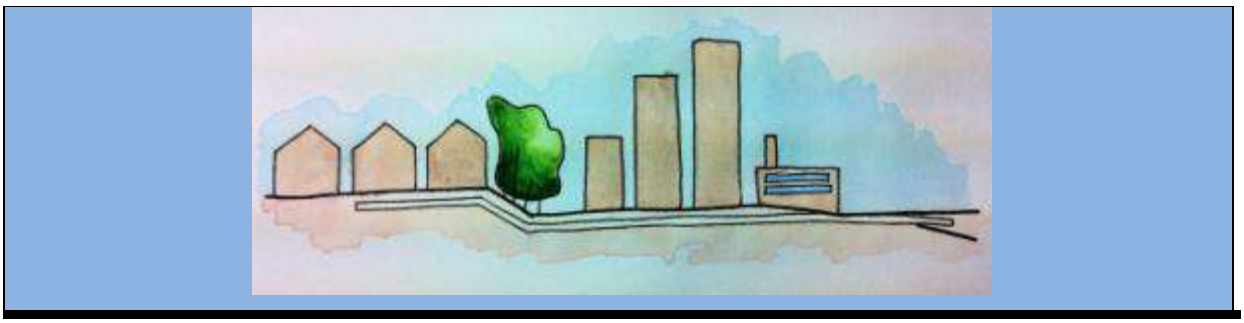


Figura 5.34 - Transecto para representar a paisagem urbana em relação aos fluxos e funcionamento de água
Fonte: Hill (2009). Desenho Carolina Mignon

As simulações expressas em desenhos podem ajudar a conquistar o apoio do público, que é fundamental para se conseguir atingir a construção do projeto. O projeto SEA-Street, de Seattle, tem-se tornado um caso clássico, onde uma simples demonstração ajudou a estabelecer um programa público de grandes investimentos em melhorias no escoamento de vias, conforme ilustrado nas imagens anteriores. Satisfeitos com as características funcionais e estéticas das simulações propostas, os departamentos de transporte e de utilidade pública continuaram com a parceria em projetos similares. Igualmente, Portland e Oregon experimentaram desenhos urbanos que se tornaram populares.

Hill (2009, p. 152), propõe aos planejadores e desenhistas um diagrama de transecto com um grande padrão urbano, baseado na organização funcional hidrológica da paisagem da pré-ocupação e do ecossistema associado a três categorias (planalto, terreno em rede e linha costeira), em função dos sistemas urbanos de água. Esse diagrama pode auxiliar no processo de desenho e estabelecimento de metas para o funcionamento hidrológico dentro de uma paisagem urbana completamente construída.

Na visão dela, esse diagrama pode ser uma base eficiente para uma abordagem integrativa em desenhos urbanos para sistemas aquáticos, tornando possível conectar quadros analíticos e áreas do conhecimento, como a física e a engenharia, assim como os campos do planejamento e do desenho urbano por meio de diagramas heurísticos. *Heurística* refere-se a uma ferramenta de ensino e de pensamento conceitual que pode levar a uma solução integrativa ou *insight*, que não tem base somente em exemplos prévios (2009, p. 152) (**Figura 5.35**).

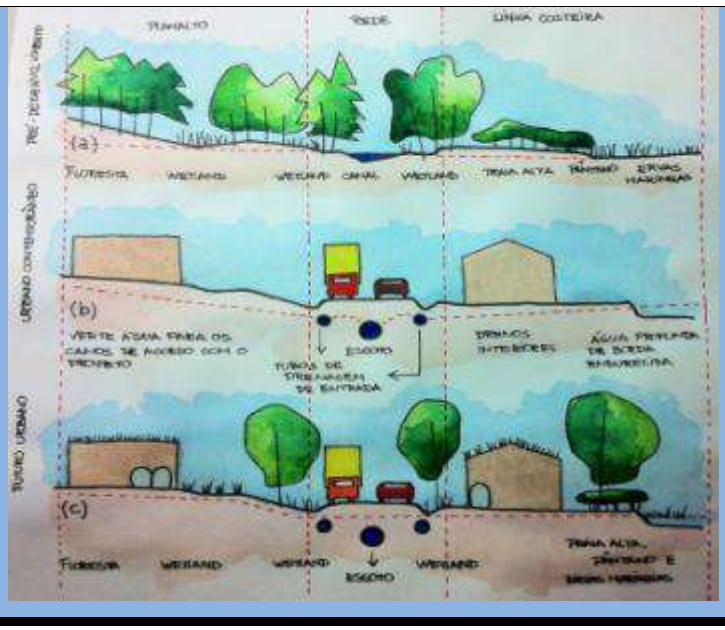


Figura 5.35 - A proposta de de Kristina Hill para o transecto da nova abordagem integrativa para o desenho de sistemas aquáticos.
Fonte: Hill (2009). Desenho Carolina Mignon

Assim, o transecto permite ao usuário identificar imediatamente as metas funcionais primárias para uma determinada faixa de terra e, ao mesmo tempo, contribui para remover barreiras conceituais contra o pensamento de paisagens urbanas, construídas como ecossistemas. Além disso, permite ao usuário integrar quadros analíticos, regulatórios, com base na escala do terreno e na geografia, levando a propostas para melhorias em funcionamento, assim como reconhecimento de questões políticas, econômicas e geográficas. As categorias para uma abordagem baseada na função dos sistemas de água urbanos estão na **Tabela 5.13**.

Tabela 5.13 - Categorias para uma abordagem baseada na função dos sistemas de água urbano

CATEGORIAS	FUNÇÃO
ACIMA DO SOLO	Todos os locais onde a água da chuva cai e pode ser coletado, infiltrada, ou dispersa como escoamento, mas onde nenhum escoamento significativo flui através de sítios adjacentes. Esta categoria inclui a construção de telhados, estacionamentos, calçadas e áreas vegetadas de privadas e terras públicas. A maioria do solo urbano cairia nesta categoria.
REDE	Todos locais e sistemas, inclusive construídos, que transportam quantidades significativas de águas pluviais: sistemas de tubos, superfícies de estrada, valas, beira de estrada, córregos.
MARGENS	Todos os locais que estão ao lado de rios, lagos, baías e praias oceânicas, ou estão sujeitos a inundações a partir dessas massas de água.

Uma das técnicas mais fáceis de serem aplicadas são as biovaletas ou biorretenções, que são cortes feitos na grama que reduzem a velocidade de escoamento da água da chuva (**Figura 5.36**, **Figura 5.37** e **Figura 5.38**).

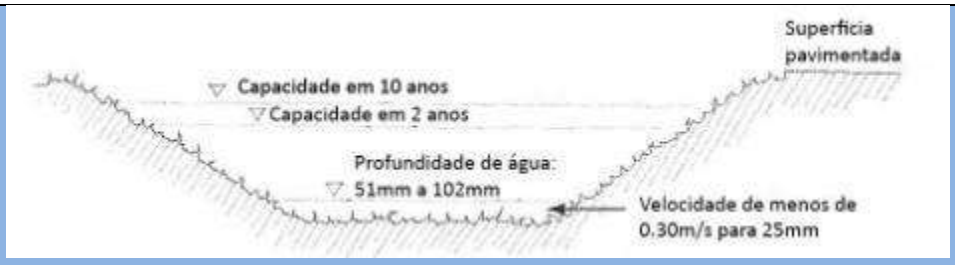


Figura 5.36 - Corte de biovaleta canalizada pela grama: reduz a velocidade de evacuação da água da chuva.
Fonte: Jonathan Meedering: adaptado de "*Design of stormwater filtering systems*", Center for Watershed Protection.

Kwok e Grondzik (2007).

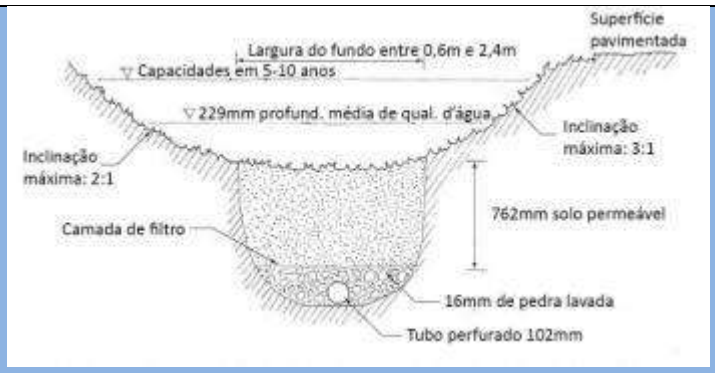


Figura 5.37 - Corte de uma biovaleta seca em forma de parábola, mostrando suas diferentes camadas e sua configuração.
Fonte: Jonathan Meedering: adaptado de "*Design of stormwater filtering systems*", Center for Watershed Protection.
Kwok e Grondzik (2007).

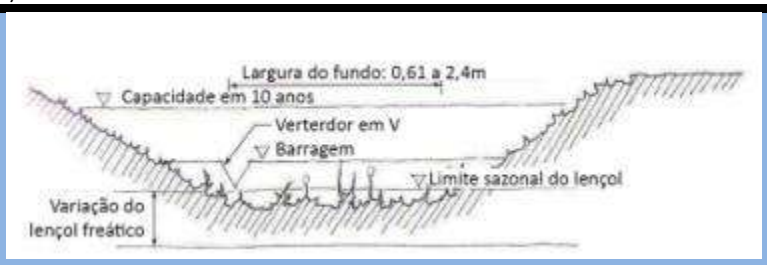


Figura 5.38 - Corte de uma biovaleta trapezoidal alagada. Geralmente a largura do fundo é entre 0,6 e 2,4m.
Fonte: Jonathan Meedering: adaptado de "*Design of stormwater filtering systems*", Center for Watershed Protection.
Kwok e Grondzik (2007).

Hill (2009, p. 155), acredita que, no caso das cidades americanas, a regulação de lotes privados unifamiliares seja o melhor "alvo" para mudar a função dessa bacia hidrográfica urbana, uma vez que esses são os usos típicos da área. Ela assegura que as bacias hidrográficas urbanas nos EUA são, tipicamente, dominadas pelas parcelas de residências privadas em termos de porcentagem de área. Por exemplo, mais de 50% da maior bacia hidrográfica de Seattle, a bacia de Thornton Creek, é formada por lotes residenciais unifamiliares. Cerca de 38% é formada pelos direitos públicos de passagem pelas ruas, o que inclui espaços para canteiros e calçadas e, também, superfícies pavimentadas. Os outros 12% são uma mistura de parcelas residenciais multifamiliares (< 3%), parcelas comerciais privadas, e terra pública (incluindo prédios públicos e parques). Assim, a ação voluntária em parcelas residenciais, em qualquer lugar nas bacias hidrográficas, pode ser vista como o caminho inicial que tem o menor custo político e tem potencial para um maior efeito.

Porém, no caso dos parcelamentos urbanos brasileiros, cuja legislação permite área mínima para lotes de 125m^2, talvez essa diretriz não seja tão eficaz, tendo em vista a nossa realidade socioeconômica e a dificuldade de fiscalização por parte dos governos municipais. As técnicas de infraestrutura verde aplicadas ao desenho das vias talvez seja um caminho mais adequado, uma solução para áreas mais compactas.

Segundo a Lei Nacional 6.766/79, alterada pela Lei Nacional 11.445, de 2007, cabe ao loteador destinar parte da gleba para a implantação do sistema de circulação (vias públicas), de equipamentos urbanos (equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgoto, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado) e comunitários (equipamentos de educação, saúde, cultura, lazer e similares), bem como espaços

livres públicos. Essas áreas deveriam representar 35% da área total da gleba parcelada, porém, com a Lei 9.785 de 1999, essa porcentagem passou a estar vinculada à densidade de ocupação prevista pelo Plano Diretor e Lei Municipais.

Na visão de Hill (2009, p. 155), devem-se considerar os padrões socioeconômicos a fim de determinar onde os moradores provavelmente controlam decisões estruturais sobre superfícies geradoras de poluição e fluxos de drenagem em suas parcelas, ou usar informações de censos sobre indicadores econômicos como um modo de direcionar investimentos públicos para bairros onde moradores não consigam investir neles mesmos.

Já na abordagem funcional e geográfica, o foco está em terras urbanas que produzem um grande volume de contaminantes, como estradas, estacionamentos ou esgotos das bacias hidrográficas. Assim, as parcelas com solos permeáveis e encostas planas permitem altas taxas de infiltração segura (infiltração que provavelmente não contribuirá com o desencadeamento de um deslizamento de terra em encostas íngremes próximas).

Na visão de Hill (2009, p. 156), a partir de um desenho na escala do terreno, pode-se focar em lotes que são visualmente acessíveis para um grande público, esperando que mudanças nesses terrenos possam influenciar mais decisões de pessoas para mudar seus próprios lotes ou apoiar novos impostos e taxas que possibilitariam transformações em áreas públicas. Um cliente solícito deve ser visto como uma oportunidade de experimentar e construir em diferentes tipos de tratamentos de água e desenhos que o cliente estiver disposto a adquirir.

O resultado desses experimentos únicos frequentemente influencia as escolhas feitas em desenhos futuros, que podem melhorar efetivamente ou diminuir custos, fornecendo percepções que não são possíveis sem essas aplicações em escala total.

Considerando as estratégias de melhores práticas de gestão de recursos hídricos e aplicando-as aos cenários de áreas de densidades mais altas, áreas urbanizáveis e subúrbios, áreas de conservação e áreas rurais, é possível a identificação de critérios e diretrizes focados no ciclo da água urbano, para assegurar a proteção e uso de bacias hidrográficas. Essas melhores práticas foram sintetizadas na **Tabela 5.14**, baseadas no documento "Usando Técnicas do Crescimento Inteligente como melhores práticas de gestão das águas pluviais" (US-EPA, 2005, p. 23).

Tabela 5.14 - Melhores práticas de gestão relacionadas ao contexto da ocupação (US-EPA, 2005)

Estratégias de Melhores práticas de gestão - BMP	Assentamentos de densidade mais alta/Urbana	Áreas Urbanizáveis/Subúrbio	Áreas Rurais e Áreas de Conservação
Estratégas para construções individuais e construções locais	Células de bioinfiltração, captação e armazenamento da água da chuva do telhado, telhados verdes, desconectar condutores de calha em bairros residenciais mais antigos, programas para reduzir a compactação do gramado, melhorias de entrada de águas pluviais.	Desconectar condutores de calha, telhados verdes, programas para reduzir a compactação do gramado, células de bioinfiltração, captação e armazenamento de água de chuva do telhado.	Telhados verdes, desenhos locais e moradias que minimizam rompimento do solo
Desenvolvimento de baixo impacto (LID) ou melhores estratégias de design locais	Estratégias de LID intra-urbanas: áreas de paisagem de alto desempenho, adaptação de parques urbanos para a gestão de águas pluviais, áreas	*Swales*, trincheiras de infiltração, micro-detenção para projetos de preenchimento, algum projeto de conservação,	LID em larga escala: proteção da floresta, proteção de fontes de água fonte, proteção da água com sobreposição de zoneamento, conservação, pro-

	de microdentenção, floresta urbana e copa das árvores, *retrofits* verdes para ruas.	adaptação de estacionamentos para o controle de águas pluviais ou de preenchimento, copa, "retrofits verdes de ruas. Dependendo da localização, maiore escala de infiltração.	teção de aquíferos, *wetlands* para águas pluviais.
Infraestrutura	Melhor utilização da infraestrutura cinza: reparação e ampliação das tubulações já existentes, instalação de tratamento de águas pluviais, primeiras políticas de corrigí-las, melhorar a rua e manutenção de instalações.	Áreas prioritárias de financiamento para a ocupação direta, melhor desenho da rua, planejamen-to de infraestrutura para incentivar a ocupação com crescimento inteligente, melhorar ruas e manutenção de instalações.	Planejamento de crescimento inteligente para as comunidades rurais que utilizam sistemas no local.
BMP estrutural	Dispositivos comercialmente disponíveis de controle de águas pluviais, bacias de drenagem urbana, reparação de infra-estrutura cinza tradicional.	Barris de chuva, técnicas de bioinfiltração, *wetlands* construídos.	
Estratégias de *design*	Distritos de trânsito, redução de estacionamento, preenchimento com adensamento, melhor utilização de estacionamento do lado do meio-fio e direitos de passagem, zonas industriais, limpeza de córregos urbanos e áreas de proteção ambiental, áreas de recepção de transferência de direitos de desenvolvimento.	Preenchimento com adensamento, reocupação de *greyfields*, redução de estacionamento, políticas para promover um sistema de rua conectado, projeto de conservação e de espaço aberto, planejamento rural, algumas restrições à superfície impermeável, restauração de córregos e áreas de proteção, áreas direcionadas a receber transferência de ocupação, empreendimento de unidades planejadas.	Planejamento regional, uso de provisão de antidegradação da Lei da Água Limpa, envio de áreas de transferência de ocupação na bacia, limites de superfície impermeável em toda bacia hidrográfica, sobreposição de proteção de água nos zoneamentos dos distri-tos.
Estratégias regionais ou de toda bacia hidrográfica	Transferência de direitos de ocupação, restauração beira-mar, participação no planejamento regional da gestão de águas pluviais / infraestrutura.	Planejamento de parque aberto e de espaço regional, ligando novos investimentos para o sistema de trânsito regional, participação no planejamento regional da gestão de águas pluviais / infraestrutura.	Planejamento regional, uso de provisão de antidegradação da Lei da Água Limpa, envio de áreas de transferência de ocupação na bacia, limites de superfície impermeável em toda bacia hidrográfica, sobreposição de proteção de água nos zoneamentos dos distri-tos, planejamento de abastecimento de água e aquisição de terrenos.

Essas estratégias são fundamentais para o planejamento e desenho do transecto para a gestão das águas pluviais. No entanto, é importante ampliar esta visão para o ciclo da água no meio urbano para contemplar, ao mesmo tempo, a água de abastecimento, as águas da chuva e as águas servidas, como nas ações do programa australiano WSUD.

5.7. O Desenho urbano sensível à água do Programa Australiano WSUD

O programa do governo australiano "Desenho Urbano Sensível à Água" (*Water Sensitive Urban Design* - WSUD) tem como foco a questão da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de água. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem ur-

bana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano.

O programa envolve duas instâncias: (1) Iniciativa Nacional da Água, com a integração do planejamento urbano com a gestão, proteção e conservação do ciclo urbano da água, que garanta uma gestão da água urbana sensível aos ciclos hidrológicos e ecológicos naturais; (2) Estratégia Nacional de Gestão de Qualidade da Água, que consiste em reabilitar empreendimentos para alcançar localmente a qualidade da água, com objetivos de assegurar os fluxos do rio (HOBAN e WONG, 2006, s.p.).

O programa tem como objetivo reduzir o consumo de água potável, maximizar a água de reuso, reduzir a descarga de águas residuais, minimizar a poluição de águas pluviais antes de serem despejadas no ambiente aquático e maximizar a proteção das águas subterrâneas. Este programa, com "gestão total do ciclo hidrológico", está sendo aplicado na cidade de Melbourne, em resposta às secas prolongadas, ao crescimento populacional e à crescente poluição de cursos d'água locais.

Baseado em uma abordagem gerencial integrada, o conselho local desenvolveu políticas sensíveis à água e diretrizes que abrangem todos os componentes do ciclo hidrológico urbano, incluindo o abastecimento de água, o manejo de águas pluviais, o esgotamento sanitário e o meio ambiente hídrico natural. A **Figura 5.39** ilustra a abordagem integrada das águas: potável, da chuva e residual.

Figura 5.39 - Gestão integrada do ciclo da água urbano: água potável, água da chuva e águas servidas (Águas sensíveis) e exemplo de aplicação de técnicas de drenagem com trafego calmo do Programa WSUD.
Fonte: HOBAN, A., and WONG, T.H.F., (2006, s.p.) "WSUD resilience to Climate Change", 1st international Hydropolis Conference, Perth WA, October 2006.www.wsud.org

Segundo o documento "Diretrizes para WSUD da Cidade de Melbourne" (CITY OF MELBOURNE WSUD GUIDELINES, 2008, p.13), todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos, podem contribuir para a gestão sustentável da água em todo o município. Isto significa que a água pode ter cada vez mais uma gestão da captação local e depender menos de captação externa. Como exemplo, as estradas podem ser fontes de água através de águas pluviais coletadas. Os edifícios podem ser locais para reduzir a poluição de águas pluviais, por meio de jardins tropicais.

Com o tempo, essa abordagem irá construir a resiliência dos recursos hídricos e ambientes aquáticos, sob as pressões de áreas urbanas consolidadas e mudanças climáticas. O envolvimento da comunidade é um componente integral, a partir da concepção do projeto

local e global, incorporando soluções locais, descentralizadas, que são "sensíveis" às questões de sustentabilidade da água e de energia, para a proteção ambiental.

A gestão integrada do ciclo da água visa verificar as fontes de água disponíveis, de acordo com os usos mais adequados. Esta é uma forma de reduzir o consumo de água potável de, alta qualidade, desnecessária para usos como irrigação e descarga do banheiro. Fontes alternativas (como de reutilização) devem ser encontradas. O WSUD busca alcançar a resiliência, por meio da gestão integrada da água, associada ao desenho urbano sensível à água, que abrange soluções sustentáveis do desenho e da forma construída e outras políticas setoriais de planejamento, para alcançar ocupações ecologicamente sustentáveis.

Portanto, para a avaliação de desempenho no planejamento e desenho urbano é necessário considerar a gestão do ciclo da água urbano e os benefícios socioeconômicos do planejamento urbano e da forma construída, e não apenas as taxas de escoamento e infiltração de água. Esta forma holística de ocupação ecologicamente sustentável deve abranger uso do solo, tranporte, energia, desenho urbano sensível à água, população, resíduos, entre outros

Os comitês ou conselhos de planejamento e os projetos em qualquer lugar da cidade devem identificar um local como uma fonte de água (um balanço hídrico local) e oportunidades, no próprio sítio ou em locais próximos, que poderiam usar água em excesso ou com déficit de fornecimento de água. Devem ser contabilizados os custos e benefícios das opções de água descentralizadas, em termos de água, energia, construção, materiais, infraestrutura, tecnologia e riscos. Além disso, devem ser considerados a melhoria do habitat para a biodiversidade, a avifauna e benefícios do microclima (**Figura 5.40**).

É uma tentativa de aplicar as técnicas de infraestrutura verde e princípios de *design* responsivo ao clima, à segurança da água, à proteção contra cheias e à saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, desde o nível de toda a bacia ao nível da rua.

Figura 5.40 - Cidade Sensível à Água do WSUD da Austrália: espaço de lazer em Sydney.
Fonte: Illma Youg, disponível em e http://www.engineeringnaturesway.co.uk e Gabriela Tenorio

O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, cursos d'água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e mineralização de água (águas subterrâneas).

No sistema convencional, há uma grande escala centralizada de abastecimento de água e de sistema de eliminação. A coleta de água é feita a partir de uma grande área de captação, tratada e distribuída por uma rede de tubulação para usuários. Após o seu uso, a água segue por outra tubulação para estações de tratamento de esgoto e, por fim, é descar-

tada no corpo hídrico. As águas pluviais seguem para os corpos d'água, através de tubos de drenagem.

A captação da água da chuva pode ser usada para descarga de banheiros, irrigação de jardins, máquinas de lavar e sistemas de água quente. A coleta requer tanques de armazenamento de água, estrategicamente incorporados em prédios novos ou existentes e em espaços abertos. É necessário utilizar tanques de tamanho adequado para maximizar a sua utilidade. A coleta em telhados possui um nível baixo de poluição, por isso, o tratamento não é sempre necessário.

A captação pode ser feita também a partir de estradas, calçadas, estacionamentos, espaços abertos e jardins para uso dentro da cidade. Esse sistema ajuda a reduzir a quantidade de poluentes nos corpos hídricos. Se capturadas em estradas e estacionamentos, reduzem a carga total sólida em suspensão. Em áreas de jardim, reduzem, primeiramente, a carga total de nitrogênio e de fósforo de fertilizantes.

Em projetos convencionais, o tratamento de esgoto implica altos investimentos de capital e custos operacionais permanentes. Ao mesmo tempo, exige investimentos significativos em infraestrutura e energia para o transporte a longa distância. Nesse cenário, o esgoto é bombeado para uma grande estação de tratamento, que consome quantidades significativas de energia e produtos químicos para seu tratamento e descarte dos resíduos (FARR, 2013)

A reutilização de águas cinzas pode economizar quantidades consideráveis de água potável e diminuição de águas residuais. No entanto, há necessidade de serem tratadas, por conterem contaminantes, acima dos níveis de bactérias permitidos, matéria fecal, matéria orgânica, microrganismos, sais e detergentes. Segundo o documento da WSUD, é necessário rastrear os poluentes mais simples com o auxílio de uma malha, reservar as águas cinzas em um tanque e, posteriormente, realizar o tratamento químico ou biológico.

A abordagem de sistemas de água integrado da WSUD consiste na mineralização de água ou mineralização de esgoto, que tem inicio na extração de águas residuais (águas negras) no sistema de esgotos, tratamento e reciclagem da água e eliminação dos resíduos remanescentes para o esgoto de tratamento centralizado. A água é desinfetada para a classe A, tendo como parâmetro: 10 E.Coli/100mL, 10 BOD mg/L e 5 mg/L SS. Um sistema de coleta menor é mais sensível a variações no fluxo, o que limita o potencial de extração de esgoto contínua. Nesse caso, deve ser implantado um tanque de compensação no local para atender a períodos de alta demanda.

A **Figura 5.41** ilustra a diferença entre o ciclo urbano convencional da água e aquele com utilização das águas pluviais, como um recurso no ambiente urbano. A **Figura 5.42** mostra a diferença entre o ciclo urbano das águas pluviais e cinzas e a abordagem do sistema integrado.

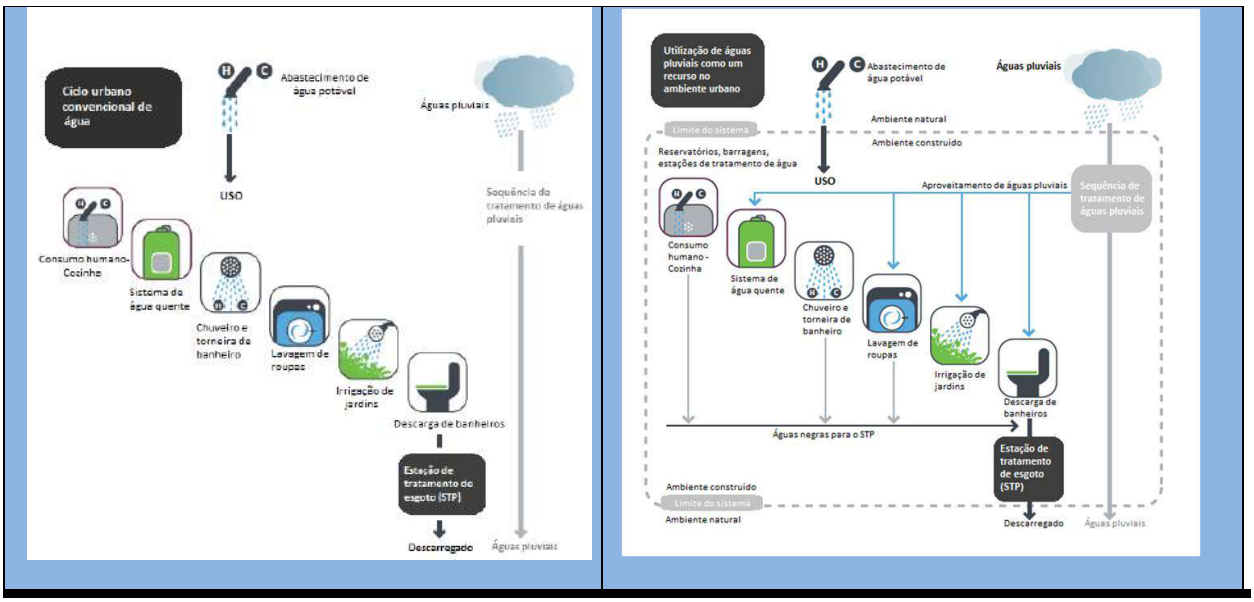


Figura 5.41 - Ciclo urbano convencional e com utilização de águas pluviais como um recurso no ambiente urbano
Fonte: City of Melbourne WSUD Guidelines (2008, p.38 e 39), adaptadas pela estudante Bruna Melo, do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

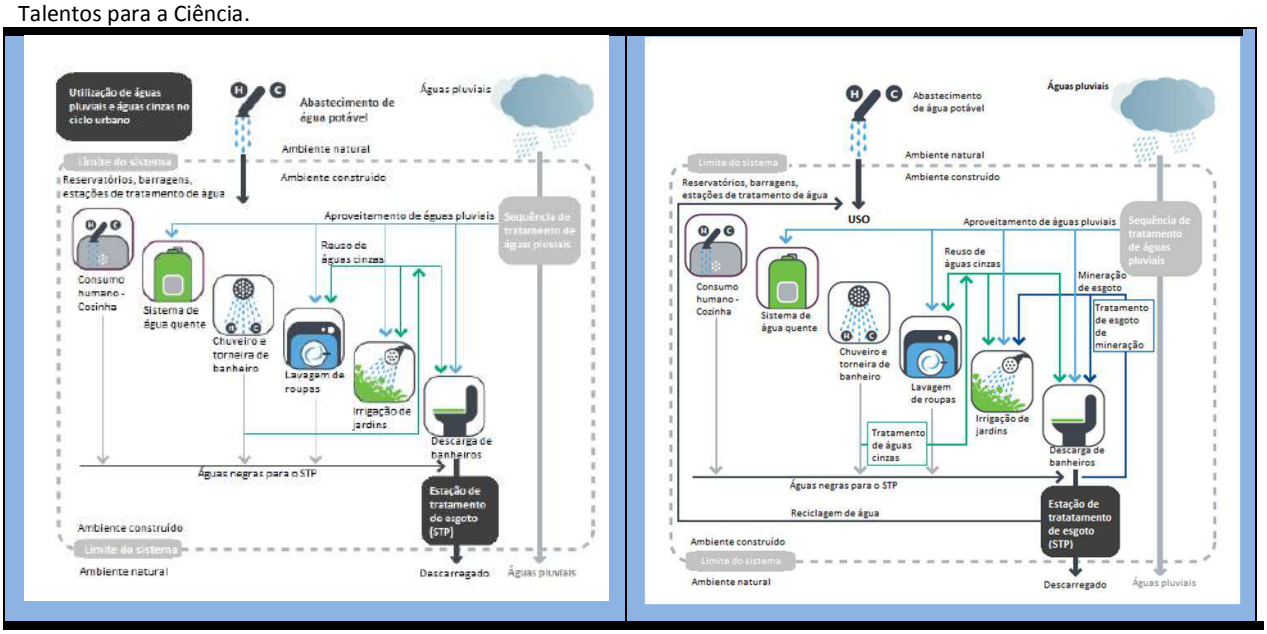


Figura 5.42 - Ciclo urbano das água pluviais e águas cinzas e abordagem do sistema integrado
Fonte: City of Melbourne WSUD Guidelines (2008, p.40 e 45).

Na **Tabela 5.15** estão sistematizadas as considerações para a qualidade da água, de acordo com os níveis de tratamento de água necessário para cada tipo de água.

Tabela 5.15 - Considerações necessárias para a qualidade da água (CITY OF MELBOURNE WSUD GUIDELINES, 2008, p.37).

Água	Fonte	Qualidade	Tratamento necessário	Uso
Rede de água potável	Distribuição de água reticulada (canalizada)	Alta qualidade	Nenhum	Uso doméstico geral
Escoamento do telhado	Água da chuva do telhado	Qualidade razoável	Nível baixo - tipicamente a sedimentação ocorre dentro de um tanque de água da chuva.	Descarga do banheiro, irrigação do jardim, máquina de lavar roupa, sistema de água quente.

Escoamento de águas pluviais	Captação de escoamento (inclui áreas impermeáveis, tais como estradas, calçadas etc.).	Qualidade moderada	Tratamento razoável para remover o lixo e reduzir o carregamento de sedimentos e nutrientes.	Descarga do banheiro, irrigação do jardim, máquina de lavar roupa, sistema de água quente.
Águas cinzas	Chuveiro, banheira, bacias de banho, máquina de lavar roupa.	Águas residuais-carga orgânica variável e patógenos.	De moderado para alto o nível de tratamento, necessário para reduzir os patógenos e conteúdos orgânicos.	Descarga do banheiro, irrigação do jardim, máquina de lavar roupa.
Águas negras	Cozinha, banheiro e água de bidê do esgoto.	Águas residuais, de menor qualidade - altos níveis de patógenos e orgânicos.	Tratamento avançado e desinfecção necessária.	Descarga do banheiro, irrigação do jardim.

Nesta pesquisa foram levantadas as diretrizes (22 fichas técnicas) para o desenho urbano sensível à água do documento "*City of Melbourne WSUD Guidelines*" (2008, p.120-159), que estão sendo aplicadas na cidade de Melbourne, na Austrália, direcionadas para as famílias, para os empreendedores, para os técnicos de governo e para conselhos gestores. São considerações de projeto, restrições, diferentes configurações e benefícios do desenho urbanos sensível à água. São fichas para projetos e construção para domicílios, iniciativas de conservação de água, programas de reabilitação de água, tecnologias de tratamento de águas pluviais e residuais para reutilização que englobam diferentes escalas: local, agrupamento de casas, paisagem urbana e regional.

Essas fichas técnicas foram sistematizadas e serão apresentadas no final deste capítulo no formato dos padrões, baseado em Alexander et al. (1977), juntamente com outras técnicas de infraestrutura verde, dos documentos US-EPA (2006, 2005) da Agencia de Proteção Ambiental dos EUA, técnicas de saneamento ecológico, permacultura e agricultura urbana.

Apesar de tratar da questão das águas negras e cinzas, o programa WSUD ainda não aborda com detalhes, nos manuais estudados, a questão das águas residuais tratadas na forma de ecossaneamento associado à produção de alimentos na cidade, apesar de esta possibilidade ser considerada no programa WSUD como as zonas úmidas (*wetlands*). A seguir, será feita uma análise da relação da questão da água e a produção de alimentos associada à questão das águas residuais.

5.8. A água, a produção de alimentos e o ecossaneamento

O grande desafio da gestão integrada dos recursos hídricos é harmonizar a oferta com as demandas de água, sem que haja o risco de conflitos, nem redução da quantidade ou deterioração da qualidade pela água de retorno. Dentre todos os setores econômicos, a agricultura, que é o setor mais susceptível à escassez de água é, também, o setor com maiores possibilidades e opções de ajuste para evitar a falta de água disponível. Segundo a FAO (2013, p.2), "A agricultura é, ao mesmo tempo, uma causa e uma vítima da escassez de água".

De acordo com Cristofidis (2006, p. 4), os usos da água são tradicionalmente considerados em duas categorias. Os consuntivos são aqueles que consomem parte da água captada do manancial e se enquadram em três principais usos: nas moradias (consumo doméstico), nas indústrias e na produção de alimentos. Os não consuntivos são aqueles que apenas u-

sam a água e ela retorna ou permanece no corpo de água, ficando disponível para outros propósitos.

Os fluxos de água, na sua forma de movimentação natural e filtração, estão sendo afetados, em termos de quantidade e qualidade, pelos impactos do ser humano no trinômio atmosfera-solo-vegetação. Portanto, as prioridades e os limites de uso devem atender às condições de convivência harmônica entre usuários e suficiência hídrica para os ecossistemas. Muitos países e regiões não apresentam sustentabilidade na produção e obtenção de alimentos, devido à baixa disponibilidade de água.

De acordo com Cristofidis (2006, p. 5), o parâmetro para considerar se um país está sob alerta de escassez hídrica é de 4.650 litros por pessoa/dia (1.700 m^3/hab/ano). Se a disponibilidade estiver abaixo de 2.740 litros/pessoa/dia (1.000 m^3/hab/ano), está sob o regime de "escassez crônica" de água. Essa é uma situação na qual não há folga para o uso de água em produção agrícola, pecuária e industrial, nem sustentabilidade para o comércio em maior escala, a não ser com alta tecnologia de uso, reutilização e tratamento.

No Brasil ocorre, em média, um alto indicador de água renovável, por ano, por habitante, da ordem de 32.380 km^3, porém, há alguns estados brasileiros, em especial a Paraíba, o Rio Grande do Norte e o Distrito Federal, que já se encontram em situação de alerta de escassez hídrica, apresentando uma situação que exige elevada capacidade de gestão.

Segundo dados da FAO (2000), dos 2.058 litros habitante/dia de água, em média, utilizados no mundo, 200 são para uso doméstico, 428 para uso industrial e 1.430 para uso na produção de alimentos. O uso da água na agricultura e pecuária é o mais representativo no mundo e apresenta uma prática insustentável, em especial nas regiões mais pobres (Oriente Médio, Norte da África, África Subsaariana e Sul da Ásia).

Na Europa, um terço do consumo de água se dá pela atividade agrícola, o que influencia diretamente na qualidade e quantidade de água para outros fins. Em algumas regiões, a poluição causada pelo uso de produtos químicos na agricultura é uma das principais causas de má qualidade da água. Segundo dados da FAO (2011) no Brasil ocorre a mesma situação: o setor que mais consome e desperdiça água doce é a agropecuária, que utiliza 70% da água do país, ao mesmo tempo em que joga fora quase metade de toda esta água.

Os motivos desse desperdício são as irrigações mal executadas e a falta de controle da quantidade d'água utilizada nas lavouras e no processamento dos produtos. Os danos ambientais desse mau uso recaem diretamente sobre os lençóis freáticos e rios, os quais sofrem com a escassez de chuva e apresentam riscos de secar ao longo tempo.

No Brasil, dados do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, evidencia uma média de consumo diário de 150 litros para cada brasileiro, resultando em um consumo médio anual de 10,4 trilhões de litros. Deste total, pouco mais de 7 trilhões são utilizados pela agricultura, a qual acaba desperdiçando cerca de 3 trilhões de litros. A ONU estima que o mundo necessite de um aumento de 70% na quantidade de alimentos até 2050, o que pode refletir em um incremento de 19% da água utilizada na atividade agrícola.

A ferramenta denominada "pegada hídrica", ainda não popularizada no Brasil, utilizada em países como a Holanda desde 2003, traz uma proposta metodológica que aponta quanta água é necessária para fabricação e cultivo dentro de toda a cadeia produtiva de um

determinado bem. No Brasil ainda faltam estudo e testes que quantifiquem a água necessária para uma determinada cultura. No entanto, há mais de 20 metodologias direcionadas para se chegar a uma média, mas ainda são necessários testes. A Confederação Nacional da Agricultura (CNA) tem buscado parcerias para aplicabilidade da Pegada Hídrica, em todo o país.

Os gastos e projeções da produção e consumo de produtos de origem animal são os que produzem uma maior pressão nos recursos de água doce do globo, e as características das pegadas hídricas variam quanto ao tipo de animal e sistema produtivo. A pegada hídrica da carne bovina é de 15.400m^3/tonelada, e a da carne de frango é 4.300m^3/tonelada. Quanto à produção de bebidas, como o café (produto agrícola de maior importância comercial em todo o mundo), para a produção de uma xícara (125ml) é preciso cerca de 140 litros de água (maior parte dessa usada no crescimento da planta). Por ano, o consumo de café pela população mundial exige por volta de 110 milhões de m^3 de água.

A produção do algodão, a fibra natural de maior uso na indústria têxtil mundial, apresenta uma cadeia de impactos sobre os recursos hídricos nos países onde é produzido, sendo facilmente visíveis, tanto na qualidade da água, como no esgotamento desta. O consumo anual de sua produção utiliza 256Gm^3 de água ao ano. Dentro de um cenário de declínio e degradação das águas, a mudança de energia fóssil para a de biomassa nos padrões produtivos da agricultura, adiciona mais pressões sobre os recursos de água doce. A pegada hídrica da energia de biomassa é entre 70 a 400 vezes maior que as energias primárias (exceto hidroelétrica), embora isto dependa do tipo de sistema, cultura e clima.

O conceito de pegada hídrica, introduzido por Hoekstra[143], em 2002, traz um indicador do uso da água, considerando não só o uso direto por um consumidor ou produto, mas também o uso indireto, podendo ser compreendido como um indicador abrangente da apropriação dos recursos hídricos. Dessa maneira, a pegada hídrica oferece uma perspectiva ampla sobre a forma como um produto ou consumidor estabelece relações com o uso dos sistemas de água doce (HOEKSTRA et al., 2011, p. 2).

Trata-se de uma medida volumétrica de consumo e poluição d'água, quanto ao impacto ambiental. Não traz uma medida da severidade do impacto local do consumo e da poluição, pois este depende da vulnerabilidade do sistema hídrico local, número de poluidores e consumidores que utilizam o sistema. Quanto a um produto, a pegada hídrica traz o volume de água utilizado ao longo de toda a sua cadeia produtiva, ilustrando um indicador multidimensional que demonstra os volumes de consumo de água por fonte, e os volumes de poluição por tipologias de poluição (HOEKSTRA et al., 2011, p. 2).

A pegada hídrica é trabalhada a partir de três tipos: a pegada hídrica azul (mede o consumo de água superficial e subterrâne,a ao longo da cadeia produtiva), a pegada hídrica verde (mede o consumo de água da chuva, desde que esta não escoe) e a pegada hídrica cinza (mede a poluição, definida como o volume de água doce necessário para assimilação da carga de poluentes, em função das concentrações naturais e dos padrões qualitativos da água existente) (HOEKSTRA et al., 2011, p. 2).

Na agricultura, a pegada hídrica cinza é passível de redução, evitando a utilização de substâncias químicas no campo, o que pode ser feito com aplicações em menores quantida-

[143] http://www.waterfootprint.org/downloads/ManualDeAvaliacaoDaPegadaHidrica.pdf

des e com técnicas e programação de aplicações mais eficazes. Já, as pegadas hídricas azul e verde podem ser reduzidas com o aumento da produtividade dessas águas.

Para a água azul, essa redução implica em um uso menor de água na irrigação visando a uma maior produtividade por m³ de água evaporada. Quanto à pegada hídrica cinza, é possível que seja zerada por meio da produção orgânica, sendo esta o grande desafio, demandando tempo até que toda a agricultura tradicional seja substituída pela orgânica.

Por meio do aumento da proporção de produtividade baseada na água verde (sequeiro) e do aumento da produtividade de água azul na agricultura irrigada que utilize técnicas de economia de água e de irrigação reduzida, nas quais os déficits hídricos são aceitáveis, as estimativas mostram que a pegada hídrica azul possa ser reduzida à metade dentro de algumas décadas.

Para a redução das pegadas hídricas há possibilidades de substituir técnicas que resultem em eliminação ou redução. Nestes casos, exemplos de tecnologias melhoradas de produção incluem a substituição da técnica de irrigação por aspersão, pela irrigação por gotejamento e a substituição da agricultura tradicional pela orgânica.

Em geral, o mais importante é reduzir evitando e não reduzir por melhorias na produção, uma vez que evitar requer uma reconsideração quanto aos padrões produtivos e de consumo, enquanto que melhorias na produção implicam em continuidade do que era feito antes, porém de maneira mais ecoeficiente. A **Tabela 5.16** demonstra uma síntese de metas possíveis para redução da pegada hídrica no setor da agricultura e opções de redução para agricultores, apontadas por HOEKSTRA et al. (2011, p. 95 e 103).

Tabela 5.16 - Metas e opções de redução da pegada hídrica para agricultura

	Metas	Opções
Pegada hídrica verde	Diminuir, por meio do aumento da produtividade da água verde, tanto na agricultura irrigada, como na agricultura de sequeiro. E aumentar a produtividade total da agricultura de sequeiro.	Aumentar a produção da terra (ton/ha) pela agricultura de sequeiro, por meio do aperfeiçoamento das práticas agrícolas. Assim, a água da chuva permanece, e a produtividade de água aumenta, resultando na queda da pegada hídrica verde. Utilizar a cobertura morta do solo (mulching) para diminuir a evaporação da superfície do solo.
Pegada hídrica azul	Diminuir, pelo aumento da produtividade da água azul, na agricultura irrigada. Baixar a relação entre as pegadas hídricas azul/verde. Reduzir a pegada hídrica azul global (por exemplo, em 50%).	Optar por técnicas de irrigação que resultem em menor perda por evaporação. Escolher culturas e variedades adaptáveis ao clima regional, reduzindo a demanda por irrigação. Elevar a produção da água azul (ton/m³), no lugar de maximizar a produtividade da terra (ton/ha). Melhorar o cronograma de irrigação, otimizando a frequência. Reduzir a irrigação (irrigação suplementar ou irrigação deficitária) ou deixar de irrigar. Diminuir perdas por evaporação da água armazenada em sistemas de distribuição ou reservatórios.
Pegada hídrica cinza	Conter o uso de fertilizantes e pesticidas artificiais, permitindo a aplicação mais efetiva. Tentar anular a pegada hídrica cinza, pela implantação da agricultura orgânica.	Eliminar ou reduzir a aplicação de produtos químicos, optando pela agricultura orgânica. Aplicar produtos químicos (fertilizantes e compostos) que facilitem a absorção pela planta, diminuindo o escoamento e a lixiviação dos mesmos. Maximizar o cronograma e a aplicação de produtos químicos, diminuindo seu volume.

É muito comum considerar desnecessária a redução da pegada hídrica verde na agricultura, pois a chuva existirá de qualquer maneira. A lógica implícita nesse pensamento é que a pegada hídrica em uma bacia, em um período determinado, não leva à sua poluição ou ao esgotamento da água. Esse pensamento toma por base o conceito equivocado de que a sustentabilidade do uso da água depende exclusivamente do contexto geográfica local. Para

a agricultura, existem várias opções que direcionam à redução das pegadas hídricas, conforme demonstrado na **Tabela 5.16**.

A vantagem da redução da pegada hídrica, por unidade de cultura de sequeiro, é que a produção total das áreas aumenta e, com isso, a necessidade produtiva de outros lugares se torna menor, diminuindo demandas por recursos hídricos (águas verde ou azul) e terra, em outros lugares. A redução da pegada hídrica verde, por tonelada de cultura de um lugar, pode resultar na queda da pegada hídrica azul na produção agrícola geral. Quanto à pegada hídrica cinza da agricultura, pode ser muito reduzida por meio da adoção da produção orgânica, a qual limita ou exclui o uso de fertilizantes e demais substâncias químicas. Portanto, é recomendável a utilização de águas residuais na agricultura.

Os problemas de abastecimento requerem melhor gestão da demanda, assim como o peso das produções para satisfazer a demanda futura por alimentos. Nesse sentido, a relação agricultura e águas tem seu problema principal decorrente diretamente do modo como ocorre, e dos sistemas utilizados na irrigação. A grande necessidade dessa relação é tornar os sistemas de irrigação sustentáveis e, para isso, a grande alternativa se dá na reutilização das águas residuais, oriundas do campo ou da cidade.

A disponibilidade de água para agricultura pode aumentar em distintas escalas. Na escala das bacias hidrográficas e barragens de armazenamento d'água para irrigação, são soluções que necessitam de grandes investimentos de capital. Em menor escala, os agricultores podem inserir pequenas barragens em rios e captar águas para operações próprias, além de inserir práticas de conservação de água, reduzindo escoamentos, incentivando infiltrações e armazenando água no solo. O uso de águas residuais tratadas na agricultura traz a possibilidade de uma maior disponibilidade de recursos de água doce em outras necessidades humanas e ambientais, desde que haja qualidade e gestão adequada da água recuperada.

Em alguns países, o uso dessas águas já demonstram benefícios significativos. No Chipre, por exemplo, em relação às metas para 2014 relativas aos recursos hídricos, este uso já coresponde a quase 28%. Outro exemplo aparece na Grande Canária, na qual 20% das águas utilizadas na agricultura são residuais tratadas, que irrigam 5.000ha de tomate; e 2.500ha de produção de bananas.

Na cidade, a urbanização acelerada interfere por completo no consumo e na produção alimentar. A agricultura urbana se configura como ferramenta para o alcance do autossustento e inibição da carência alimentar. A escala produtiva da agricultura urbana ainda é subestimada, dados revelam o envolvimento de 200 milhões de habitantes urbanos, capazes de prover alimento para 800 milhões de pessoas (ARMAR-KLEMESU, 2000, *apud* EMBRAPA, 2002).

Curiosamente, sob a ótica da segurança alimentar, alguns estudos indicam que agricultores urbanos geralmente comem mais vegetais do que os não-agricultores da mesma classe socioeconômica e, também, mais do que os consumidores de classes mais elevadas, que tendem a consumir mais carne. A FAO aponta a agricultura urbana e periurbana como uma das estratégias de promoção de segurança alimentar e nutricional na América Latina, especialmente para agricultores de baixa renda e grupos marginalizados, como jovens desempregados, idosos e migrantes (RICARTE-COVARRUBIAS, FERRAZ, BORGES, 2011, p. 64)

Assim, a agricultura urbana pode-se tornar uma questão-chave para a gestão de suprimentos e da demanda de água, com aplicação de diversas estratégias de otimização das águas, em caso de escassez, inundações ou declínio qualitativo das fontes locais. A necessidade de aumentar a consciência quanto à reutilização de águas residuais é urgente, e requer o convencimento do setor público, privado e da sociedade civil, para uma abordagem circular e não linear da água, como no ecociclo demonstrado na **Figura 5.43** e nas técnicas e zoneamentos permaculturais, descritos no capítulo anterior.

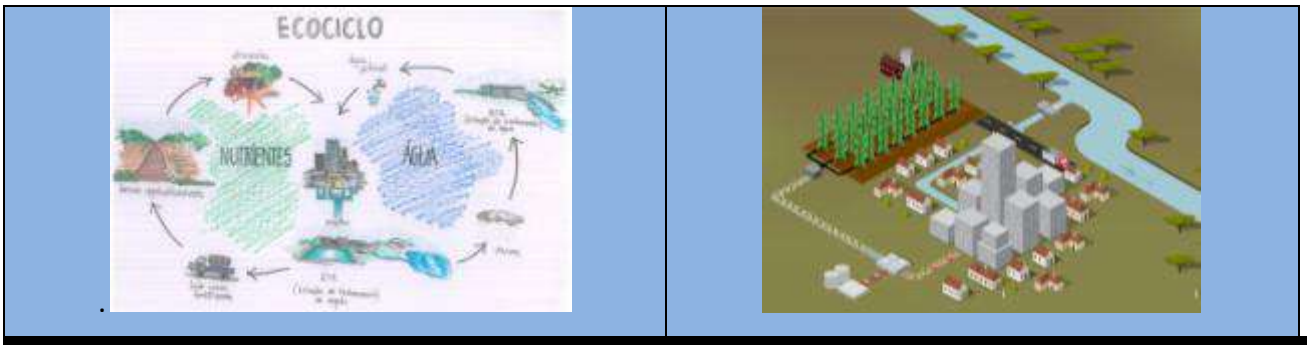


Figura 5.43 - Ecociclo e Aproveitamento das águas residuais na agricultura urbana.
Fontes – UNESCO (2008) e FAO

De acordo com a FAO/ONU (2013, p. 45), na gestão da água, o nível de reciclagem e reuso de águas residuais é parte importante. Em áreas de irrigação em grande escala, elas devem retornar, para que seja drenado o seu excesso ou direcionado para um sistema de reutilização e infiltração. Iniciativas assim podem ser vistas em regiões do Vale do Nilo, onde 20% da água é reciclada. Na Ásia também existem padrões semelhantes para reutilização de águas nas plantações de arroz.

Na escala da bacia, quando avaliado o resultado do impacto líquido marginal à redução de perdas de águas na exploração e distribuição, pode-se aumentar a eficiência se houver uma boa estimativa do nível de reuso das águas. Na escala global, embora haja uma menor relevância, o reuso de águas residuais urbanas na agricultura possui um potencial importante para os locais em crescimento. Mesmo não sendo tratadas, as água residuais, em condições desejáveis, podem ter os riscos à saúde reduzidos, com sistemas de irrigação que diminuam a contaminação e com a conscientização pública na comercialização e higienização dos produtos, o que vem provando ser uma forma rentável de proteção da saúde pública (FAO/ONU (2013, p. 43).

Com a utilização de águas residuais na agricultura (convencional ou urbana), as cidades poderão obter águas convencionais, que seriam utilizadas na agricultura. Neste sentido, a agricultura, principalmente a urbana, atuaria como alternativa de tratamento terciário das águas residuais, usando os nutrientes que, descarregados em corpos hídricos, podem ocasionar problemas ambientais (eutrofização). É essencial que haja tratamento adequado dessas águas, a fim de minimizar contaminação por patógenos e agentes químicos. De preferência, que sejam utilizadas técnicas como os *wetlands*, bacias de evapotranspiração ou saneamento ecológico, detalhados a seguir.

5.8.1 O tratamento das águas residuais

A concepção sobre o tratamento de dejetos vem mudando com o tempo. Os primeiros sistemas de esgotos implantados visavam apenas o descarte de resíduos. Já, na segunda metade do século XX, surgem tratamentos de esgotos que aproveitam os nutrientes e água

como recursos. Esses resíduos passaram a ser utilizados com vários propósitos, como irrigação de campo de golfe, áreas verdes comunitárias, florestas e terras agrícolas, criação de brejos e estuários e utilização em sistemas hidropônicos. Porém, mesmo passando por tratamentos mais avançados, os contaminantes ainda são problemas para a saúde dos seres humanos. É necessário que as novas técnicas estejam em equilíbrio entre o conhecimento científico, a saúde, a economia e a legislação.

Os sistemas de tratamento de águas residuais alternativos, com tratamento biológico, tonam-se uma opção mais econômica e sustentável, principalmente para os países em desenvolvimento.

Os "*wetlands* construídos" são uma das opções mais econômicas e podem ser construídos no local do empreendimento. Eles simulam as condições ideais de tratamento dos *wetlands* naturais, com a vantagem de oferecer flexibilidade quanto à escolha do local de implantação, às condições de otimização da eficiência de remoção de matéria orgânica e de nutrientes, ao maior controle sobre as variáveis hidráulicas e à maior facilidade quanto ao manejo da vegetação (SANTIAGO et al., 2005, p. 33).

Os *wetlands* naturais são considerados áreas de transição entre um sistema terrestre e um aquático, com o agrupamento de diversos habitats úmidos, como banhados, pântanos, brejos, zonas alagadiças, charcos, manguezais e áreas similares. Para identificação dessas áreas, elas devem ter uma, ou mais, de três características: apresentar, pelo menos periodicamente, predominância de macrófitas; ter como substrato dominante um solo hidromórfico não-drenado e/ou ter um substrato inorgânico, por exemplo pedregulho, saturado ou encoberto pelo lençol freático durante algum tempo, durante a época de germinação a cada ano (SANTIAGO et al., 2005, p. 32).

Os *wetlands* construídos, provavelmente existem desde quando as águas residuárias começaram a ser coletadas. Seus mecanismos envolvem processos químicos, físicos e biológicos, onde solo, microrganismos, plantas e animais nativos atuam de forma integrada para a transformação e o armazenamento de matéria orgânica e nutrientes. Os *wetlands* construídos podem ser agrupados em duas grandes classes. Uma, de fluxo superficial, que apresentam um fluxo sobre a superfície, com uma altura de lâmina d'água menor que 0,4m, passando pela vegetação de macrófitas aquáticas emergentes. A outra, de fluxo subsuperficial (subterrâneo), sem lâmina d'água sobre a superfície do terreno, com o fluxo de águas residuárias passando pelo substrato, onde entra em contato com uma mistura de bactérias facultativas associadas com o substrato de altura inferior a 0,6m e com as raízes das plantas (SANTIAGO et al.,2005, p. 34) (**Figura 5.44**).

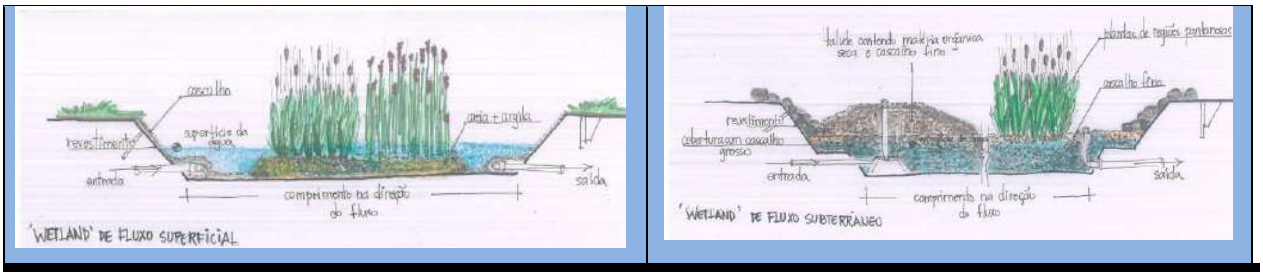


Figura 5.44 - *Wetlands* construídos de fluxo superficial e de fluxo subterrâneo
Fonte: Desenhos de Gabriela Nehme.

Conforme visto nos parâmetros do urbanismo sustentável de Farr (2013), as máquinas vivas (*ecomachines*) são outro tipo de equipamento de tratamento de esgoto de base ecológica. São normalmente construídas dentro de estufas, que geram água limpa e reutilizável a partir do esgoto local. Com a tecnologia de máquinas vivas, um bairro pode usar seu próprio esgoto para criar uma área verde de uso múltiplo, cultivar plantas e gerar ecossistemas que sequestram o carbono. A água de qualidade terciária, que resulta do processo de tratamento, pode ser utilizada para irrigação de plantações e pomares.

As máquinas vivas oferecem oportunidades para o uso do esgoto na escala de nossos bairros e, ao mesmo tempo, agregam valor aos locais em que estão instaladas. O sistema contém os seguintes elementos: (1) coleta e distribuição – sistema de coleta de pequeno diâmetro, com tanques interceptores em cada ponto de entrada; (2) pré-tratamento e equalização – reservatórios subterrâneos com filtros biológicos reduzem a carga orgânica; (3) bacias de detenção construídas – leitos de recirculação passivos e com uma camada de pedregulho de 60cm, que recebem plantas subsuperficialmente, transformando as bacias em paisagens com valor estético e diversos usos possíveis; (4) máquinas vivas, com células aquáticas – após a construção da bacia de detenção, o efluente com tratamento secundário flui para células aquáticas, sistemas abertos e baseados em tanques aeróbicos, que são acomodados em uma estufa ou prédio bem iluminado, ou podem estar ao ar livre em locais de climas quentes (FARR, 2013).

A **Figura 5.45** ilustra o esquema das máquinas vivas, e a **Tabela 5.17** demonstra as dimensões aproximadas de seus componentes, para três tamanhos (capacidades) de sistemas (KWOK e GRONDZIK, 2007):

Figura 5.45 - Desenho do sistema de tratamento de águas residuais por "máquinas vivas": coleta e distribuição, reservatórios subterrâneos, bacias de detenção e células aquáticas.
Desenho: Natália Rios e Patrícia Fiuza

Tabela 5.17 - Dimensões aproximadas dos componentes de "máquinas vivas" - *Living Machines*

Capacidade do sistema	Dimensões do tanque aeróbico	Dimensões do clarificador	Dimensões do *wetland*
Pequena - 9.460 L/d usa, 3 tanques aeróbicos	Diâmetro: 1,8m Altura: 0,9m - 5.680 L	Diâmetro: 2,4m Altura: 0,9m - 2.650 L	4,6 x 9,1m Profundidade: 0,9m
Media - 37.875 L/dia, usa 6 tanques aeróbicos	Altura: 1,2m Profundidade: 2,4m – 11.360 L	Diâmetro: 2,4m Altura: 1,2m Profundidade: 2,4m - 11.360 L	6,1 x 6,1m Profundidade: 1,2m
Alta - 132.475 L/dia, usa 4 tanques aeróbicos	Altura: 0,9m Profundidade: 3m 37.850 L	Diâmetro: 4,3m Altura: 0,9m Profundidade: 3m - 37.850 L	Dimensionamento necessário para cada caso

O chamado Ecossaneamento (EcoSan), ou saneamento ecológico, consiste na abordagem integrada do abastecimento de água, tratamento de esgotos, gestão de resíduos sólidos e desenvolvimento da agricultura mundial. Ele considera os dejetos humanos e águas residuais como uma oportunidade, se adequadamente projetados e manejados de forma segura e econômica. Os resíduos humanos e a água são convertidos em nutrientes a serem devolvidos ao solo.

Esta visão do saneamento ecológico é uma nova filosofia de manejo de substâncias que têm sido, até agora, vistas como resíduos ou águas residuais transportadas para descarte. Não se trata apenas de uma tecnologia específica. Ele oferece uma estrutura flexível, onde os elementos centralizados podem ser combinados com os descentralizados, à base de água, com o saneamento seco, de alta tecnologia, com baixa tecnologia etc.

Segundo Winblad e Simpson-Hébert[144] (2004, p. 2), o saneamento ecológico é baseado em três princípios fundamentais:

Prevenção da poluição em vez de contá-la depois. Conter e higienizar excrementos humanos antes de serem recuperados e reutilizados.	**Esterilização de urina e fezes.** A urina e as fezes são armazenados e processadas no local e, em seguida, se necessário, serão posteriormente tratadas fora do local, até que elas estejam livres de organismos causadores de doenças**.**	**Insumos seguros para a agricultura.** Os nutrientes contidos nos excrementos são então reciclados, sendo utilizados na agricultura.

Esse tipo de saneamento é um sistema que pode alcançar uma gama maior de opções, com soluções otimizadas e econômicas, prevenindo doenças e promovendo a saúde, minimizando a introdução de patógenos dos excrementos humanos para o ciclo da água, protegendo os ecossistemas, recuperando e reciclando nutrientes e matéria orgânica e conservando a qualidade da água. Em alguns casos, os resíduos sólidos são convertidos em biocombustíveis. Essa é uma abordagem de ciclo fechado, um sistema sustentável.

O ecossaneamento pode ser divido em dois métodos importantes, segundo Winblad e Simpson-Hébert (2004, p. 4): a desidratação e a decomposição. A desidratação consiste na secagem das fezes, não misturadas com a urina e água. A decomposição das fezes faz com que os patógenos sejam destruídos, juntamente com os ovos de vírus, bactérias e vermes. A partir de então, as fezes podem ser recicladas (**Figura 5.46**).

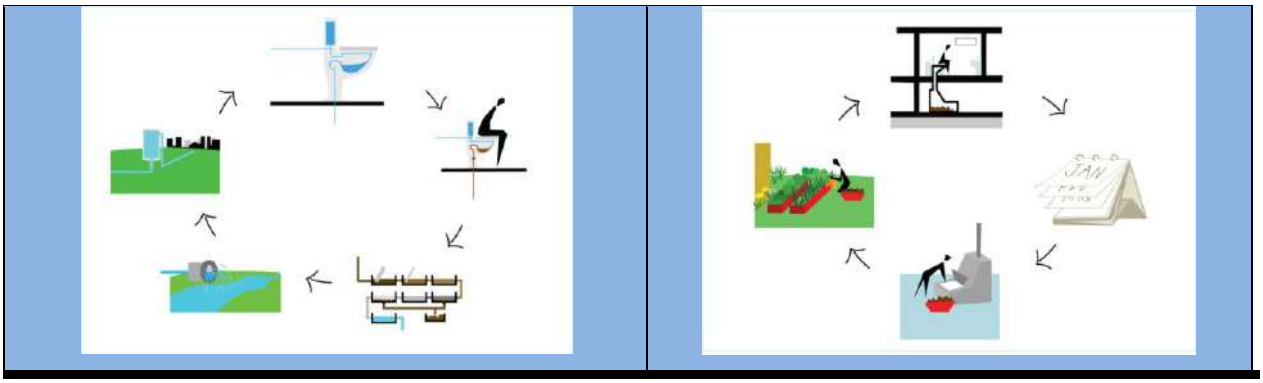


Figura 5.46 - Ciclo aberto e ciclo fechado das águas residuais
Desenho: Natalia Rios

A urina, normalmente, é segura para ser utilizada diretamente na agricultura, sem qualquer outro tratamento ou depois de um curto período de armazenamento. Ela contém alguns organismos causadores de doenças, porém as fezes podem conter muito mais. O armazenamento de urina não diluída, durante um mês, irá processar a urina segura para o uso na agricultura, porque fornecerá um ambiente mais difícil para micro-organismos, aumentará a taxa de mortandade de patógenos e evitará a criação de mosquitos. Não se deve ultra-

[144] https://wiki.umn.edu/pub/EWB/Uganda/SIDAGuidebook.pdf.

passar o tempo de um mês entre a coleta de urina e sua aplicação (WINBLAD e SIMPSON-HÉBERT, 2004, p. 9).

Quando a urina é recolhida, a partir de muitas famílias urbanas, e transportada para reutilização na agricultura, o tempo de armazenamento recomendado, para temperaturas de 4-20°C, varia entre 1 e 6 meses, dependendo do tipo de colheita a ser fertilizado.

As fezes são a principal preocupação quanto à segurança, pois os excrementos podem transmitir doenças a partir das mãos, moscas, água, solo, bem como alimentos que possam ser contaminados, por qualquer um dos quatro primeiros fatores. Assim, o ecossaneamento tem como objetivo formar um conjunto de barreiras entre as fezes, moscas, campos e fluidos, que pode ser feito através de uma contenção desses excrementos em uma câmara de processamento ou buraco raso, onde os patógenos são reduzidos a um nível aceitável, antes de serem reutilizados (WINBLAD e SIMPSON-HÉBERT, 2004, p. 9).

Assim, nessas câmaras, abaixo do vaso sanitário, onde as fezes são mantidas durante um certo período de tempo, entre 6 a 12 meses, ocorre o processamento primário, que reduz o número de agentes patogênicos pela decomposição, desidratação (a ventilação e a adição de material seco), e aumento do pH (adição de carbonato de sódio, cal, ureia), bem como a presença de outros organismos que competem por nutrientes. A figura, abaixo, ilustra um banheiro compostável, que possui um assento com coletor de urina móvel e câmaras de processamento inferiores ao chão do banheiro, que podem ser esvaziadas a partir do exterior.

O processamento secundário é feito ou no local, em um jardim, ou em uma estação ecológica, que inclui a continuação do tratamento, por compostagem em alta temperatura ou aumento do pH, por meio da adição de ureia ou de cal, e maior tempo de armazenamento. Nas regiões onde a temperatura ambiente é mais fria, até 20°C, o tempo de armazenamento é maior (1,5 a 2 anos) e nas regiões onde a temperatura é mais quente, até os 35°C, um período de armazenamento menor (1 ano) vai conseguir o mesmo resultado. Já numa compostagem mecânica de alta temperatura, 50 a 60°C, o período de armazenamento pode ser ainda mais reduzido.

Na **Tabela 5.18** se encontram as dimensões típicas de banheiros de compostagem para unidades de tanque remoto, incluindo o tanque de coleta, mas não o sanitário (componente separado) (KWOK e GRONDZIK, 2007).

Tabela 5.18 - Dimensões típicas de banheiro de compostagem

Tipo	Usos/dia	Comprimento – cm	Largura - cm	Altura - cm
Autossuficiente	6	64	84	64
Tanque remoto	9	112	66	68
Tanque remoto	12	175	66	76
Tanque remoto	80	292	158	162
Tanque remoto	100	292	158	226

Atualmente, grande parte da aplicação dos sistemas de saneamento ecológico está na área rural, onde há dificuldade de instalação dos sistemas tradicionais de abastecimento de água e esgotamento sanitário. No entanto, em países desenvolvidos, como a Noruega e a Suécia, já os utilizam no âmbito urbano, em escala industrial em edifícios menores. A **Figura 5.47** ilustra o ciclo do ecossaneamento: separação das fezes e urina, decomposição, tratamento secundário e uso na agricultura.

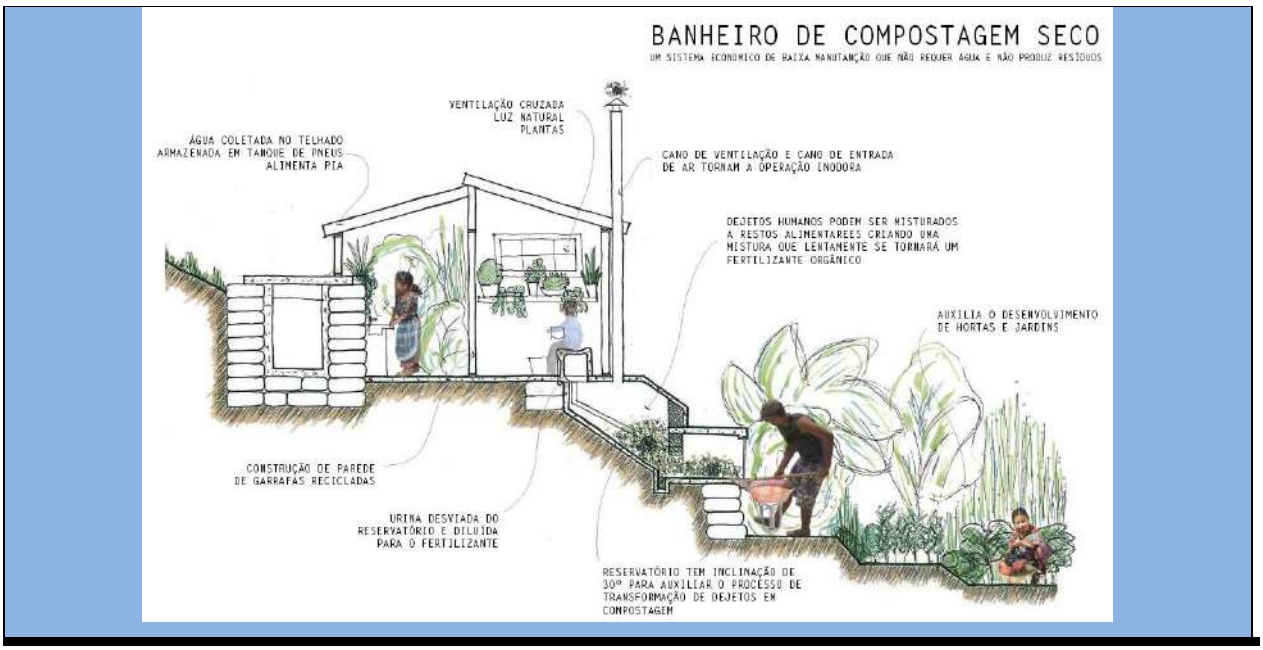


Figura 5.47 - Desenho de banheiro de compostagem: seco, econômico, de baixa manutenção, que não requer água e não produz resíduos.
Fonte: http://catorcekt.files.wordpress.com/2011/01/2010_highlights.jpg

5.8.2 A agricultura urbana ou urbanismo agrário e a permacultura

A expansão urbana invade as terras agrícolas sobre os ecossistemas frágeis. A agricultura urbana, ou urbanismo agrário, é uma tendência que está ocorrendo nos países desenvolvidos, no século XXI. No entanto, a produção de alimentos na cidade tem sua origem no século XIX, nos primórdios da cidade industrial, quando a migração campo-cidade começou a ocorrer em grande escala. Segundo Herzog (2013, p.139), com essa pressão, houve um movimento para que a produção de alimento continuasse em pequenos lotes nas cidades, permitindo aos operários ter mais uma fonte de recurso para alimentos, bem como ter contato mais próximo com o processo de cultivo, a natureza e a família.

Na França foram criados os Jardins Operários (*Ouvriers*), em 1896, ou *Jardins Familiares*, que podem ser encontrados até hoje, nos quais as pessoas podem alugar um terreno para produzir alimentos de sua preferência. Nos EUA, foram criados os Jardins de Vitória (*Victory Gardens*) com o objetivo de produzir alimentos na época de escassez da Primeira Guerra Mundial e, posteriormente, na época da depressão de 1929 e durante a Segunda Guerra Mundial. Esses jardins ainda são cultivados até hoje, como na cidade de Boston, bem próximos à região do "Colar de Esmeraldas", criado por Olmsted no século XIX, citado no capítulo 2 (HERZOG, 2013, p. 139).

Atualmente, várias cidades densas, do mundo desenvolvido e em desenvolvimento, estão concentrando esforços em direcionar políticas voltadas para a produção de alimentos na cidade. Tanto os terrenos públicos, quanto privados, podem ser utilizados para cultivo de alimentos. Essa produção local oferece a possibilidade da reciclagem do lixo alimentar e dos dejetos humanos.

A agricultura urbana valoriza saberes e conhecimentos locais para promoção da equidade; utiliza processos participativos e tecnologias, a fim de promover a gestão urbana, social e ambiental na cidade. A visão global da agricultura urbana promove a cidade ecológica e produtiva para a segurança alimentar e nutricional de sua população. Como atividade, engloba o agro-extrativismo, a produção, a coleta, a transformação e a prestação de serviços

para a produtividade agrícola e pecuária direcionada para o autoconsumo, trocas, doações e comercialização, de modo sustentável e eficiente no uso de recursos locais.

Atualmente, a agricultura urbana, no desenho urbano, faz parte do urbanismo agrário, que considera o desenho de cidades, paisagens urbanas, edifícios e jardins como facilitadores da produção de alimentos na cidade. Muitas vezes a produção urbana é rejeitada por razões estéticas. Assim, o desenho de jardins comestíveis de forma artística torna-se fundamental para a sua aceitação.

O livro e o site "Cidade Cenoura" são uma vitrine de todo o mundo, com exposição de uma série de projetos, alguns recém-concluído ou em andamento, e outros são propostas visionárias com *design* especulativo, como o projeto de Ravine City, apresentado na **Figura 5.48**. Trata-se da proposta de um sistema urbano de habitação coletiva para Toronto, no Canadá, com jardins que estão ligados a ravinas e rios de Toronto. O projeto utiliza o divisor de águas contínuo e o ecossistema das ravinas, como modelos para a infraestrutura urbana e conexão com a natureza.

O projeto dos arquitetos Chris Hardwick, Hai Ho e Sweeny Sterling Finlayson, de 2008, tem como objetivo restaurar o sistema original de ravina em Toronto e usar os cursos d'água como infraestrutura para a redefinição da cidade, permitindo a segurança alimentar. Ao propor fazendas e moradias nos mesmos edifícios, o projeto cria uma simbiose entre a energia, água e resíduos. O calor gerado é usado para aquecer as estufas das unidades habitacionais; a biomassa da estufa é usada como fonte de energia; as grandes superfícies envidraçadas produzem energia solar; e as águas residuais e de compostagem das casas são usadas em jardins nas coberturas e estufas.

Figura 5.48 - Projeto de Ravine City em Toronto no Canadá - Chris Hardwick, Hai Ho e Sweeny Sterling Finlayson
Fonte: http://www.ryerson.ca/carrotcity/board_pages/city/ravine_city.html

É um projeto com ênfase na paisagem, que destaca a diversidade dos ecossistemas e as funções do habitat humano. A **Figura 5.49** ilustra a evolução da ocupação urbana em Toronto, desde a pré-ocupação em 1800; a cidade vitoriana em 1900; a cidade modernista de 1950; até a proposta de regeneração das ravinas para o ano de 2100.

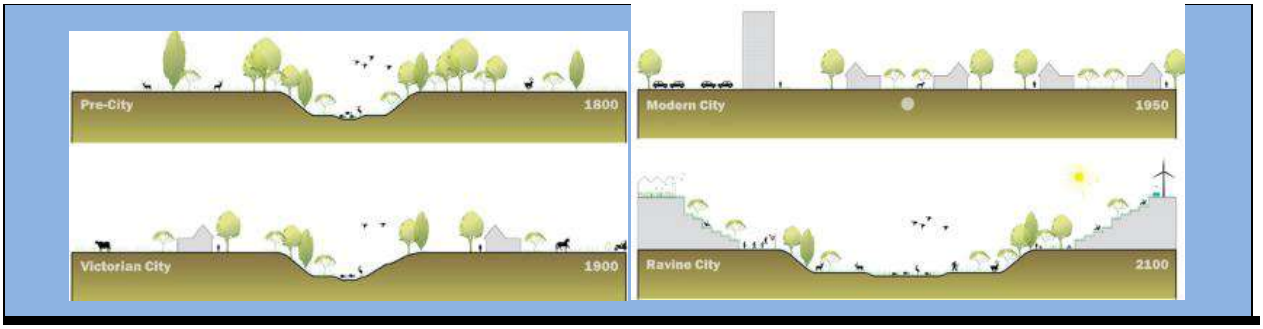


Figura 5.49 - A evolução da cidade de Toronto, desde a pré-ocupação, a cidade vitoriana, a cidade modernista e a proposta

da Ravine City.
Fonte: Chris Hardwick, Hai Ho e Sweeny Sterling Finlayson http://www.ryerson.ca/carrotcity/board_pages/city/ravine_city.html

O urbanismo agrário proposto pelo ateliê de projetos DPZ é um conceito que envolve a alimentação não apenas como um meio de sobrevivência ou geração de renda, mas como uma base para promoção da vida e para estruturar os lugares em que vivemos. A mudança de foco de "urbanismo agrícola" ou "agricultura urbana" para o termo mais abrangente "agrário" refere-se à iniciativa de planejamento com o objetivo de promover um tipo de comunidade sustentável, que intensifica a atividade agrícola em todo o transecto, proporcionando benefícios econômicos, ambientais e sociais associados.

O transecto ajuda na organização do posicionamento adequado da escala da agricultura tanto do plano diretor, quanto da arquitetura dos edifícios. Ele é dividido em seis zonas (T-Zones), que aumentam de intensidade de ocupação para as T-zonas mais altas (T5 e T6) e diminuem a condição agrária para as regiões então intocadas (T2 e T1). Muitos assentamentos humanos estão organizados desta forma, em que o bairro, ao percorrer de um centro a uma borda, fornece esse gradiente natural (**Figura 5.50**).

Figura 5.50 – Proposta de urbanismo agrário do DPZ
Fonte: Duany Plater-Zyberk & Company - http://www.dpz.com/Practice/0720

O urbanismo agrário nada mais é que o urbanismo sustentável, voltado para a relação cidade-campo. A **Figura 5.51** ilustra os tipos edilícios associados à produção de alimentos dos jardins, que vai desde uma densidade mais baixa, de uma habitação por acre; até uma densidade mais alta, de 126 habitações por acre. Essa abordagem holística, relacionando os tipos edilícios e as densidades, permite ao ecossistema urbano ter um bom desempenho na questão da gestão da água e, também, da forma urbana, quanto às expectativas sociais, tanto no nível da paisagem, quanto no nível da comunidade.

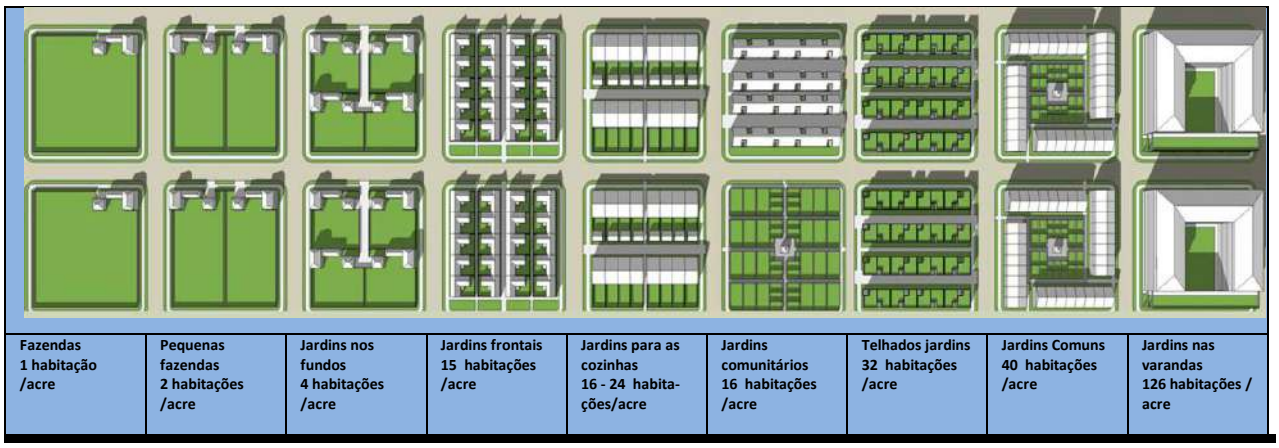


Figura 5.51 - Matriz dos tipos edilícios propostos para o urbanismo agrário do DPZ
Fonte: Duany Plater-Zyberk & Company - http://www.dpz.com/Practice/0720

A produção na cidade pode ser individual ou na escala do bairro. Os tipos de padrões espaciais variam de pomar urbano, com frutas e hortaliças (árvores frutíferas, jardim escolar); horta de mercado (hortaliças anuais, flores e frutas, agricultura urbana); cruzamento na campina (hortaliças anuais, feno, pasto, aquicultura urbana, jardins comestíveis), a fazendas e estufas caseiras comunitárias. Os alimentos podem ser acessados via incubadores de cozinha, cooperativas de alimentos, mercado de agricultores e agricultura (FARR, 2013).

O contexto de agricultura urbana se aplica em espaços intraurbano e periurbano, em função de dinâmicas locais e regionais, para com as quais se articulam o território e a gestão ambiental da cidade (Brasil, 2007). É possível implantar em espaços, tanto de uso público, como privado, caracterizados para usos como lazer, cultura, saúde e economia.

O planejamento urbano pelos princípios da agricultura urbana acontece em diferentes níveis, frente ao contexto espacial da cidade. A determinação do zoneamento precisa consolidar espaço intraurbano, periurbano e rural em um único ecossistema urbano. A integração destes espaços complementa o rural com o autoabastecimento, fluxos comerciais e abastecimento de mercado.

Tal planejamento adota os princípios derivados da permacultura, os quais induzem a consolidação de benéficos ecológicos, por meio da manutenção e implantação de cultivos na cidade e no campo, usando fundamentos da diversidade e estabilidade do ambiente natural. Conforme visto no capítulo anterior, a permacultura, segundo Mollison (1998), consiste em um modelo de desenho que se conduz em estratégias e arranjos naturais do local, com o entorno, tendo por prioridade a concepção de espaços com multiplicidade funcional.

A permacultura associada à agricultura urbana permite o uso da terra que inclua, conjuntamente, todas as características locais. O projeto é feito em uma teia de comunidades produtivas e de sistemas agrícolas com baixo consumo, obtendo autossubsistência, integração da paisagem e harmonização da pecuária, floresta e agricultura.

O espaço proposto pela agricultura urbana, segundo princípios da permacultura, desenvolve a aplicação de padrões da natureza, de acordo com a ecologia e a ética, projetando arranjos e estratégias com elementos existentes e outros que são inseridos. Há uma prioridade por espaços concentrados em ações de multiplicidade funcional, diversidade, recurso biológicos, reciclagem de energia, planejamento com declives, localização relativa, sucessão natural e uso de bordas. A **Figura 5.52** demonstra como poderia ser a aplicação da permacultura nas cidades mais densas, na visão de Richard Register[145], a ecocidade, como se fosse a "permacultura em grande escala".

Se fossem aplicadas práticas permaculturais nas cidades de acordo com as densidades e tipos edilícios, identificados no transecto, esse processo integrativo aconteceria naturalmente como o desenho do zoneamento permacultural. Ele pode conceber plantações de especiarias e ervas mais próximas das moradias; um pouco mais longe as hortas, que oferecem produtos que podem ser armazenados na geladeira; e, mais distante, na região periurbana, as culturas que podem ser colhidas a longo prazo, como grãos e madeira.

[145] Entrevista de Richard Register para o site "Permaculture, pratical solutions for self reliance. Disponível em http://www.permaculture.co.uk/articles/what-if-permaculturists-designed-our-cities-interview-richard-register. Acesso em abril de 2014.

Figura 5.52 - Desenhos de Richard Register para Ecocidade com a aplicação da permacultura
Fonte: http://www.permaculture.co.uk/articles/ecocity-only-way-organise-massive-populations
http://www.permaculture.co.uk/articles/what-if-permaculturists-designed-our-cities-interview-richard-register

O zoneamento permacultural trabalha para minimizar o consumo de trabalho e energia, conforme a necessidade de deslocamentos entre a edificação e os outros elementos. Para as necessidades diárias, os elementos de maior e frequente atenção são locados em zonas próximas à edificação, nas demais zonas ficam elementos com necessidades esporádicas e áreas de preservação. A agricultura urbana para o zoneamento urbano não se resume à alimentação e plantio; configura-se como um direcionamento com adequações em todos os aspectos relacionados ao manejo do ambiente e da biodiversidade, como parte integrante do desenho urbano (**Tabela 5.19**).

Tabela 5.19 - Síntese do zoneamento urbano com a agricultura urbana. Adaptado de Lemos, Andrade, Medeiros (2012).

ZONEAMENTOS INTEGRADOS			ZONEAMENTO URBANO COM A AGRICULTURA URBANA
Intra urbana	**Peri urbana**	**Rural**	**Desenho de uso do solo com a agricultura urbana**
zona 0		zona 0	Atividades centralizadas no espaço interno da casa ou do edifício residencial e de uso misto, ou do equipamento público ou do bairro ou da comunidade (vila urbana), como pequenas hortas de temperos e ervas medicinais.
zona 1		zona 1	Atividades produtivas nas proximidades imediatas. Produção em jardins residenciais, espaços entre as casas ou edifícios, paredes de casas ou edifícios, telhados ou lajes (telhado verde) da casa, de edificações residenciais ou de uso misto ou equipamentos públicos, limites dos bairros ou da comunidade (vila urbana).
zona 2		zona 2	Atividades produtivas nas proximidades da casa, ou edificações residenciais e de uso misto, ou equipamento público, ou bairro ou da comunidade (vila urbana). Produção em canteiros centrais ou laterais de vias de circulação dentro da poligonal urbana, em praças e terrenos baldios, em passarelas de circulação de pedestres e ciclistas, em margens de cursos d'água e lagos no interior da poligonal urbana.
	zona 3	zona 3	Atividades relativamente distantes da casa, do edifício, do equipamento público, do bairro, da comunidade (vila urbana). Produtividade em padrões de agrofloresta, aplicados em laterais de vias de acesso entre a poligonal urbana e a área rural, margens de cursos d'água, áreas inundáveis, faixas de alta tensão, e áreas de tratamento (aterro sanitário e lagoa de oxidação) e do bairro ou da comunidade (da vila urbana).
	zona 4	zona 4	Atividades distantes da casa ou do edifício residencial ou de uso misto, ou do equipamento público, ou do bairro, ou da comunidade (vila urbana). Produtividade nas proximidades das margens de cursos d'água, áreas inundáveis, e unidades com uso permitido para manejo de potencialidades e mantendo os ecossistemas existentes.
		zona 5	Atividades bem distantes da casa, ou dos edifícios, ou dos equipamentos, do bairro, ou da comunidade (vila urbana). Produtividade baixa, pois é área de transição integrada por sistemas selvagens, em que não há um gerenciador do espaço.

Observações: Quanto à zona rural do planejamento urbano, todas as zonas do zoneamento permacultural podem existir no espaço, pois estas suprirão as necessidades da fazenda a partir da casa. Apenas uma delas será enfatizada e intensificada, de modo que consiga atender ao mercado local de maneira coerente com o proposto pela fazenda. A zona rural, em resumo, consolida a aplicação do zoneamento permacultural tradicional.

Neste zoneamento proposto como resultado por Lemos, Andrade e Medeiros (2012), a produtividade e a composição espacial são integradas, a partir de princípios ecológicos e de características das vivências urbanas locais, além de interconectar regiões urbanas, que não mantém relações de dependência. Ao dividir em zonas intraurbana, periurbana e rural possibilita uma definição mais clara do espaço urbano que hoje se limita à região entre o que é urbano e o que é rural.

As técnicas implantadas pelo zoneamento urbano com agricultura urbana assumem, para qualquer espaço, o uso dos mesmos princípios e ética, mas as particularidades locais assumiram estratégias e técnicas diferenciadas, pois não existem dois ambientes extremamente iguais. Esse modelo introduz no espaço uma visão transdisciplinar de composição, na qual a arquitetura e o urbanismo se combinam com biologia, agricultura, engenharia florestal e zootecnia, dentre outras. A visão transdisciplinar precisa estar refletida nas legislações e políticas públicas pertinentes às questões urbanas, sociais ou econômicas, em diálogo com os contextos ambientais. Tais combinações devem ser inseridas em planos diretores que regem as diretrizes e maneiras de uso e ocupação do solo e do território como um todo.

Antes de passar para a síntese final desse capítulo, a sistematização dos padrões espaciais aprendidos em relação ao desenho urbano sensível à água, à infraestrutura verde, ao saneamento ecológico e à agricultura urbana que possam beneficiar os ecossistemas urbanos, tanto no nível da comunidade como no nível da paisagem, é importante trazer o conhecimento das técnicas ancestrais dos povos pré-colombianos[146]. Eles conseguiam ter uma visão holística do ciclo da água no meio urbano e no meio rural.

5.8.3 O conhecimento holístico dos incas

O conhecimento holístico dos incas baseava-se na relação cidade-campo, que compreendia os conhecimentos do entorno natural, incluindo os aspectos geográficos e hidrográficos, a organização, o tipo de sociedade e os princípios que orientavam a sua organização, e consequentemente, as técnicas que eram adaptações ao meio natural. Os incas tinham o conhecimento integrado e holístico a respeito do aproveitamento das águas pluviais, associado às técnicas de irrigação para produção de alimentos e, também, de ecossaneamento.

Alguns estudos relatam que os excrementos eram armazenados, secos e pulverizados, nos plantios de milho. O entendimento das técnicas hidráulicas incas[147] torna-se importante para demonstrar um repertório de soluções para as atuais consequências da mudanças climáticas no Peru. O país vem passando por um período crítico de alerta vermelho, de "estresse hídrico", que está afetando sua agricultura, apresentando um quadro de 1.641 m^3/hab/ano, já inferior ao parâmetro que deve ser considerado para situação de alarme, que é 1.700 m^3/hab/ano, segundo Cristofidis (2006, p. 5).

146 Em uma visita realizada ao Peru ,em 2009, foi possível identificar algumas técnicas hidráulicas incas. Posteriormente, a estudante Melissa Aragón realizou pesquisa detalhada sobre esse assunto, no âmbito do ensaio teórico da FAU/UnB, sob orientação da professora Liza Andrade. Esse trabalho foi publicado, posteriormente, no ELECS 2013. ESCOBEDO, Melissa Aragón e ANDRADE, Liza Maria Souza de. Técnicas Hidráulicas Incas: estudo de soluções para amenizar os efeitos das mudanças climáticas no Peru.

147 ANCAJIMA, Ronald. Sistemas Hidráulicos Pre-Incas e Incas. Atualizada em: 19 Jun. 2012. Acesso em: 03 dez. 2012. Disponível em: <www.hidraulicainca.com>

Os cultivos na região dos Andes são irrigados em 70% pelas águas das chuvas. No entanto, considerando os efeitos das mudanças climáticas, os períodos de seca estão sendo intensificados, dificultando a produção de alimentos para subsistência dos próprios agricultores. Por essa razão, após quase 500 anos da conquista espanhola, o governo peruano e alguns organismos internacionais estão tentando recuperar algumas iniciativas esquecidas dos povos pré-hispânicos, como as plataformas de cultivos. Há cerca de duas décadas, o Instituto Nacional de Cultura (INC) do Peru começou um projeto de revitalização, restauração, conservação e manutenção dos terraços incas, para resgatar o seu valor ambiental, social e econômico.

Os incas viviam em equilíbrio com o meio ambiente, que era entendido como uma unidade cósmica, composta por ar, fogo, solo, água, flora, fauna e sociedade. A gestão do ambiente pré-hispânico se caracterizava por não apresentar referências de desastres sociais de insalubridade ou epidemias (**Figura 5.53**).

Figura 5.53 - Foto do grande pátio central verde zona urbana e zona rural de Machu Picchu
Fonte: Liza Andrade

É possível que este fato se deva ao entendimento animista da natureza da civilização inca, a qual considerava que tudo ao seu redor continha um espírito, e a ruptura de algum desses elementos poderia produzir a sua ira, com consequências negativas para o homem. O respeito à natureza e a convivência harmônica eram uma norma na sociedade pré-hispânica, que resultava de uma observação empírica, da importância da interrelação dos elementos. Este fato fez com que a cultura andina se tornasse reconhecida na história como a civilização que "nunca passou fome", pelo cultivo dos cereais, pela diversidade de cultivos e pelo modo de vida harmônico com o meio natural.

A visão holística das técnicas hidráulicas compreendia alguns princípios interligados, sistematizados por Aragón e Andrade (2013, p.6) e representados na **Figura 5.54** e na **Tabela 5.20**,

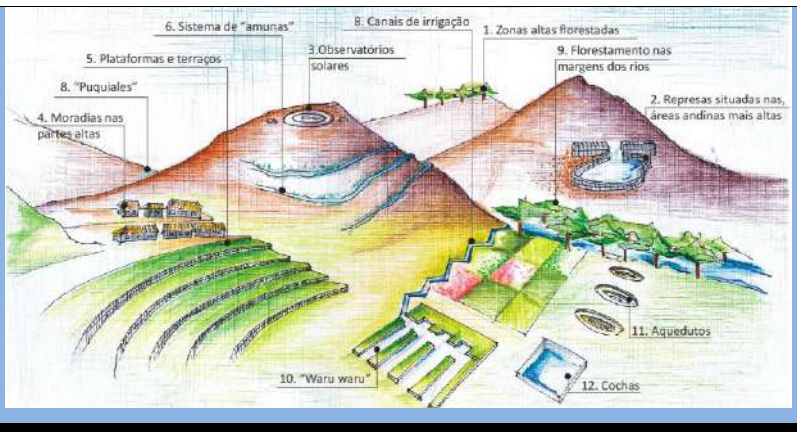


Figura 5.54 - Sistema hidráulico holístico dos incas, para aproveitamento das águas pluviais na produção agrícola
Fonte: Aragón e Andrade (2013). Desenho de Melissa Aragón Escobedo

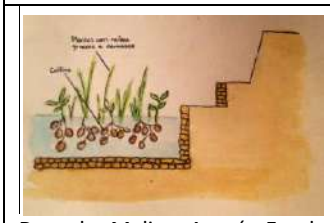
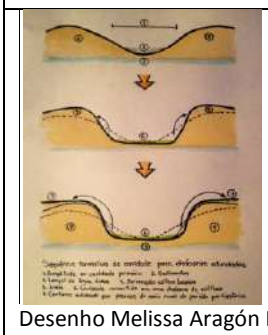
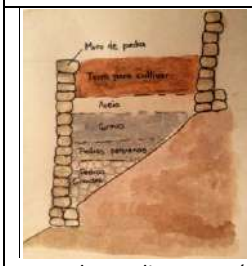
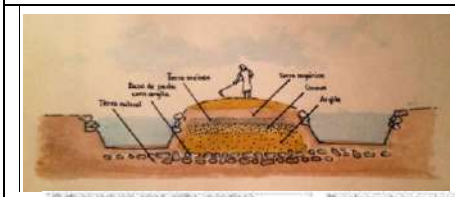
Tabela 5.20 - Princípios holísticos das técnicas hidráulicas incas

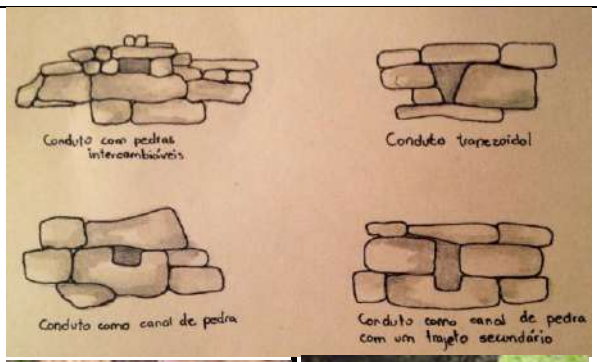
(1) implantar zonas altas florestadas;
(2) criar represas nas áreas andinas mais altas, para armazenamento da água da chuva;
(3) criar observatórios solares para acompanhar o calendário solar e as mudanças climáticas, implantados próximos às represas, em áreas de maior visualização do vale;
(4) localizar as moradias nas partes altas para evitar inundações;
(5) criar um sistema de plataformas para aproveitar todos os níveis de altitude para produzir diferentes tipos de alimento;
(6) implantar canais de infiltração - *amunas* - acompanhando as curvas de nível, para conduzir as águas pluviais até um lugar aberto chamado "*cochas",* para receber as águas que posteriormente serão filtradas e retornadas ao sistema de canais;
(7) implantar grutas de água - *puquiales* - nos pontos mais baixos;
(8) criar canais de irrigação para conduzir as águas às áreas mais distantes, que podem conter melhores qualidades de solo, temperatura, adaptação de espécies etc.;
(9) florestar as margens dos rios para evitar as enchentes;
(10) criar plataformas - *waruwaru* - rodeadas de água para produção de alimentos, situadas em terras inundáveis ou inundadas, que proporcione um microclima melhor;
(11) construir aquedutos para conduzir as águas filtradas dos rios por seções subterrâneas; e
(12) construir *cochas* com a finalidade de receber as águas provenientes dos aquedutos e *amunas*.

As sociedades pré-hispânicas no Peru se desenvolveram, essencialmente, nas regiões da Costa e da Serra. A água, por ser escassa, foi uma preocupação para a população, desde as comunidades mais antigas até as civilizações mais desenvolvidas, como os incas. Eles focaram suas atividades no aproveitamento da água. Mais precisamente, em como encontrá-la, distribuí-la e controlá-la.

Na região da Costa, encontram-se algumas zonas de infiltrações naturais, provenientes principalmente dos Andes, que não apresentam água superficial. Na área onde ocorre a infiltração, a maior parte da água é absorvida pelas areias e o solo, e se desloca subterraneamente, até chegar à superfície novamente. Na zona árida, como o litoral e o sul do Peru, na maioria dos casos, não se consegue medir o nível de precipitação; ao que indica, desde época dos povos pré-hispânicos sempre foi muito escassa. Por isso, para poder cobrir as necessidades básicas, as culturas pré-hispânicas fizeram grandes investimentos na elaboração de técnicas para o aproveitamento da água do lençol freático. A tabela abaixo ilustra algumas técnicas hidráulicas incas no Peru, baseadas em Ancajima (2012).

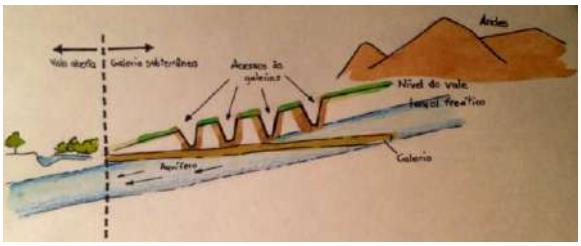
Tabela 5.21 - Técnicas hidráulicas pré-hispânicas inca no Peru (ARAGÓN E ANDRADE, 2013, p. 6)

***HUACHAQUES* – em desuso**	
 Desenho Melissa Aragón Escobedo http://www.flickr.com/search/?q=huachaque	Esta técnica foi desenvolvida no litoral peruano e foi realizada por meio de escavações de poças, que foram drenadas por canais, mediante o cultivo de plantas com raízes grossas e carnosas, que são adequadas para esse tipo de solo. Assim, preenche-se a área até a sedimentação artificial se transformar em um local apto para a agricultura. Esse sistema não precisa ser regado porque a umidade já se torna suficiente.
CHÁCARAS AFUNDADAS OU *MAHAMAES* – ainda em uso	
 Desenho Melissa Aragón Escobedo http://www.lamolina.edu.pe http://galathea3.emu.dk	Esse sistema, também, é próprio da Costa peruana e aproveita a água do subsolo. Primeiramente, a terra ou areia era removida até chegar ao lençol freático, o que representava uma terra fértil de cultivo. Assim, as plantações chegavam a ter até 6m de profundidade e entre 100 a 200m^2 de área. A sequência para a formação da cavidade das chácaras afundadas era: amplitude de cavidade primária, sedimentos, lençol de água doce, formação cólica básica, areia, cavidade convertida em uma chácara de cultivo, contorno adubado por pessoas do meio rural do período pré-hispânico.
TERRAÇOS E BANCADAS - *ANDENES* – ainda em uso	
 Desenho Melissa Aragón Escobedo http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.br/	A elevada inclinação das terras na Cordilheira dos Andes e a perda rápida de nutrientes e de camada agrícola, devido à velocidade do escoamento das águas pluviais são fatores que prejudicam as terras cultiváveis. Como solução, foram construídos terraços, acompanhados por canais, chamados *andenes*. Eles amenizam as temperaturas, retêm as águas nos terraços, armazenam por um período maior o calor e aliviam a produção no período de geadas, diminuindo os deslizamentos de terra e de erosão.
***CAMELLONES* OU *WARUWARU* – ainda em uso**	
 Desenho Melissa Aragón Escobedo http://hernehunter.blogspot.c Desenho Melissa Aragón Escobedo om.br/2010_09_01_archive.html - http://www.incas.info/	Na Serra ao sul do Peru, os *camellones* ou *waruwaru* foram uma solução valiosa para as áreas úmidas ou inundadas ao redor do lago Titicaca. São campos elevados sobre a superfície original do terreno, com os quais se aproveita o solo, a umidade, a água e o controle de temperatura. São campos compridos, intercalados com canais com pedras no fundo, dos quais se extraiu o solo para formar os terraplenos. A partir dessa técnica, conseguiu-se ampliar as áreas férteis, manter os níveis adequados de umidade, dissolver os sais com a água das precipitações trazidas pelos canais de drenagem e criar microclimas que atenuavam as geladas, até em 2,5°C, gerando, assim, condições favoráveis para o desenvolvimento dos cultivos. Os maiores *camellones* chegaram a atingir 200m por 50 de largura. A figura ao lado mostra o comparativo de cultivos comuns e *camellones,* em regiões de climas extremos.
CANAIS - ainda em uso	
Desenho Melissa Aragón Escobedo http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.br	Os canais exerciam a função de abastecimento de água nas cidades e tinham uma grande influência na organização e hierarquização dos espaços, como em Machu Picchu. Um sistema de coleta, principal conduzia a água através de uma vala de 80cm ate a fonte secundária, localizada aproximadamente a 80m a leste da fonte principal. A fonte secunda-



ria tinha a função de distribuição da água, que escorre ao longo de um canal de 749m de comprimento, 10 a 12cm de largura, 10 a 16cm de profundidade, e 3% de inclinação. A partir do desenho do canal determinava-se a localização da residência do imperador e a distribuição geral da cidade. Esta técnica aproveitou-se das inclinações do terreno, por meio de canais longitudinais. Porém, no interior do terraço a drenagem era mediante rochas e areia, que filtravam a água. Na área urbana existia gramado que era colocado ao redor das moradias, permitindo a absorção da água, em outros casos os canais de drenagem acompanhavam escadas e calçadas no interior dos templos. Um sistema inovador aconteceu através de canais no interior das paredes, construídos para potencializar a duração da cidade e o aspecto formal.

***PUQUIOS* – ARQUEDUTOS SUBTERRÂNEOS**



Desenho Melissa Aragón Escobedo
http://pueblosoriginarios.com/sur/andina/nasca/puquio.html

Puquios são aquedutos subterrâneos localizados em Nazca, na costa norte central do Peru, caracterizada pelo alto nível de seca. Esse sistema consistia em levar as águas do subsolo para a superfície para irrigação, mas também para o abastecimento de água doméstica para o ano todo. Chegou-se até 16km de comprimento de terras. O *puquio* é um poço horizontal, uma vala ou uma galeria subterrânea, que conecta um ponto da superfície com a água subterrânea. A água do subsolo é filtrada dentro do *puquio*, flui através deles e é direcionada a um pequeno reservatório ou nos canais de irrigação.

Algumas dessas técnicas são similares às técnicas de infraestrutura verde, que estão sendo adotadas nos países desenvolvidos para melhorar o ciclo da água no meio urbano. Porém, ainda não poucos os projetos que consideram a visão holística na produção de alimentos, na urbanização e no ciclo da água, aspectos valorizados pelos incas, que tornam possível o desenvolvimento de cidades mais resilientes, fazendo conexão de vários saberes: climatologia, hidrologia, geografia, ecologia, arquitetura e urbanismo, psicologia, história e arte, entre outros.

Ao que parece, os incas valorizavam, tanto a paisagem com as técnicas adaptadas ao meio ambiente quanto, à comunidade, com sua organização social, da família, da religião, das artes, que eram refletidas na organização espacial. A seguir, serão sistematizados os padrões encontrados para as técnicas de infraestrutura verde, de desenho urbano sensível à água, de ecossaneamento e de agricultura urbana.

5.9 Padrões espaciais dos ecossistemas urbanos para o bom desempenho do ciclo da água no meio urbano, no nível da comunidade e da paisagem.

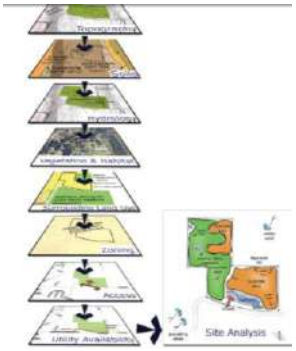
De acordo com toda a análise desenvolvida dos manuais australianos do Programa WSUD, dos manuais americanos da US-EPA (2005 e 2006), Manual LID Prince Georges County (1999), da pegada hídrica, de infraestrutura verde (HERZOG, 2013), das técnicas de ecossaneamento, da agricultura urbana do urbanismo agrário do site Duany Plater-Zyberk &

Company, da permacultura e da visão holística das técnicas hidráulicas dos incas, obteve-se, como resultado, uma síntese de padrões, que devem ser aplicados no desenho urbano sensível à água, no nível da comunidade e no nível da paisagem, que estão em consonância com os princípios de sustentabilidade urbana, vistos no capítulo anterior.

Alguns padrões do desenho urbano sensível à água, da infraestrutura verde, do ecossaneamento e da agricultura urbana, Alexander et al. (1977) já contemplam, como na dimensão ambiental nos princípios da biodiversidade, da habitabilidade e da compacidade, identificados por Moehlecke (2010). Os parâmetros emergentes de Douglas Farr para o urbanismo sustentável também contemplam vários padrões importantes para a questão da água, como o transecto, áreas mais compactas para a água, corredores de biodiversidade, a biofilia com os espaços abertos e tipo de parque, sistema de gestão de águas pluviais, tipologias de produção de alimentos, tratamento de esgoto ao ar livre e ambiente fechado, infraestrutura de alto desempenho.

O objetivo, aqui, é complementar e demonstrar que é possível atender aos padrões espaciais no nível da paisagem e no nível da comunidade, dependendo do contexto onde o projeto se realize. A **Tabela 5.22** ilustra os 38 padrões identificados e fundamentados nos autores e manuais estudados, e em experiências desenvolvidas em sala de aula, na disciplina de Projeto de urbanismo. Esses padrões são apenas complementares aos outros estudados no capitulo anterior, sobre métodos; portanto, deve-se consultar a todos para o desenvolvimento de projetos urbanos mais sustentáveis, ora mais voltados para a paisagem, ora mais voltados para a comunidade, dependendo do contexto.

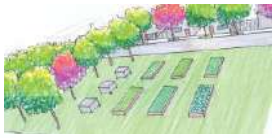
Tabela 5.22 - Desenho Urbano Sensível à Água – (WSUD) – infraestrutura verde – ecossaneamento – agricultura urbana- permacultura - hidráulica inca[148]

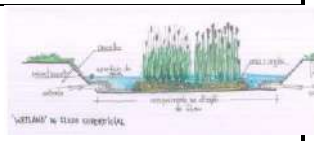
PADRÃO	PROBLEMA/CONTEXTO	RECOMENDAÇÃO	ILUSTRAÇÃO[149]
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A PAISAGEM E A HETEROGENEIDADE ESPACIAL DOS ECOSSISTEMAS			
A.1 Visão holística transdisciplinar dos fluxos de água (incas)	A maior parte das políticas públicas, planos do território e zoneamentos (urbano, rural, manejo e recursos hídricos) não está integrada, e projetos de urbanismo ainda são direcionados para as questões de densidade, uso do solo e sistema viário.	Considere a teia de relações que existe entre a paisagem e a comunidade e torne visível a estrutura profunda no planejamento e desenho urbano-rural ambiental por meio das conexões dos padrões espaciais e os fluxos de água.	
A.2 Sobreposição de zoneamentos das dimensões morfológicas dos lugares (LID e DIMPU)	As informações da região servem como base de referência para auxiliar na identificação de áreas de preservação, solos mais permeáveis e vegetação de interesse especial. Para os arquitetos, a análise dimensional DIMPU pode-se tornar uma importante ferramenta, visto que esse método procura atender às expectativas sociais quanto aos aspectos sociológicos, funcionais, bioclimáticos, topoceptivos, expressivo-simbóicos e econômicos.	Levante informações atuais da área de estudo: topografia, solo, hidrologia (precipitação, escoamento, microbacias e cursos d'água), vegetação e habitat, zoneamento e uso do solo, taxas de permeabilidades previstas na lei, vias de acesso à área de estudo, proximidades a serviços (hospitais, supermercados, escolas), acessos principais, aspectos estéticos, simbólicos, sociológicos e de identidade do lugar. Essas	

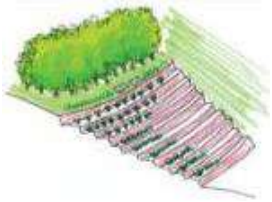
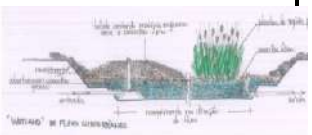
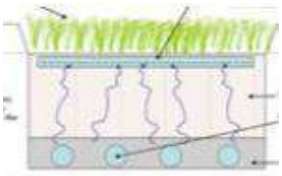
[148] Foram sistematizadas 22 fichas técnicas do programa WSUD pela estudante Bruna Melo, do Programa Jovens Talentos para a Ciência.

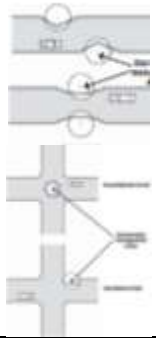
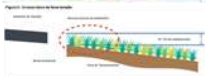
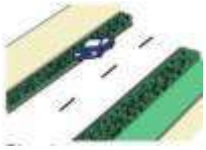
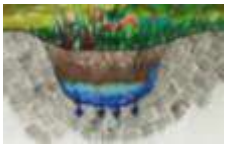
[149] Melissa Aragón Escobedo, LID, Camila Cardoso, Priscila Miti e Raquel Lopes, DPZ, Natália Rios, Julia Kano, Patrícia Fiuza, Leandra Vanessa, Dalyana e Tâmara, WSUD, Fotos Liza Andrade, Shinelle Hills, Priscila Miti, Julia Kano, Gabriela Nehme, Leandra Vanessa Dalyana e Tâmara, LID, Shinelle Hills, Julia Kano, André Medeiros, WSUD, Ana Luisa Meira, Marina Eluan e Maysa Valença.

		informações ajudam a planejar os setores da permacultura: insolação, ventos dominantes, curvas de nível.	
A.3 Parques urbanos centrais para drenagem	Os parques urbanos são importantes para restaurar manchas de paisagem e fragmentos de ecossistemas e podem funcionar como uma grande área de drenagem das águas pluviais. Além disso, são importantes para manter o sentimento de biofilia e qualidade de vida nas cidades, desde que seus limites sejam bem alimentados por edificações residenciais e de uso misto.	Projete parques urbanos de acordo com as curvas de nível e rotas de transbordamento do caminho das águas para armazenamento das águas pluviais com a construção de uma grande lagoa ou lago no coração dos assentamentos, em regiões de centralidade (mapa axial), não necessariamente no centro geométrico. Esses parques vão promover a qualidade de vida nas cidades, desde que bem constituídos por edificações com portas voltadas para ele. Dê preferência ao uso misto no nível do pedestre.	
A.4 Transecto para aplicação do urbanismo agrário e para infraestrutura verde (URANISMO AGRÁRIO - DPZ)	O urbanismo agrário é um conceito que envolve a alimentação não apenas como um meio de sobrevivência ou geração de renda, mas como uma base para promoção da vida e para estruturar os lugares em que vivemos. É um tipo de planejamento, com o objetivo de promover comunidades sustentáveis, que intensifica a atividade agrícola em todo o transecto, proporcionando benefícios econômicos, ambientais e sociais.	Faça o desenho urbano considerando a agricultura urbana e as águas sensíveis (potável, residual e da chuva) de acordo com o Transecto da ocupação urbana. **Fazendas** - 1 habitação/acre; **Pequenas fazendas** - 2 habitações/acre; **Jardins nos fundos** - 4 habitações /acre; **Jardins frontais -** 15 habitações /acre; **Jardins para as cozinhas** - 16 a 24 habitações/acre; **Jardins comunitários -** 16 habitações /acre; **Telhados jardins -** 32 habitações/acre; **Jardins Comuns -** 40 habitações /acre; **Jardins nas varandas -** 126 habitações /acre	
A.5 Agricultura urbana e zoneamento permacultural	O planejamento permacultural é um recurso que tem por objetivo a aplicação de métodos de produção de alimentos com baixo impacto ambiental, reestruturação de solo e florestas, manutenção dos ecossistemas de modo a fornecer recursos perenes às próximas gerações. Aplicando-se os princípios e zoneamento permacultural potencializam-se os fluxos de água e se propicia a preservação e diversidade ecológica, a estabilidade e a resiliência natural.	Faça um planejamento e zoneamento permacultural segundo os parâmetros abaixo, para casas, bairros e comunidades sensíveis à água. **Zona 0 –** É o centro do sistema, energias internas do lugar: topografia, conservação de água e energia. **Zona 1** - Atividades produtivas nas proximidades imediatas, telhados verdes, compostagem, cisternas de água da chuva, hortas mandalas, estufas. **Zona 2** - Atividades produtivas nas proximidades, hortas de grande produtividade, pomares, galinheiros, reuso de água, ecossaneamento. **Zona 3** - Atividades relativamente distantes da casa, canais de infiltração, jardins de chuva, zonas úmidas. **Zona 4** - Atividades distantes, pomares, agroflorestas, pastagens menores, recuperação de APPs, trampolins ecológicos. **Zona 5** - Atividades bem distantes, atividades de aprendizado e observação, áreas que devem	

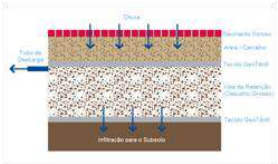
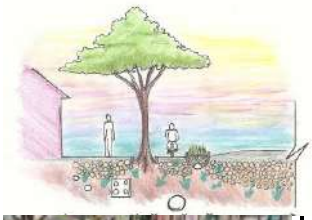
		permanecer intocáveis, corredores ecológicos, bordas.	
A.6 Compostagem e preparo do solo (LID)	A preparação do solo consiste no uso de matéria orgânica derivada de compostagem (reciclagem de resíduos de comida, jardinagem, cultivo agrícola, atividades construtivas e tratamento de efluentes) ou húmus (do solo local ou importado).	Incentive a prática de preparo do solo, com o aproveitamento de resíduos orgânicos. Isso pode reduzir aproximadamente 50% de escoamento, reduzir a erosão, aumentar a filtração de sedimentos, absorver e filtrar (biofiltragem) os poluentes, aumentar a taxa de crescimento de plantas, além de contribuir para o fechamento do ecociclo.	
A.7 Reabilitação de canais de água (WSUD)	A reabilitação dos canais visa imitar o sistema hidroviário natural. Hidrovias reabilitadas podem ser áreas de recreação muito populares dentro das comunidades. Frequentemente usados como parques lineares, eles: • Atraem os pedestres, ciclistas, observadores de aves; • Fornecem retiros urbanos; • Ajudam a promover a valorização dos cursos de água e seus valores ecológicos; • Podem melhorar os valores de propriedades de áreas circunvizinhas.	Faça um projeto para reabilitar os caminhos das águas. Em primeiro lugar, é importante selecionar a vegetação, estabilizar a hidrovia e mobilidade da inundação de forma adequada e verificar o regime hidrológico apropriado. Considere algum controle de poluentes, particularmente para lixo, detritos e sedimentos grossos porque esses poluentes podem afetar a estética de um curso de água, bem como extinção de habitats, gerando odores, atraindo pragas e depositando materiais perigosos.	
A.8 Parques lineares e corredores verdes (HERZOG)	As Áreas de Preservação Permanente degradadas ao longo dos cursos d'água no meio urbano necessitam ser recuperadas para melhorar as condições dos ecossistemas, da biodiversidade, da drenagem das águas pluviais e da qualidade de vida na cidade. Para tanto, o hidrograma ecológico deve ser observado.	Planeje parques lineares e corredores verdes ao longo dos rios urbanos com caminhos para pedestres e ciclovias, desde que recuperada a mata ciliar e respeitado o hidrograma ecológico. Desenhe canais de infiltração paralelos ao desenho do rio para segurar as águas pluviais e evitar assoreamento.	
A.9 Terraços para contenção de terra e para agricultura (incas)	Quando uma região possui elevada inclinação na topografia, a simples retirada de vegetação aumenta a velocidade do escoamento das águas pluviais, que podem provocar erosões e assoreamento dos corpos d'água, além de prejudicar as terras cultiváveis.	Como solução para terrenos inclinados, projete terraços nas áreas periféricas e, se necessário, nas áreas centrais íngremes, acompanhados por canais para reter as águas nos terraços, armazenar por um período maior o microclima e diminuir a irrigação na produção de alimentos, diminuindo os deslizamentos de terra e de erosão. Porém, é necessário planejar os acessos de forma universal.	
A.10 Bioengenharia ou engenharia leve	Bioengenharia utiliza técnicas ecológicas de contenção de muros, taludes e encostas, utilizando técnicas milenares, empregando materiais inertes e vegetação. Essas técnicas ajudam na agradabilidade visual dos taludes de estradas e encostas, margens de rios, lagos e represas.	Substitua técnicas impactantes convencionais por bioengenharia para contenção de encostas e margens de corpos d'água. Utilize materiais como pedras, troncos finos e flexíveis, bambu, muros de gabião, sacos com substrato, pneus, entre outros. Eles oferecem muitos benefícios como um design naturalizado, conforto térmico, além de evitar deslizamentos e assoreamentos.	

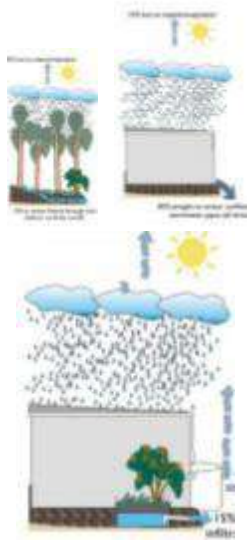
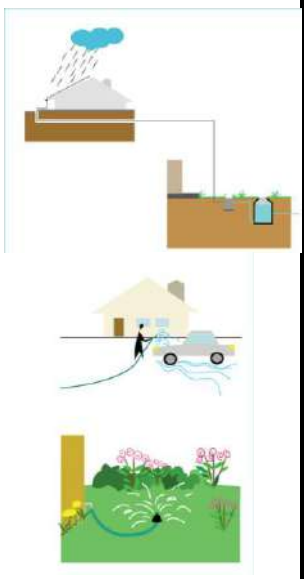
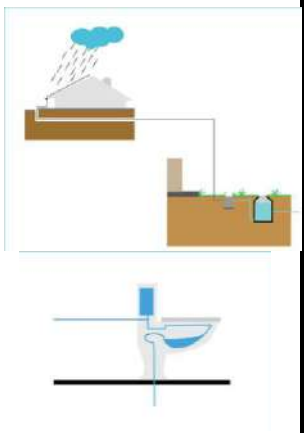
A.11 Canais de infiltração (permacultura)	Canais de infiltração na permacultura são valas de nível ou valas construídas ao longo das curvas de nível do terreno. São longas trincheiras rasas, que funcionam ao longo do contorno da paisagem.	Desenhe canais de infiltração onde encontrar uma linha de contorno ao longo da paisagem da comunidade ou do bairro. Barre o escoamento superficial da água criando assim faixas de umidade indispensáveis na agricultura, com vegetação na área degradada.	
A.12 Lagoas e lagos (WSUD)	As lagoas não são muito conhecidas como uma medida de tratamento de águas pluviais mas, no mínimo podem ser utilizadas como um pré-tratamento com bacias sedimentares. Há situações em que os problemas de qualidade da água em lagos ornamentais são causados por má qualidade da água, que chega, especialmente por elevada carga orgânica, corpo d'água sem renovação. É necessário acompanhar o destino dos nutrientes e o consequente crescimento de algas no corpo de água durante os períodos de baixa afluência (e, portanto, longo período de detenção). O período de rotação, significativo para lagos durante os períodos de verão, deve ser inferior a 30 dias. O volume do lago não deve ser maior que o volume de captação de escoamento tipicamente gerado ao longo de um período de 30 dias nos meses de verão.	Construa uma lagoa para tratamento de águas pluviais. Lagoas promovem sedimentação de partículas e absorção de nutrientes pelo fitoplâncton e desinfecção UV. Lagoas fornecem um armazenamento valioso de água que pode, potencialmente, ser reutilizado como irrigação. Muitas vezes, zonas úmidas fluirão em lagoas, e a massa de água aumenta a paisagem local e pode fornecer um habitat de vida selvagem. Lagoas ou lagos também podem ser pontos focais em ocupações, com casas e ruas, e podem ser utilizadas para o tratamento da qualidade da água. Em particular, os lagos são úteis em áreas onde as zonas úmidas são inviáveis. Tipos de vegetações ciliares são necessárias para reduzir a erosão das margens, e são esteticamente agradáveis.	
A.13 Bacias de sedimentação (WSUD)	A sedimentação de rios pela gravidade remove poluentes na água. Sistemas de sedimentação reduzem a velocidade do fluxo e incentivam partículas a se ajustarem ao fluxo. As partículas grandes são removidas mais facilmente do que as partículas finas. Um sistema de sedimentação de bom desempenho vai deixar partículas mais finas agregadas e depois resolvê-las. Bacias de sedimentos são usadas para reter sedimentos grossos de escoamento. São normalmente incorporadas em projetos de lagoa ou zonas úmidas (*wetlands*). São muitas vezes usadas durante atividades de construção e como pré-tratamento para elementos como zonas úmidas. Dispositivos mais avançados de sedimentação, como clarificadores, podem ser incorporados em processos de tratamento de águas negras, cinzas e mineralização de água de esgoto	Considere o espaço disponível e a topografia ao localizar uma bacia de sedimentação. Controles de saída são importantes e devem ser projetados. Disponha de uma profundidade de no mínimo 1 m para minimizar o crescimento da vegetação (ervas daninhas) e permitir um armazenamento adequado de sedimentos coletados. Elas devem ser dimensionadas de acordo com pico da chuva, geralmente, concebidas para sedimentos maiores (partícula maior do que 0,125mm de diâmetro). Os sedimentos grosseiros transportados em águas pluviais permitem a remoção normal da bacia, que tem concentrações mais baixas de contaminação, e devem ser mantidos separados dos sedimentos finos que têm maior concentração, contaminantes (metais e hidrocarbonetos), e maiores custos de eliminação de resíduos.	
A.14 Zonas úmidas de superfície - *wetlands* ou alagados cons-	A urbanização altera as condições das bacias hidrográficas, e os alagados construídos devem ser implantados em locais adequados para acomodar as águas das chuvas	Projete zonas úmidas para tratamento de águas urbanas residuais. Faça primeiro uma **zona de entrada** na área úmida (ou bacia sedimentar) para regular os flu-	

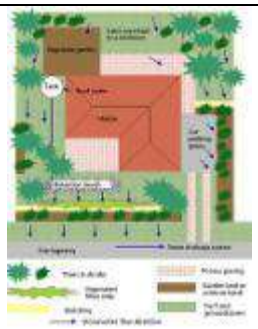
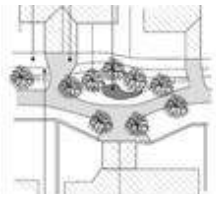
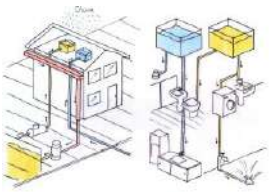
truídos (WSUD)	e filtrar a poluição difusa. Os alagados construídos consistem de um processo de tratamento natural das águas. Os sistemas alagados construídos de superfície usam sedimentação elevada, filtração fina e processos biológicos para captação e remoção de poluentes de águas pluviais. Consistem, geralmente, de: **uma zona de entrada** (bacia de sedimento para remover sedimentos grossos), **uma zona de macrófitas** (área rasa densamente vegetada para remover finas partículas e poluentes solúveis) e um canal de desvio de fluxo (para proteção da zona de macrófitas). Os fluxos de água passam no meio de áreas densamente vegetadas, onde as plantas filtram sedimentos e os poluentes. Esses espaços podem ser construídos em várias escalas, a partir de agrupamento de casas pequenas até em grandes sistemas regionais. Eles geram benefícios à comunidade como lazer, trilhas para caminhada, áreas de descanso e melhoram a estética. Além disso, oferecem habitat para a vida selvagem. Um tanque na extremidade a jusante pode fornecer armazenamento de água para reutilização em irrigação.	xos para a zona de macrófitas e remover sedimentos grossos. Isso gera um percurso de desvio da quando a zona de macrófitas atingir a sua capacidade de funcionamento. Dimensione a zona de entrada de acordo com o projeto de descarga de tempestade e o tamanho da partícula alvo a ser capturada. Bacias de sedimento devem ser concebidas para reter somente sedimentos grossos (o tamanho de partícula recomendado é maior que 0,125mm. Construa uma **zona de macrófitas** com uma vegetação forte de macrófitas, capaz de executar o processo de filtração e suportar os fluxos distribuídos através do sistema. Considere o clima regional para a escolha da vegetação bem como o sentido das curvas de nível, os fluxos, as variações do nível de água e as velocidades máximas. A saída da zona úmida geralmente é cercada por áreas abertas de água que podem aumentar a desinfecção UV e fornecer habitat para diversas espécies aquáticas, além de promover a estética. O tempo de detenção ideal é geralmente de 72 horas - 12 na zona de entrada e 60 na zona de macrófitas, para garantir o desempenho desejado.	 
A.15 Zonas úmidas para escoamento subsuperficial - *wetlands* ou alagados construídos (WSUD)	As zonas úmidas são um conjunto complexo de água, solos micróbios, plantas, detritos orgânicos, invertebrados. A zona úmida do subsolo é uma tecnologia comprovada para remover adequadamente a matéria orgânica e sólidos suspensos. O escoamento subsuperficial em zonas úmidas fornece um custo baixo, um consumo reduzido de energia e um sistema de tratamento natural. Critérios primários para áreas úmidas de fluxo subsuperficial: tempo de detenção, tamanho da estrutura, taxa de carregamento hidráulico, carga orgânica, profundidade do leito, relação de aspecto.	Distribua de maneira eficaz o influxo e coloque agregados maiores dentro da zona de entrada. Proporcione aberturas de entrada suficientes para evitar o bloqueio com o crescimento de algas e levar à diminuição do circuito e do fluxo de superfície. Considere 1-2m² de área de superfície por pessoa e, para a profundidade do fluxo subsuperficial dessas regiões, o equivalente a 0.5m na maioria dos casos (só não mais que 0,6m). O projeto é dependente da qualidade da água, especificamente da concentração de DBO.	 
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A COMUNIDADE, BAIRROS E AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES			
A16.Traçado das vias e macroparcelas (LID E SINTAXE ESPACIAL)	O traçado das vias tem influência sobre os fluxos de água na bacia hidrográfica. O tipo de desenho da malha viária pode ter influência significativa sobre a impermeabilização total do solo e a hidrologia do parcelamento local. A seleção de uma alternativa de desenho, como vias curvilíneas e grandes macroparcelas pode resultar em uma redução de 26% do total de áreas impermeáveis. Mas por outro	Faça um planejamento integrado utilizando os dois modelos, prevalecentes de malha, curvilíneo e grid, para incorporar o potencial dos dois como os modelos híbridos. É importante que o desenho das vias seja analisado pelo mapa axial para que as áreas mais densas no transecto tenham um bom desempenho para o movimento natural das pessoas.	

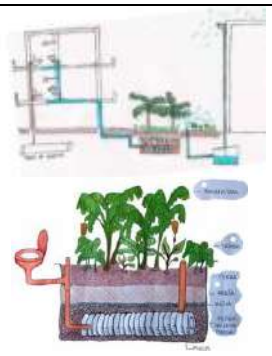
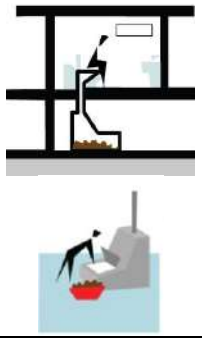
	lado, geralmente desencoraja o pedestre devido ao sistema mais longo, mais confuso e menos conectado.		
A.17 Tráfego calmo (LID)	As estratégias para favorecer o tráfego calmo são mais do que elementos de organização viária, pois são utilizadas para diminuir a velocidade de circulação de veículos e dar mais segurança a pedestres e ciclistas. Além disso, podem ser aproveitadas para coletar águas das chuvas, para o plantio de espécies nativas, amenizar o microclima e criar melhoria do visual estético. A biorretenção do jardim infiltra as águas pluviais e encaminha para as galerias de águas pluviais existentes, caso haja excesso de água.	Crie desenhos de vias com estratégias de "tráfego calmo" para média e alta densidade, com ocupação urbana de baixo impacto que proporcione redes efetivas de transporte e minimize a cobertura superficial impermeabilizada. Use-as nas vias para reduzir a velocidade de veículos e aumentar a segurança. Crie uma barreira de semi-desviador e tráfego verde com gestão de águas pluviais em uma rua residencial existente.	
A.18 Biovaletas ou valas com vegetação e faixas de proteção (WSUD)	Valas com vegetação podem ser usadas em vez de tubos para transportar águas pluviais. Funcionam como um "tampão" para o recebimento das águas. Podem ser integrados às características da paisagem, em parques, jardins, nos projetos de rua, e adicionam um caráter estético. A água que flui sobre a vegetação carreia os poluentes arrastados pela água da chuva. Isso retém poluentes pela vegetação, como o Nitrogênio Total (TN), um dos poluentes mais difíceis de serem retidos. Tubulações subterrâneas podem ser usadas para transmitir o excesso de fluxo do transbordamento da água represada. A água passa, então, da vala até um poço. As faixas de proteção visam proporcionar descontinuidade entre as superfícies impermeáveis e o sistema de drenagem, absorvendo fluxo superficial sobre uma vasta área de vegetação.	Projete valas com vegetação e faixas de proteção com inclinação longitudinal em pistas de 1% a 4% em encostas mais leves e nas encostas mais íngremes do que 4%. As valas com seções transversais trapezoidais geralmente alcançam melhores resultados do tratamento do que aquelas com seções transversais triangulares. Diferentes tipos de vegetação podem ser utilizados nas valas, com densidade suficiente para proporcionar uma boa filtração, compatíveis com a paisagem da área e as capacidades de manutenção. A altura da vegetação deve estar acima do nível da água do fluxo de tratamento. Utilize entre 40 e 50mm, definidos a partir da superfície pavimentada, para uma superfície do pavimento afunilado para baixo em direção à tira de tampão, que é geralmente usada como um pré-tratamento para outra medidas de águas pluviais.	  

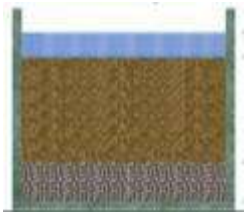
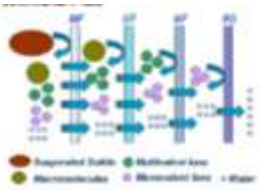
A.19 Jardins de chuva (WSUD)	O sistema de jardins de chuvas consiste em filtrar as águas pluviais por meio de uma camada média de areia com vegetação. Em seguida, a água é recolhida por tubos perfurados para o curso de água fluir para reutilização. A vegetação previne a erosão do meio filtrante, carrega os nutrientes e a água, além de gerar a quebra contínua da estrutura pelo crescimento da planta, evitando o entupimento do sistema e fornecendo biofilmes. O meio filtrante adequado deve envolver o fornecimento suficiente de: (1) Condutividade hidráulica (passagem rápida da água através dos meios de filtração). Um material tipo areia costuma ter condutividade hidráulica de 100-300mm/h; (2) Retenção de água para suportar o crescimento de vegetação e dos poluentes. A estrutura pode ser adaptada para um tipo de vegetação. O escoamento pode ser direcionado para valas do jardim de chuva através de escoamento superficial direto ou a partir de uma tomada de um sistema de tubagem.	Instale jardins de chuva com bacias de filtragem física de sedimentos e remoção de nutrientes através das interações químicas e biológicas. Eles podem ser instalados em diversas escalas: caixas de jardinagem, retardamento de bacias, paisagens urbanas integradas a medidas de redução de tráfego. Coloque o jardim de chuva na base da vala que tem componentes que removem os sedimentos médios e grossos, enquanto o jardim de chuva remove partículas mais finas e contaminantes associados. Instale o jardim de chuva na parte da vala ou em todo o seu comprimento, dependendo dos requisitos de tratamento. Normalmente, são instalados de 1-4% das encostas. Nas áreas mais íngremes, as barragens de verificação são necessárias para reduzir o fluxo de velocidades. Para inclinações mais suaves, é importante garantir uma drenagem adequada, que é fornecida para evitar alagamento. Instale bancos entre um jardim e outro para as pessoas sentarem e apreciarem a paisagem.	
A.20 Covas de árvores de jardins chuva (WSUD)	As árvores de rua podem ser projetadas para incorporar o tratamento de águas pluviais em ruas cujo escoamento desvia para as covas de árvores. Podem ser configuradas de acordo com a paisagem e o projeto do ambiente urbano, mesmo quando este é altamente urbanizado, ou onde as notas são mais acentuadas do que 4%. Jardins de chuva com covas em árvores têm projeto e princípios operacionais similares a outros jardins de chuva. As diferenças são: seleção da vegetação, menor espaço, propriedades estruturais do solo, acabamento da paisagem. Importante consideração para o projeto é ter uma interação com o ambiente construído. Um típico jardim com cova nas árvores representa um jardim composto por buracos que circundam as árvores, funcionando como bacias de jardins de chuva. O buraco implementado ao redor das árvores filtra o escoamento de águas pluviais por meio da vegetação. A localização de serviços existentes, como: gás, energia elétrica (subterrânea e superficial), água e esgoto, é importante para o processo de projeto e execução.	Crie projetos de jardins de chuva com covas de árvores. Antes de detalhar o projeto, pesquise: classificação da superfície da estrada; seleção de espécies; árvores adequadas para os poços de nos jardins de chuva, considerando a estrutura da raiz, a condição climática e a interação com a infraestrutura ao redor. Disponha as árvores da rua em espaçamentos com alta frequência para um tratamento suficiente para a sua captação e integração coma a infraestrutura de drenagem. Localização dos poços de águas pluviais existentes. Identifique as linhas de águas pluviais que receberão água tratada da rua de drenagem da árvore e a área de captação de águas pluviais do que será direcionado para as árvores das ruas, incluindo calhas para a drenagem em calçadas e sarjetas. Promova o desvio do fluxo elevado, para garantir que os eventos do alto fluxo sejam transportados com segurança para o sistema de drenagem convencional. Incorpore ao projeto um tubo perfurado para fornecer a subdrenagem para os canais de recepção e alagamento	

		de árvores.	
A.21 Pavimentos porosos (WSUD)	Superfícies impermeáveis (como estradas e calçadas) são fortes influências para promover a velocidade e a maior quantidade de águas pluviais que entram em córregos juntamente com a poluição que carreiam, causando erosão dos rios e destruição do habitat. A instalação de pavimentos porosos estabelece maior absorção de água para o solo subjacente e diminuição do escoamento da água poluída que é arrastada aos rios. Esses pavimentos reduzem a quantidade de superfícies impermeáveis no terreno. Aumentam a recarga de águas subterrâneas, melhoram a qualidade da água, filtrando as águas da chuva e reduzindo as cargas poluentes.	Especifique materiais que possam promover a infiltração de água. Podem ser de asfalto ou de pavimentos modulares, concreto, cerâmica ou plástico. Eles devem conter vazios na superfície para serem preenchidos com areia ou cascalho que filtram a água da chuva. Eles sobrepõem uma vala de retenção que permite uma maior capacidade de absorção de água da chuva. Durante a chuva forte, o excesso de águas pluviais transborda para o sistema de drenagem de rua. Os pavimentos porosos não devem ser instalados sobre rochas ou outro substrato que tenha pouca ou nenhuma capacidade de permitir que a água se infiltre através deles.	
A.22 Trincheiras de infiltração	As trincheiras de infiltração são estruturas lineares pouco profundas que, nos sistemas convencionais, são preenchidas total ou parcialmente com material granular, como britas e seixos, e revestidas com manta de geotêxtil. Elas funcionam como filtro e permitem o armazenamento e a infiltração de água no solo.	Planeje trincheiras de infiltração em áreas industriais, em áreas mais densas, junto a pátios de estacionamentos e ao longo de ruas e avenidas para infiltração de água das áreas urbanas pavimentadas. Os locais de implantação das trincheiras, quando fechadas, podem-se integrar à paisagem e servir como áreas de parques e jardins.	
A.23 Ruas compartilhadas	A largura das vias locais para comportar veículos, transportes públicos, ciclovias e pedestres aumenta sua área de impermeabilização. O desenho de ruas compartilhadas visa à utilização integrada dos espaços públicos entre os veículos, pedestres e bicicletas. O objetivo do espaço partilhado é uma melhoria da segurança rodoviária. Ele promove a negociação de áreas comuns com velocidades adequadas.	Projete ruas locais estreitas e compartilhadas com canteiros pluviais ou jardins de chuva e árvores ou trincheiras de infiltração em áreas mais densas. Evitar o desnível entre a calçada e via com um piso único, de preferência utilizando um piso permeável.	
A.24 Praças pequenas de bairro para infiltração	As praças pequenas são recomendadas para manter a vida no espaço público de uma comunidade ou bairro. São importantes para valorizar a mancha da paisagem com os ecossistemas, bem como com áreas de lazer, lugares para crianças e idosos.	Utilize as praças pequenas de bairro para infiltração das águas pluviais com padrões espaciais com biorretenções, pequenas lagoas, zonas úmidas ou trincheiras de infiltração. Mantenha o espaço da praça vivo com edificações circundando as praças e portas alimentando esse espaço.	
PADRÕES LOCAIS PARA AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES OU EDIFICAÇÕES NO LOTE			

A.25 Casas sensíveis à água (WSUD)	Os principais poluentes encontrados nas águas pluviais têm altas quantidades de substâncias, como nitrogênio, fósforo, metais pesados e sedimentos finos, sendo a maior parte originada de fertilizantes de jardins, lixo, construções e automóveis, levados pela chuva. A ocupação urbana com casas sensíveis à água torna-se uma importante ferramenta e traz benefícios como a melhoria da qualidade da água dos rios e águas subterrâneas, proteção de habitats ribeirinhos e prevenção de erosões e assoreamentos nos cursos da água. Traz benefícios pela retenção da poluição carreada pela água da chuva que penetra em áreas construídas com edificações e superfícies de concreto.	Use medidas para tornar as casas sensíveis à água como coleta, reutilização e tratamento de água da chuva. 1.Tanques soldados de águas pluviais para descarga de banheiros; 2.Paisagismo com o traçado do terreno e composição de jardins de chuva (jardins com depressão rasa compostos por plantas nativas de raízes profundas e gramíneas). É importante associar aos padrões de agricultura urbana e de ecosaneamento. 3.Pavimentos porosos no lugar de pavimentos de concreto para áreas de estacionamento.	
A.26 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso ao ar livre. (WSUD)	O tanque de água da chuva ajuda a proteger os riachos, ao auxiliar a coleta e o armazenamento de águas pluviais onde há incidência de grandes tempestades, reduzindo o volume dessas águas e dos poluentes originados dessas residências que iriam parar nos rios. É indicado para o uso não potável - irrigação de jardins, lavanderia e descarga de banheiros. É necessário considerar a frequência e intensidade das chuvas e a finalidade do uso do tanque, para determinar o tipo e o tamanho do reservatório, que também vai depender das necessidades de água da residência e da confiabilidade buscada no abastecimento do tanque. Um tanque residencial do interior da cidade tem geralmente de 1,5 a 3kl (quilolitros). Entretanto, isto depende da área do telhado e uso da água.	Utilize a água da chuva para demanda ao ar livre, com "desviadores primários de descarga" para resíduos e contaminantes. Calcule a área do jardim e determine-a cada 100m^2 de área de telhado. Use como parâmetro uma residência típica de 150m^2 de superfície de telhado para atender a demanda de 50%. Se a área de jardim é de 250m², considere 120m² do jardim para rega. Dividida a área do jardim pela área do telhado e multiplique por 100m² (120m²/ 1,5 = 80m² de área de jardim por 100m² de área de telhado). Assim, estima-se 0,8% de 250 m²= 2 m². Calcule a área do reservatório: 2.25m² x profundidade 1m = 2.25 m³ (2,25kl). Em média, um tanque de águas pluviais de 2.25kl vai prover 50% das necessidades de rega ao ar livre.	
A.27 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso em descarga de banheiro. (WSUD)	Usar água potável, distante da fonte, para abastecer descarga de banheiros não é inteligente. Os tanques de águas pluviais se tornam uma solução adequada. Para que seja eficiente, o projeto de um tanque deve considerar a demanda de água da residência e a quantidade de pessoas que vivem na casa bem como a área total de cobertura de drenagem no tanque e a precipitação média da região. É importante verificar se os materiais do telhado são adequados para a coleta da água da chuva e se as restrições físicas da propriedade podem influenciar no tipo de tanque a ser usado. E por fim, o quanto de água é possível coletar e quanto de água	Utilize a água da chuva para demanda de descarga de banheiro. Considere a área do telhado de 250m para atender a demanda em 90% para quatro pessoas na casa. Converta o número de pessoas por 100 m² de área de telhado: 4 pessoas por 250 m²= 1,6 pessoas por 100 m². Para alcançar 90% de confiabilidade será necessário um tanque de aproximadamente 0,8% de 250m² = 2m². Calcule a área do tanque: 2m² x profundidade 1m = 2m³ (2kl). Assim, um tanque de águas pluviais de 2Kl vai atender aos requisitos para descarga em domicílio e, se necessário, utilizar uma bomba de pressão ou um	

	será utilizado.	dispositivo de prevenção de refluxo ou um dispositivo primário de descarga.	
A.28 Traçado do terreno e paisagismo (WSUD)	As medidas sensíveis à água podem ser levadas ao máximo de sua eficácia quando se pensa primeiramente no terreno para se aproveitar satisfatoriamente as oportunidades de tratamento fornecidas pelas características do traçado do local. Para isso, deve-se considerar: 1. Os fatores naturais do terreno; 2. A escolha de medidas de tratamento; 3. A seleção de plantas; 4. A proteção durante a construção.	Projete o traçado do terreno sensível à água, utilizando os fatores naturais. Investigue a topografia local, a precipitação, padrões de drenagem existentes, os fluxos esperados, solo, padrões de vegetação e sol/sombra antes de começar. Escolha a opção de tanque de armazenamento de águas pluviais. Em seguida, selecione as plantas nativas locais e verifique se as plantas escolhidas não são ervas daninhas ambientais. Use telas de proteção para filtrar as sujeiras que são levadas pela água da chuva. Direcione o escoamento de águas pluviais de vias, calçadas e gramados para áreas de produção de alimentos e jardins.	 
A.29 Tetos Verdes (LID)	Os telhados verdes, além de reter as águas da chuva, proporcionam melhoria na eficiência energética das edificações, na qualidade do ar (retenção de até 85% da poeira) e na qualidade estética, na redução de temperatura e do barulho e no aumento da vida útil do telhado. A diversidade de opções de configuração de telhados verdes (inclinação de até 40%) facilita a sua implantação.	Projete telhados verdes para novas construções. Os telhados pesados são dimensionados com perfil de solo profundo (≥ 15cm), possibilitando o plantio de arbustos, o plantio de árvores e caminhadas. Os telhados leves são mais comumente empregados, contendo perfis de solo rasos (2,5 a 12,5cm) e plantas adaptadas às condições de telhados. As cargas variam de 75 a 250kg/m² para perfis de solo de 2,5 a 12,5cm, que são mais usados em reformas com pouco ou nenhum reforço estrutural. Numa avaliação custo-ambiental nos EUA, o de 7,5cm tem apresentado ser mais vantajoso.	
A.30 Iniciativas de conservação de água (WSUD)	Dependendo da utilização dada à água, ela poderia vir de diferentes fontes: tanques de escoamento de telhado/águas pluviais; águas cinzas (de lavanderia e banheiro); água de reuso (a partir de estações de tratamento de águas residuais locais); água reciclada de uma usina industrial. Para se determinar uma fonte adequada de água de reuso, devem ser considerados alguns quesitos: disponibilidade de fonte secundária; proximidade de uso; custo potencial de construção de infraestrutura adicional; risco de ligações cruzadas entre água potável e reutilizada (impactos na saúde); requisitos de tratamento antes de sua reutilização; uso de aplicativos e método da água de reuso; objetivos ambientais mais amplos (incluindo as emissões de gases efeito estufa). Uma redução de	Promova iniciativas de conservação de água. Priorize opções para a reutilização da água. A hierarquia parte da implementação mais fácil para a mais extensiva: escala do empreendimento urbano e proximidade de instalações de tratamento e a pressão sobre a demanda de água potável. 1. Reutilização da água da chuva para o banheiro e jardim; 2. A água da chuva para água quente, águas cinzas de domicílio para jardim e banheiro; 3. Reutilização de águas pluviais para jardim; 4. Água reciclada para banheiro e jardim, água da chuva para água quente. Para melhorar a gestão da demanda promova educação para mudanças no comportamento do	 

	cerca de 15-40% no consumo de água pode ser obtida por adoção de aparelhos e equipamentos de água eficientes, mudança de comportamento. Projetos de jardins podem utilizar a água de modo mais eficiente, com a seleção de plantas e zoneamento dos tipos de vegetação. O uso de vegetação nativa pode reduzir muito a irrigação.	consumidor e sensibilize para alterações em regulamentos e normas que afetam o uso da água. Use dispositivos eficientes de água e faça manutenção da torneira para identificar vazamentos e salvar o abastecimento de água potável. Verifique a eficiência das torres de refrigeração de edifícios comerciais, banheiros etc.	
A31. Sistema de reutilização de águas cinzas (ECOSSANEAMENTO)	No sistema convencional de coleta de esgoto, não se considera o nível de poluição da água servida. Águas que foram utilizadas em chuveiros, pias de banheiro e máquinas de lavar, por exemplo, contêm poucos resíduos. Entretanto, misturam-se com águas provenientes dos vasos sanitários e de pias de cozinha, que contêm muita matéria orgânica. Quando se misturam, uma grande quantidade de água passível de reutilização - as chamadas águas cinzas - se perde, contaminada pelas águas negras. Isto também configura um grande desperdício de água.	Reutilize as águas cinzas como uma solução alternativa. Para tanto, é necessário haver, nas edificações, separação das instalações hidráulicas, direcionando a água proveniente de chuveiros, máquinas de lavar e pias para um reservatório, localizado próximo à casa. Esta água, se tratada, poderá ser utilizada posteriormente para irrigação de hortas e jardins, lavagem de carros e descargas sanitárias.	
A32. Tanque de evapotranspiração (ECOSSANEAMENTO)	É uma tecnologia proposta por permacultores que visa ao tratamento e reuso domiciliar das águas. Consiste em um tanque fechado, onde não há saída de água, que só sai em forma de vapor ou suor, por evapotranspiração das plantas que ficam em cima da bacia. Elas fazem a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes que é incorporada a biomassa das plantas e a água.	Construa um tanque de evapotranspiração no jardim das habitações. O dimensionamento é aproximadamente 2m3/pessoa. Pode ser calculado da seguinte maneira: altura=1m, largura=2m, o comprimento é igual ao número de usuários da casa. Portanto, numa casa onde moram 5 pessoas, as dimensões do tanque são AxLxC= 1x2x5m.	
A33. Banheiros de compostagem (ECOSSANEAMENTO)	Convencionalmente, os vasos sanitários dos edifícios são equipados com instalações hidráulicas que utilizam água potável, própria para consumo humano, para coletar resíduos. Esta prática representa um grande desperdício de água tratada, uma vez que se poderia resolver o problema sem o uso de água.	Crie banheiros compostáveis, em que os dejetos são direcionados para uma câmara fechada, a alta temperatura, e misturados com serragem. Após alguns meses os patógenos são eliminados e a massa de resíduos se torna adubo, que pode ser utilizado na agricultura urbana.	
A34. *Living Machines* ou máquinas vivas (ECOSSANEAMENTO)	O custo de tratamento de esgoto em uma estação é alto, e o volume de esgoto aumenta muito quando se misturam águas cinza com águas negras. As *living machines* são alternativas para tratamento de esgoto *in loco*, utilizando uma série de tanques com plantas, algas, fungos e bactérias, que decompõem a matéria orgânica presente nas águas negras.	Crie tanques de água com plantas, algas, fungos e bactérias nos jardins das habitações ou crie uma estufa para promover uma estação de tratamento das habitações coletivas. Depois do processo de tratamento, a água estará limpa e própria para ser reutilizada para irrigação, lavagem de roupas e carros, tanques, pias e descargas.	

A35. Armadilhas de Poluentes Brutos (GPTs) (WSUD)	O sistema instalado conjuntamente pelos empreendedores e governos locais para gerenciar a poluição de águas pluviais retém lixo e detritos a partir de sistemas de águas pluviais, principalmente através da triagem. Alguns GPTs também podem remover tipos de sedimentos em suspensão por meio de sedimentação rápida. São utilizados principalmente em sistemas de drenagem convencionais existentes ou em tubos, em descargas, ou em canais abertos. Podem, também, ser usados como pré-tratamento para outros elementos WSUD, com o objetivo de reter lixo sólido, que é lavado no sistema, mas não retarda fluxos. Um GPT pode ser usado em WSUD como um dispositivo de pré-tratamento.	Utilize produtos GPT com diferentes mecanismos de separação de areia e sedimentos em geral, podendo variar em sua execução. Eles apresentam diferentes escalas de captação (de menos de 1ha a mais de 100ha). A seleção do produto depende das condições específicas. É necessário isolar áreas de poluentes de geração de carga para se ter a localização de um GPT. Geralmente, eles são dimensionados para tratar entre o período de três meses a um ano de pico de fluxo de ARI, e trabalham melhor com áreas de captação de menos de 100ha. A manutenção regular (limpeza) de GPTs é essencial para o seu bom funcionamento.	
A36. Filtração de areia e de profundidade para águas residuais (WSUD)	A filtração é um processo de tratamento terciário necessário para remover sólidos residuais em suspensão e para a desinfecção mais eficaz de matéria orgânica. O efluente se infiltra através do sistema de subdrenagem. A água é aplicada no topo do filtro e deixada coar pelo meio. Com o tempo, os resíduos se acumulam e o meio filtrante tem que ser limpo por retrolavagem. Para o processo de remoção há uma tensão das partículas maiores para fora do espaço poroso. As partículas menores ficam presas dentro do filtro e as maiores são retidas no interior do meio filtrante por filtração. Forma-se uma camada superficial que auxilia na absorção dos poluentes coloidais e encoraja a oxidação do material orgânico. O baixo fluxo gera um bom controle microbiano, que facilita a oxidação do material orgânico.	Faça a filtração de areia e de profundidade. Considere no projeto o tipo e o tamanho do meio filtrante, a profundidade do filtro, a taxa de carregamento hidráulico, a frequência de dosagem e duração e a carga orgânica. Considere, separadamente, a filtração de profundidade, por ser uma variação da filtração de areia. Essa utiliza mídia granular, geralmente com areia ou terra de diatomáceas para filtrar efluentes. O tamanho da partícula diminui com as camadas do filtro. A camada de topo, mais grosseira, remove as partículas maiores, e o material mais fino é removido pelas camadas inferiores. Os poluentes são filtrados ao longo do leito e aumentam a eficiência do filtro em geral.	
A37. A filtração por membranas (WSUD)	Os sistemas de filtração por membranas são vantajosos para uma pequena escala de aplicações do ponto de vista operacional e econômico. São adequados para mineração de esgoto (água), tratamento de águas cinzas e tratamento de águas subterrâneas. A água passa por uma membrana sob pressão, que seletivamente intercepte poluentes maiores. A corrente de alimentação é efetivamente dividida em fluxo purificado e fluxo de resíduos.	Para tratar as águas residuais, faça processos de filtração por membranas, para remover partículas, bactérias, outros microorganismos, partículas orgânicas, matérias naturais (NOM) e sal (dessalinização). O tamanho dos poros da membrana determina a remoção do poluente: a microfiltração (MF) - o maior tamanho dos poros; a Ultra-filtração (UF); a Nanofiltração (NF); a osmose inversa (RO) - o menor tamanho dos poros. Os poluentes menores são removidos, e os requisitos de pressão aumentam, ao passo que o tamanho dos poros diminui.	

A38. Desinfecção	A desinfecção minimiza o mais importante problema de saúde pública para o tratamento de água, erradicando os micro-organismos patogênicos que prejudicam a saúde pública.	Instale sistemas de desinfecção ao fim da cadeia de tratamento para minimizar a interferência de incrustação, coloidais e partículas constituintes. Os três métodos de desinfecção mais comuns são: a radiação UV (destrói o material genético da célula e sua capacidade de se reproduzir); a cloração (produtos químicos incluídos na mistura de cloro e amônia) e a ozonização (na concentração de oxigênio e de impurezas).	

5.10 Síntese analítica do capítulo

Atualmente, os fluxos de água, no ciclo natural de movimentação e filtração, estão sendo afetados em termos de quantidade e qualidade de água, pelos impactos do ser humano no trinômio atmosfera-solo-vegetação.

Neste capítulo, ficou evidente a importância dos estudos da escala do desenho urbano para promover a manutenção do ciclo da água no meio urbano. O documento da UNESCO, "Ciclo da água urbano", comprova esta hipótese, quando coloca que arquitetura urbana e estilo de vida das pessoas têm impactos indiretos na gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas.

O urbanismo baseado nos fluxos de água, com o desenho de cidades em torno do papel e da dinâmica da água, tem-se tornado uma ferramenta poderosa, em muitas partes do mundo desenvolvido. De acordo com o programa do governo australiano WSUD (Water *Sensitive Urban Design*) para "Cidades sensíveis à água", o desenho urbano com foco na questão da água deve ser uma consequência da ocupação ecologicamente sustentável.

Os padrões de organização dos ecossistemas urbanos devem estar em harmonia com outras políticas e planejamento do uso do solo e preservação ambiental, transporte, energia, dinâmica da população e seus resíduos, e atender aos princípios de sustentabilidade nas três dimensões: social, ambiental e econômica. No entanto, há muitas boas ideias acontecendo para promover a ocupação ecologicamente sustentável, mas ainda de maneira desconectada. Nesse sentido, o estudo sobre princípios de sustentabilidade, princípios permaculturais e padrões espaciais se torna ferramenta importante para conectar áreas do conhecimento de forma transdisciplinar.

Procurou-se demonstrar a visão transdisciplinar da água, por meio de entendimento dos ciclos da água na bacia hidrográfica e no meio urbano, com estudos sobre os impactos da urbanização neles, as vazões ecológicas e o hidrograma ecológico, a pegada hídrica e as novas abordagens para o desenho urbano sensível à água, que abrangem a infraestrutura ecológica, o ecossaneamento, a permacultura, a agricultura.

A visão holística das técnicas hidráulicas compreendia alguns princípios interligados transdisciplinares, que se baseavam na relação cidade-campo. Esse conhecimento arcaico compreendia estudos sobre o entorno natural, incluindo os aspectos geográficos e hidrográficos, a organização, o tipo de sociedade e os princípios que orientavam a sua organização e, consequentemente, as técnicas adaptadas ao meio natural. Era um conhecimento integrado e holístico, a respeito do aproveitamento das águas pluviais associado às técnicas de irrigação para produção de alimentos e, também, de ecossaneamento.

Essa visão ampliada dos fluxos de água é considerada uma das dimensões-chave apontadas pelos pesquisadores do *Cary Institute of Ecosystem Studies* dos EUA, para conectar Ecologia, Desenho Urbano e o Contexto Social. Eles têm um importante papel a desempenhar nos sistemas urbanos ou "ecossistemas urbanos".

No entanto, com a evolução histórica das cidades, os fluxos de água foram negligenciados e canalizados, o que tem causado grandes impactos ambientais, em quase todas as cidades do mundo. Com a ocupação urbana, a retirada da vegetação ou introdução de um novo tipo de vegetação, a modificação da superfície do solo, impermeabilização e novas superfícies edificadas, bem como o uso de redes de drenagem subterrâneas, provocam modificações nos processos hidrológicos e no desempenho climático da região.

A abordagem tradicional para o manejo das águas urbanas, principalmente nos países em desenvolvimento, com a massiva impermeabilização do solo e canalizações artificiais, tem contribuído para aumentar os prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde, e, sobretudo, à qualidade de vida da população.

No final dos anos de 1960, quando os impactos nos corpos hídricos e inundações começaram a aparecer nas cidades do mundo em desenvolvimento, novas soluções foram propostas para o manejo das águas pluviais, como as técnicas para o planejamento ambiental de Ian McHarg, em Woodlands, vistas no capítulo anterior.

Conforme visto no manual de Woodlands, no capítulo 3, o pensamento dominante para a drenagem das águas urbanas tem sido contra a ocupação urbana de densidades mais altas, o que acaba por reforçar o processo de suburbanização. Por outro lado, as cidades de ocupação urbana dispersa, voltadas para o uso de automóveis, levam à construção de vias, estacionamentos e outras superfícies impermeáveis, que ocasionam problemas de enchentes ao longo da bacia hidrográfica, congestionamento de trânsito, alto consumo de energia, emissão de gases de efeito estufa e poluição generalizada.

No final da década de 1990, nos EUA, foi desenvolvido um programa de regulação das águas urbanas, denominado de *Low Impact Development* – LID - com o objetivo de estimular a função da água da chuva, que o local possuía em seu estado natural, antes de sofrer intervenção antrópica. Geralmente, essas técnicas são menos onerosas que as práticas convencionais, e incluem telhados verdes, cisternas, jardins de chuva, pavimentos permeáveis e canais de infiltração, possuindo, geralmente, desempenho melhor. O LID considera que o desenho das vias também pode influenciar sobre o total de áreas impermeáveis e sobre o planejamento hidrológico do local. A extensão (comprimento) das vias e a área pavimentada podem variar, de acordo com o desenho de vias.

O LID é considerado por muitos pesquisadores e praticantes deste programa, como a essência do urbanismo sustentável. São utilizadas muitas plantas, árvores e arbustos, que fazem a cidade mais bonita, proporciona habitat para a vida natural, ajuda a limpar o ar e a água, e possibilita a implantação de jardins, pomares e hortas comunitárias.

No entanto, talvez não intencionalmente ou indiretamente, esse modelo de cidade com grandes áreas verdes, criado pelo LID, teve consequências negativas na promoção da dispersão urbana (*sprawl*), implicando em cortes do solo e, consequentemente, da vegetação nativa, com prejuízos para a saúde das bacias hidrográficas, bem como para a qualidade dos lugares urbanos. Esse programa ainda trata de maneira não muito proativa, como a

maior parte dos padrões e regulações das águas urbanas nos EUA, que buscam o modelo de cidades verdes, em detrimento ao modelo de cidades compactas.

As regulações de engenharia na gestão das águas urbanas ainda consideram os empreendimentos mais compactos como uma desvantagem, e acabam por promover, não intencionalmente, padrões de empreendimentos dispersos, que podem gerar riscos a bacia hidrográfica.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) apresentou estudos de modelagem de escoamento de águas pluviais provenientes de diferentes densidades de ocupação no nível local e, em seguida, os resultados foram extrapolados e analisados no nível da bacia hidrográfica. Foram modelados cenários em três escalas - por acre, por lote e por bacia hidrográfica - e em três séries de tempo diferentes, para examinar a premissa de que o desenvolvimento de baixa densidade protege melhor a qualidade da água.

Examinou-se o escoamento superficial de água de diferentes densidades para comparar a diferença entre os cenários. Os cenários de maiores densidades geraram menos escoamento superficial de água, por unidade (casa), em todas as escalas e em todos os exemplos de séries de tempo.

O estudo demonstrou que ocupações urbanas de baixa densidade contribuem para aumentar as taxas de conversão de terras e escoamento de águas pluviais, perdendo assim, a oportunidade de preservar a terra natural dentro da bacia hidrográfica. Além disso, essas alterações no solo não são apenas susceptíveis a degradar a qualidade da bacia hidrográfica individual, mas, também, são susceptíveis a degradar um maior número de bacias hidrográficas.

A EPA acredita que o aumento da densidade de ocupação é uma estratégia que os governos locais e comunidades podem usar para minimizar os impactos regionais da qualidade da água. No entanto, adverte que seja uma combinação local de densidades de ocupações de fatores locais, incorporando o espaço aberto adequado, preservando áreas ecológicas e tampão críticas e minimizando os impactos no solo.

Assim, foi necessário investigar outros dispositivos e técnicas dos manuais da EPA que considerem ocupações de densidades mais altas, relacionadas ao contexto da ocupação, que propõem melhores práticas de gestão das águas pluviais, de acordo com o contexto, suas densidades e o transecto. Foram identificados critérios e diretrizes focados no ciclo da água urbano para assegurar a proteção e uso de bacias hidrográficas, de acordo com cenários de áreas de densidades mais altas, áreas urbanizáveis, subúrbios, áreas de conservação e áreas rurais.

O transecto tem-se tornado uma ferramenta chave para reduzir os impactos das águas pluviais, desenhando a densidade urbana de maneira adequada, conjuntamente com o planejamento regional ambiental. As zonas de menor intensidade podem reter as águas pluviais extra das outras zonas, equilibrando, assim, o escoamento gerado por zonas de maior intensidade. O escritório DPZ, também, utiliza o transecto para promover o urbanismo agrário na organização do posicionamento adequado da escala da agricultura, tanto do plano diretor, quanto da arquitetura dos edifícios.

Outro manual de melhores práticas, também investigado, foi o do programa do governo australiano “Desenho Urbano Sensível à Água” (WSUD), que tem como foco a questão

da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de água. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos, de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano.

O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, cursos de água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e mineralização de água (águas subterrâneas). A reutilização de águas cinzas pode economizar quantidades consideráveis de água potável e diminuição de águas residuais. Nessa pesquisa, foram levantadas 22 fichas técnicas, com diretrizes para o desenho urbano sensível à água, elaboradas para serem aplicadas na Cidade de Melbourne.

Apesar de tratar da questão das águas negras e cinzas, o programa WSUD ainda não aborda com detalhes nos manuais estudados a questão das águas residuais, na forma de ecossaneamento, associada à produção de alimentos na cidade, apesar de esta possibilidade ser considerada no programa WSUD como as zonas úmidas (*wetlands*).

Os sistemas de tratamento de águas residuais alternativos com tratamento biológico, ainda são vistos com muito preconceito, mas se tornam uma opção mais econômica e sustentável para a questão da poluição das águas, principalmente, para os países em desenvolvimento. Trata-se de uma abordagem integrada do abastecimento de água, tratamento de esgotos, gestão de resíduos sólidos e desenvolvimento da agricultura mundial. Ela considera os dejetos humanos e águas residuais como uma oportunidade, se adequadamente projetados e manejados de forma segura e econômica. Os resíduos humanos e a água são convertidos em nutrientes a serem devolvidos ao solo.

O uso de águas residuais tratadas na agricultura traz a possibilidade de uma maior disponibilidade de recursos de água doce, destinados a outras necessidades humanas e ambientais, havendo qualidade e gestão adequada da água recuperada. Em alguns países, o uso dessas águas já demonstram benefícios significativos. A agricultura é considerada o setor que mais consome água e, portanto, mais vulnerável, é, também, o setor como maiores possibilidades e opções de ajuste para evitar a falta de água disponível. A noção da pegada hídrica torna-se um importante requisito para aproximar a relação cidade-campo.

A cidade, com a urbanização acelerada interfere por completo no consumo e na produção alimentar. A agricultura urbana se configura como ferramenta para o alcance do autossustento e inibição da carência alimentar. Na forma de técnicas permaculturais, pode se tornar uma questão-chave para a gestão de suprimentos e gestão da demanda de água, com aplicação de diversas estratégias de otimização das águas em caso de escassez, inundações ou declínio qualitativo das fontes de águas locais.

Baseada na análise desenvolvida dos manuais australianos do programa WSUD, dos manuais americanos do LID e da EPA, da pegada hídrica, de infraestrutura verde, das técnicas de ecossaneamento, da agricultura urbana do urbanismo agrário, da permacultura e da visão holística das técnicas hidráulicas dos incas, obteve-se, como resultado, uma síntese de padrões que devem ser aplicados no desenho urbano sensível à água, no nível da comunidade e no nível da paisagem, que estão em consonância com os princípios de sustentabilidade urbana, vistos no capítulo anterior.

Alguns padrões do desenho urbano sensível à água, da infraestrutura verde, do ecossaneamento e da agricultura urbana já são contemplados em “Uma linguagem de padrões”,

na dimensão ambiental nos princípios da biodiversidade, da habitabilidade e da compacidade, identificados por Juliana Moehlecke, assim como nos parâmetros emergentes de Douglas Farr para o urbanismo sustentável.

Foram sistematizados 38 padrões, de forma inédita, porém, lembrando que esses padrões são apenas complementares aos outros estudados no capitulo anterior sobre métodos. Portanto, deve-se consultar a todos para o desenvolvimento de projetos urbanos mais sustentáveis, ora mais voltados para a paisagem, ora mais voltados para a comunidade, dependendo do contexto.

Tendo em vista a cidade como um sistema complexo, como o "ecossistema urbano" associado aos processos naturais, torna-se necessário incorporar, ao mesmo tempo, o nível do subsistema da comunidade e do suprassistema da paisagem para entendimento dos fluxos de água.

CAPÍTULO 6

6 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ESPACIAL E AMBIENTAL E PROPOSTAS DE PADRÕES DE DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA NA BACIA DO LAGO PARANOÁ.

6.1 Introdução

Esse capítulo pretende demonstrar os procedimentos metodológicos aplicados em um estudo de caso, resultados dos métodos que foram levantados. Espera-se que esses procedimentos auxiliem a conectar atores envolvidos no planejamento do território para promover a sustentabilidade das cidades, considerando a dualidade de visões, ou seja, a sustentabilidade espacial, advinda de estudos da ecologia da cidade e da arquitetura sociológica, bem como a sustentabilidade ambiental, alimentada pela ecologia da paisagem e a arquitetura da paisagem.

Diante da dualidade existente, utilizou-se como recurso metodológico, o terceiro pilar da transdisciplinaridade, o "terceiro termo incluído", simbolizado, aqui, nesta pesquisa, como os fenômenos e processos naturais que ocorrem na natureza, mas que afetam diretamente o homem, como os fluxos de água.

O que se pretende demonstrar é o processo de análise[150] e proposição de padrões espaciais, que depende do resultado da avaliação da sensibilidade ambiental e da estrutura profunda da cidade, que ilustra o movimento natural das pessoas e as centralidades existentes. Ora se caminha na direção de "cidades mais compactas", aumentando a densidade e propondo o desenho de acordo com padrões das propriedades emergentes, ora se caminha na direção de "cidades mais verdes", restringindo a densidade e propondo o desenho de acordo com a paisagem, com modelos de ecovilas. Em ambos, a finalidade é alcançar o modelo de cidades sensíveis á água.

A aplicação no estudo de caso não é o objetivo final da tese, mas torna-se importante para verificar, na prática, como lidar com pensamento sistêmico complexo e transdisciplinar, que exige uma visão "poliocular" e "polioscópia" do ecossistema urbano, abrangendo os aspectos físicos, biológicos, sociais e do ambiente construído. Fundamenta-se no organismo, como totalidade ou sistema, uma unidade complexa, um todo que não se reduz à soma de suas partes constitutivas.

Conforme visto ao longo da pesquisa, no âmbito do planejamento urbano ambiental, é importante trabalhar a escala refinada do desenho urbano para abranger a totalidade dos sistemas e aplicar técnicas de infraestrutura ecológica, promovendo, simultaneamente, uma linguagem, um "metálogo" entre as áreas do conhecimento - ecologia, biologia, hidrologia, sociologia, arquitetura e urbanismo e planejamento urbano. Não se pretende, aqui, criar um novo método, apenas estabelecer procedimentos metodológicos para o processo de planejamento e desenho urbano.

É necessário desenvolver um campo intelectual aberto nas tomadas de decisão, com incentivo à criatividade, à inovação, à diversidade. A visão transdisciplinar exige uma razão dialógica, como princípio que associa dois termos, ao mesmo tempo, complementares e an-

[150] Apenas durante esta fase, foram apresentados 5 artigos em congressos nacionais e internacionais: PLURIS (2010); ELECS (2011); ELECS (2013); ANPUR (2013); 9th *International Space Syntax Symposium* (2013), que comprovam a necessidade de estudos nessa direção.

tagônicos, permitindo manter a dualidade (diversidade individual) no sentido da unidade (sociedade). A adoção dos pilares da transdisciplinaridade aqui se manifesta na intenção de se considerar os vários níveis de realidade, a complexidade e a lógica do terceiro termo incluído.

Com a polaridade existente entre a sustentabilidade ambiental e espacial, a água se torna um elemento balizador, dada a condição da expansão urbana no contexto da bacia hidrográfica. Nesse sentido, os padrões espaciais identificados no capítulo 4 se tornam elementos-chave para a ocupação urbana.

Lembrando que, para integrar os conhecimentos e atores envolvidos em relação à ecologia e desenho urbano devem-se considerar as dimensões-chave de conexão: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana.

Na questão da heterogeneidade espacial, além da análise dos padrões espaciais da bacia hidrográfica, espera-se aplicar os padrões (parâmetros de projeto), levantados ao longo da pesquisa, encontrados em Alexander et al. (1977), complementados por outros[151] já identificados, considerando a sensibilidade ambiental de cada lugar.

Quanto ao contexto social, é importante ouvir as reivindicações da sociedade, dos movimentos sociais e as entidades ambientalistas. Entender a vizinhança das áreas, seus dados socioeconômicos e os padrões de ocupação, para evitar a exclusão social nas intervenções urbanas. Além disso, deve-se atender às expectativas sociais, quanto ao desempenho da forma urbana, e o potencial de "uma linguagem de padrões" para envolver as comunidades.

Os padrões urbanos devem estar associados aos princípios de sustentabilidade de uma maneira geral, ou atrelados às dimensões da sustentabilidade social, econômica e ambiental. Em relação aos fluxos de água, eles se tornam balizadores das propostas para conciliar à sustentabilidade espacial e ambiental, que devem incluir as técnicas de infraestrutura ecológica, o saneamento ecológico, a agricultura urbana e a permacultura para promover o desenho urbano sensível à água.

Foi escolhida uma região de alta sensibilidade ambiental e exclusão social, uma área do entorno do Plano Piloto de Brasília. A expansão do Setor Habitacional Taquari – SHTQ - está localizada na região da encosta da Chapada de Contagem, do Distrito Federal, inserida na Área de Proteção Ambiental – APA do Lago Paranoá, dentro da Bacia do Paranoá, englobando as sub-bacias do Lago Paranoá e do Ribeirão do Torto, na qual há uma série de cursos d'água que alimentam o lago (**Figura 6.1**).

[151] Jacobs, Gehl, Hillier e Hanson, Holanda, Howard, Ian McHarg, Mollison e Holmgren, Farr.

Figura 6.1 - Vista aérea do Setor Habitacional Taquari no contexto da bacia do Paranoá e do Lago Paranoá.
Fonte: Adaptado de Google Earth por Shinelle Hills

Além disso, optou-se por esta região devido a denúncias dos movimentos sociais e das organizações-não governamentais, como o "Movimento Salve o Urubu", a Oca do Sol e o Instituto Sálvia, que fazem parte do Comitê de Bacia do Rio Paranoá. Assim, os movimentos ambientalistas poderiam ter, além de argumentos ambientais, argumentos urbanísticos para o não adensamento das áreas de drenagem natural e cursos d'água que alimentam o Lago Paranoá.

O Movimento Permanente de Preservação da Microbacia do Córrego Urubu foi lançado, em setembro de 2007, por um grupo de moradores da região, situado entre o Setor de Mansões do Lago Norte e o Posto Colorado. Suas linhas principais de atuação são: cuidado com a água, integração da comunidade, ocupação sustentável, regularização fundiária e desenvolvimento humano. A área de atuação do movimento abrange, também, os outros córregos da sub-bacias Norte do Lago Paranoá, região denominada por eles de "Serrinha do Paranoá," conforme ilustrado na **Figura 6.2**.

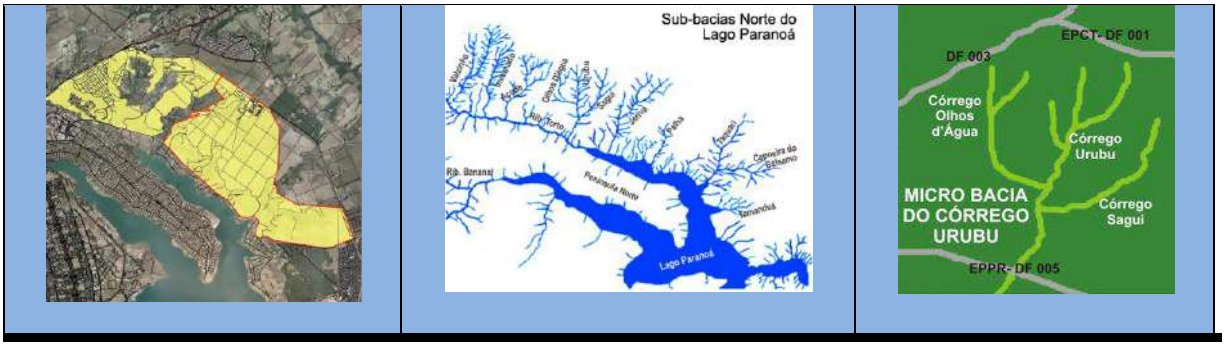


Figura 6.2 – Vista aérea e mapa dos córregos das sub-bacias Norte e a Ecobacia do Córrego Urubu
Fonte: http://salve-o-urubu.blogspot.com.br/2013/07/audiencia-publica.html. Google Earth

A expectativa da sociedade civil organizada é de que "sejam aplicados padrões urbanos mais sustentáveis" na Chapada de Contagem, na região da "Serrinha do Paranoá" (que abrange as Sub-bacias do Ribeirão do Torto e do Lago Paranoá) para assegurar a proteção das nascentes e do Lago Paranoá e, ao mesmo tempo, preservar o patrimônio cultural e ambiental do Patrimônio Histórico de Brasília[152] (**Figura 6.3**).

Figura 6.3 – Festa da Primavera do Movimento Salve o Urubu, na cachoeira do córrego, e as denúncias de lançamento de esgotos
Fonte:http://salve-o-urubu.blogspot.com.br/2009_11_01_archive.html

[152] Há um projeto de preservação para a região denominado "Serrinha do Paranoá, Arco Cultural e Ambiental do Patrimônio Histórico de Brasília", e um projeto de Parque Tecnológico, ambos desenvolvidos pelo Instituto Oca do Sol, que abrange a Sub-Bacia do Ribeirão do Torto e a Sub-bacia do Lago Paranoá.

No entanto, ali foram propostos parcelamentos, sem um estudo adequado do uso do solo e das densidades, principalmente relacionado aos aspectos de vulnerabilidades ambientais, tais como: suscetibilidade à contaminação de aquíferos, sensibilidade dos aquíferos à recarga e a produção hídrica, sensibilidade do solo à erosão do solo e feições erosivas.

Foram objetos de estudo desta pesquisa, para aplicação dos procedimentos metodológicos envolvendo os princípios e padrões de sustentabilidade, uma área localizada no trecho 3 da Etapa 1, onde se encontra o Córrego Urubu e a gleba A, da Etapa 2 do SHTQ, uma localizada na região central, menos vulnerável que à outra.

Segundo o Zoneamento Ambiental da APA – ZAA, devido à existência de áreas de recarga de aquífero, é necessária a criação de zonas de uso controlado para a ocupação e a implantação de corredores ecológicos, que possibilitem sua manutenção, uma vez que existem regiões com susceptibilidade à erosão e que abrigam áreas de vegetação nativa e nascentes de cursos de água.

As imagens da **Figura 6.4** ilustram a complexidade da área: vista privilegiada, distante apenas 10 km do Plano Piloto, região de interesse da incorporação imobiliária e dos ambientalistas. Por outro lado, algumas aéreas, ainda não ocupadas, são transformas em depósito de lixo a céu aberto.

Figura 6.4 – Vista aérea da Torre Digital do Setor Habitacional Taquari (Etapa 2) e do entulho, do lado leste da área.
Fonte: Liza Andrade

Este é o cerne da questão: como expandir a cidade sem causar mais impactos ao território do DF e ao Lago Paranoá, e garantir sua sustentabilidade ambiental e espacial? Daí a necessidade de discussão sobre planejamento e desenho urbano com uma visão mais ampliada e sistêmica. Espera-se que essa análise contribua para os estudos de futuras ocupações urbanas, em que se busque uma ligação harmoniosa entre as necessidades da população urbana, dos ecossistemas e da capacidade do sistema urbano e do entorno em suprir estas necessidades.

6.2 Procedimentos metodológicos

Em primeiro lugar, foram analisados os padrões de uso e ocupação do solo, os tipos edilícios e seus respectivos impactos para o ciclo da água no meio urbano, atrelados à forma de ocupação urbana e fatores sociais da ocupação. Foi feito um levantamento e cruzamentos de pesquisas[153] realizadas no campo da arquitetura e urbanismo, sobre a relação dos padrões de uso e ocupação do solo, tipos edilícios, consumo e renda da população (HOLANDA,

[153] Essa pesquisa contou com a colaboração da estudante Beatriz Loyola de Lima, no âmbito do ensaio teórico e, posteriormente, foi publicada nos anais do ELECS 2013 "Padrões de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano", em conjunto com os respectivos autores: Beatriz Loyola de lima, Liza Maria Souza de Andrade e Pedro Paulo Hollanda.

2007; SANT'ANA, 2011), e no campo da geologia, sobre padrões espaciais e taxas de impermeabilidade e escoamento (MENEZES, 2010).

A correlação das pesquisas demonstrou que, quanto mais alta a renda, menor o escoamento superficial e maior o consumo de água. Portanto, para manter o ciclo da água no meio urbano é necessário criar possibilidades de diversidade de padrões espaciais, uma heterogeneidade espacial, que atendam às diversas classes sociais, atreladas ao desenho urbano e às técnicas de infraestrutura verde.

Em seguida, analisou-se a região para a qual existem planos - diretor, manejo, recursos hídricos, e respectivos mapas que contemplam diretrizes (normas) para a ocupação urbana. Com a superposição de mapas é possível identificar as diretrizes propostas, em termos manchas da paisagem, corredores ecológicos, cursos d'água, tipos de solos, vulnerabilidade ambiental, densidades propostas, conexões viárias. Assim, torna-se possível traçar metas para alcançar a sustentabilidade da região.

Lembrando Pickett, Cadenasso e McGrath (2013, p. 19), um plano de sustentabilidade deve ser pensado e sustentado por mecanismos de resiliência nos três âmbitos: ambiental, social e econômico. Porém, deve manter os processos ecológicos adaptativos e de fluxos naturais, emergir de processos sociais inclusivos e justos para qualquer grupo social, e, por fim, proporcionar suporte econômico para satisfazer o modo de vida e o bem estar.

Posteriormente, para comparar o comportamento do "movimento natural" das pessoas na malha viária existente, com as propostas de intervenção para a região, foi feita a análise da sustentabilidade espacial, por meio da ferramenta da Sintaxe Espacial, que verifica o desempenho do ordenamento configuracional e geométrico do espaço projetado.

Identificou-se o potencial do movimento natural das pessoas, ancorado nas estratégias de simulação de seus padrões, hierarquias e associações, em busca da indicação das centralidades urbanas potenciais para a região da expansão do Setor Habitacional Taquari. Pretende-se avaliar o desempenho da sustentabilidade ambiental e espacial, por meio da análise do cruzamento dos mapas de sensibilidade ambiental com o mapa axial, que avalia a lógica social do espaço urbano.

Foram verificados os trechos ilustrados na **Figura 6.5**: Taquari 1, Taquari 3, Taquari 2, Taquari Etapa 2 e Expansão do Paranoá, este fora da poligonal do Setor Habitacional Taquari, mas dentro da Bacia do Lago Paranoá.

Na busca por "padrões urbanos mais sustentáveis", foram testadas soluções de desenho urbano[154] para os ecossistemas urbanos, na disciplina de Projeto de Urbanismo 1 e Trabalho Final de Graduação da FAU-UnB, com a aplicação dos padrões voltados para o subsistema da comunidade e o suprassistema da paisagem (princípios da permacultura) para o SHTQ. A **Figura 6.6** ilustra a simulação dos cenários desenvolvidos pelos estudantes, porém, apenas dois serão detalhados nessa pesquisa.

[154] Projetos de urbanismo desenvolvidos pelos alunos do 4º semestre noturno e 7º semestre diurno da FAU/UnB e Trabalho Final de Graduação das estudantes Natália da Silva Lemos, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Unieuro, com a proposta de projeto "Ecovila Urbana da Ecobacia do Urubu" para o Trecho 3, e Shinelle Hills, com a proposta de projeto "Urbanismo ecológico inclusivo" para o trecho da Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari.

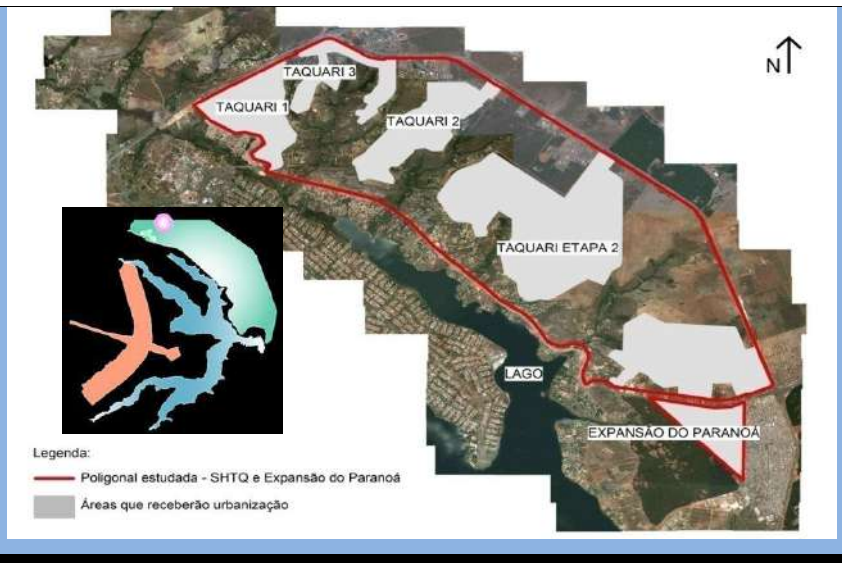


Figura 6.5 – Manchas das ocupações urbanas propostas pela TERRACAP
Fonte: Google Earth. Ilustrado por Jamil Trancredi e Natália Lemos

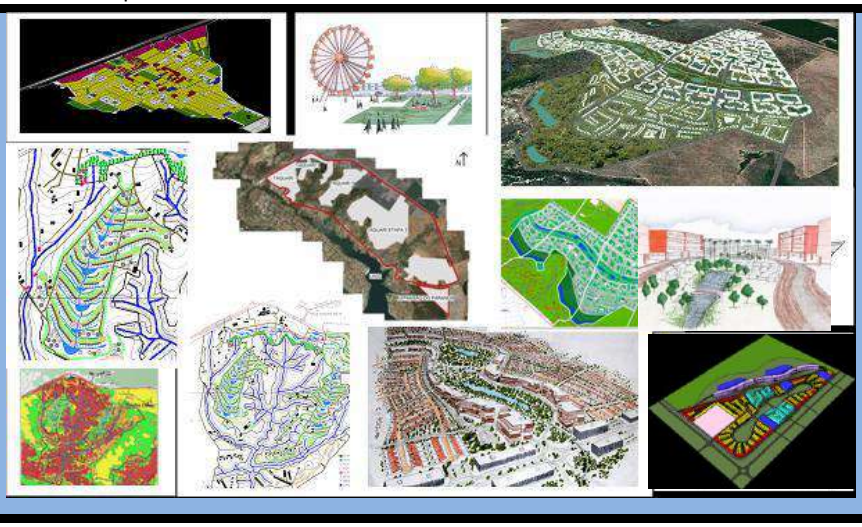


Figura 6.6 – Síntese dos Projetos desenvolvidos por estudantes de arquitetura da FAU UnB e da FAU UNIEURO para a região do Setor Habitacional Taquari e Paranoá.
Fonte: Shinelle Hills, Natália Lemos, Bruno Ávila, Carolina Nogueira, Fernanda Galvão, Natália Rios, Frederico, Jéssica, Thais e Sofia e entre outros.

A intenção não é apresentar os projetos como um produto acabado, ao contrário, é tentar mostra o processo de projeto para que outras áreas do conhecimento percebam como acontece e como podem entrar nesse processo. Simultaneamente, pretende-se contribuir com estudos para futura expansão e adensamento urbano da área prevista por Lucio Costa, em Brasília Revisitada como Asa Nova Norte.

A **Tabela 6.1** apresenta uma síntese metodológica para análise do planejamento regional, do movimento natural das pessoas, das expectativas sociais quanto ao desempenho da forma urbana, dos princípios de sustentabilidade e da aplicação dos padrões espaciais nos projetos.

Tabela 6.1 - Padrões globais – Análise do suprassistema da paisagem para entendimento da bacia hidrográfica

MÉTODO	PROCEDIMENTOS
1.Análise da heterogeneidade espacial da bacia hidrográfica e fluxos de água.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica: atmosfera, solo, vegetação. Cruzamentos de dados, fluxos de água e contexto social: padrões de uso e ocupação do solo - percentual de áreas impermeáveis; tipologias predominantes; faixas de renda média da população; consumo médio de água.

2.Análise da sustentabilidade ambiental - planejamento regional e inventário ecológico	Análise da sustentabilidade ambiental pela análise da apropriação do solo urbano com sobreposição dos mapas do território (IAN MCHARG). Levantamento do solo, vegetação e biodiversidade, clima, comunidade e bacia hidrográfica. Planejamento regional – análise ampliada das diretrizes dos planos do território PDOT; PPCUB; ZAA; ZEE. Sobreposição de mapas: análise do equilíbrio das etapas de intervenção: densidades, usos e sistema viário por meio do mapa axial e dos mapas de sensibilidade ambiental.Taquari 1; Taquari 2; Taquari 3; Etapa 2 (Glebas A,B,C,D e E).
3.Análise sustentabilidade espacial - Sintaxe Espacial	Análise da sustentabilidade espacial por meio da sintaxe espacial dos trechos estudados para identificar as áreas mais integradas, o movimento natural das pessoas, as centralidades. Mapa de integração, global (RN) e local (R3); Mapa com medida de escolha (5.000m; 2.000m e 500m); Mapas dos projetos existentes e dos projetos realizados.
PADRÕES LOCAIS - ECOSSISTEMAS URBANOS – Aplicação dos padrões na escala de desenho urbano no subsistema da comunidade com vistas ao suprassistema da paisagem para promover o desenho urbano sensível água.	
4.Parâmetro resiliência	Análise da Gleba A proposta pela TERRACAP. Analise do transecto da região para determinar as densidades construtivas e aplicar os princípios de sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental nos projetos estudados para seleção de padrões espaciais. Aplicação do conceito de ecossistema Urbano - "Vila Urbana" – Níveis de densidade, conexões, capacidade de suporte.
5. Parâmetro contexto social – expectativas sociais	Contato com a comunidade local e participação na Câmara Técnica do Comitê de Bacia Rio Paranoá. Analisar o bom desempenho da forma urbana em relação às expectativas sociais e aos impactos socioambientais. Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização: dimensão bioclimática; dimensão funcional; dimensão econômica; dimensão copresencial ou sociológica; dimensão expressivo-simbólica; dimensão topoceptiva.
6.Parâmetro fluxos de água	Escolha dos padrões relacionados a boas práticas do manejo das águas pluviais em todas as escalas BMP (US-EPA, 2006), saneamento ecológico, agricultura e permacultura.

6.3 Heterogeneidade espacial - os padrões de ocupação urbana[155] em Brasília e a relação com o ciclo da água no meio urbano.

A heterogeneidade espacial é uma evolução da ciência ecológica, que relaciona a estrutura do sistema de interesse com os processos que nele ocorrem. Ela representa o mosaico natural das aglomerações urbanas, nas quais predominam manchas urbanas, rurais ou silvestres, misturadas espacialmente com as vias. Essas manchas urbanas incluem a complexidade de padrões espaciais e as mudanças de mosaico de manchas ao longo do tempo. Nesse sentido, para a questão do ciclo da água no meio urbano torna-se fundamental investigar os padrões espaciais existentes na bacia hidrográfica.

A Bacia do Paranoá compõe a estrutura de drenagem e abastecimento do Distrito Federal, juntamente com as Bacias do Rio Maranhão, Rio Descoberto, Rio Corumbá, Rio São Bartolomeu e Rio Preto. Ela está situada na porção central do DF e, segundo dados do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá, é aquela que apresenta a maior concentração populacional.

Cerca de 30% de sua área é ocupada por núcleos com características urbanas. Ressalta-se que ela abriga, também, áreas de preservação ambiental de grande importância para o Distrito Federal, tais como o Parque Nacional de Brasília, a APA dos Ribeirões do Gama e Cabeça de Veado, além das zonas núcleo da Reserva da Biosfera de Cerrado (CAESB, 2003).

A Bacia do Paranoá está subdividida em 5 unidades hidrográficas menores denominadas sub-bacias: (1) Santa Maria/Torto; (2) Bananal; (3) Lago Paranoá; (4) Riacho Fundo; (5) Ribeirão do Gama. No Distrito Federal, as unidades hidrográficas são consideradas as menores unidades de planejamento, em termos de recursos hídricos. A **Figura 6.7** ilustra essa divisão.

[155] Beatriz Loyola de lima, Liza Maria Souza de Andrade e Pedro Paulo Hollanda. ANAIS DO ELECS 2013 "Padrões de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano".

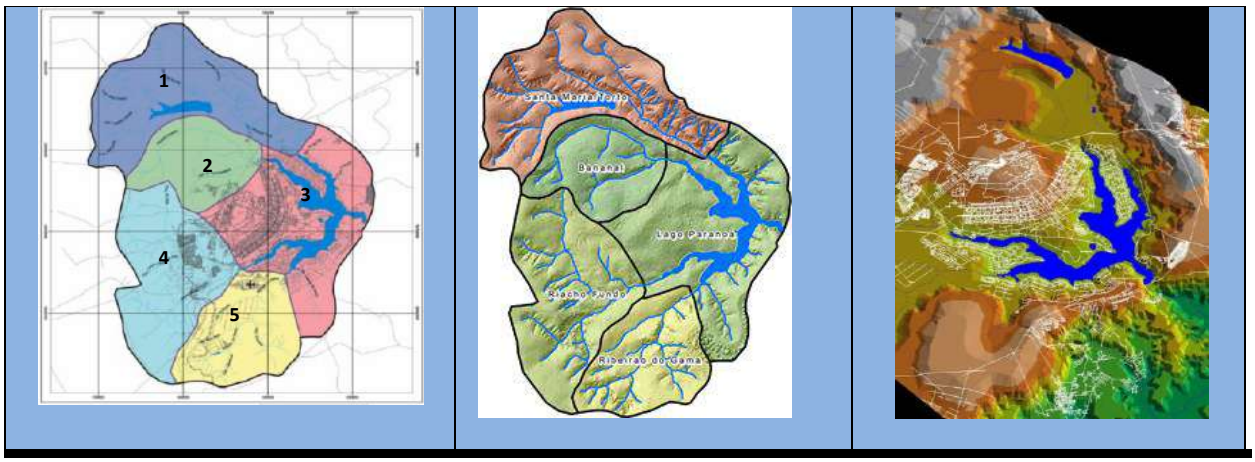


Figura 6.7 - Mapas das unidades hidrográficas da Bacia do Paranoá e modelagem da bacia
Fonte: Braga Netto (2001); Comitê de Bacia do Rio Paranoá e modelagem de Valério Medeiros.

Segundo Menezes (2010), na Bacia do Paranoá predominam os solos com alta taxa de infiltração e alto grau de resistência e tolerância à erosão. Eles respondem por 70% da área total. Os solos com baixa e moderada taxa de infiltração tem um representação pouco expressiva na bacia, aproximadamente 1% da área total. Os solos classificados com taxa de infiltração muito baixa ocupam aproximadamente 25% da Bacia, e tem como outra característica a baixíssima resistência e tolerância à erosão.

Em relação ao clima, o DF apresenta uma forte sazonalidade com dois períodos marcantes: um seco e outro úmido. O período seco, que acontece de maio a setembro, apresenta intensa insolação, alta evaporação, baixa umidade do ar, baixa pluviosidade, pouca nebulosidade e alta amplitude térmica. Já no período úmido, que ocorre entre outubro e abril, observa-se geralmente uma baixa insolação, baixa evaporação, alta umidade do ar, alta pluviosidade, alta nebulosidade e baixa amplitude térmica.

Segundo informações da ADASA, o período mais crítico para o balanço hídrico da região é aquele entre julho e setembro, que combina as maiores médias de evaporação e as menores médias de pluviosidade. Segundo a ADASA, este é o período de maior déficit hídrico no DF, sendo que na Bacia do Paranoá a demanda total chega a corresponder a 55% da vazão outorgável.

Quanto aos padrões de uso na Bacia do Paranoá, pode-se afirmar que o crescimento urbano e populacional, vivido pelo DF nas últimas décadas exerceu forte pressão sobre as áreas desocupadas do território. A demanda por habitação, infraestrutura de transportes, saneamento, drenagem, e serviços diversos também contribuiu para a transformação de áreas agrícolas em áreas urbanas, alterando a cobertura do solo e aumentando significativamente o percentual de impermeabilização da região como um todo (**Figura 6.8**).

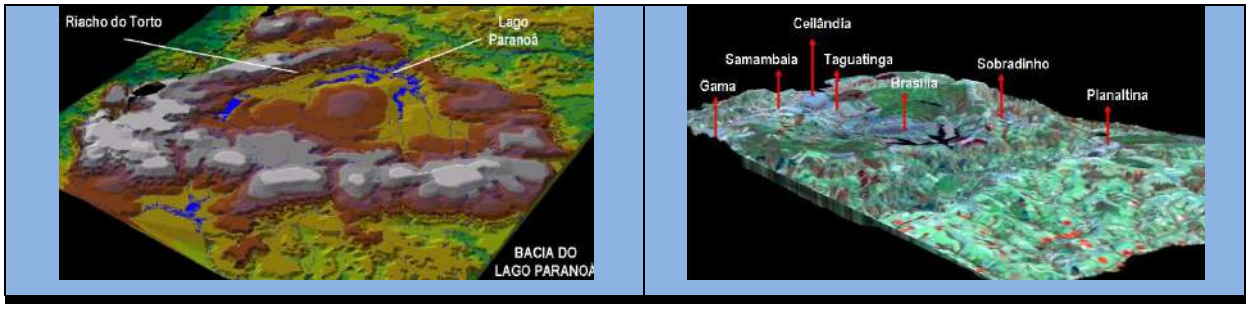


Figura 6.8 – Modelagem da bacia do Paranoá e crescimento das cidades satélites no contexto da bacia.
Fonte: Modelagem Valério Medeiros e Mônica Veríssimo - Bacia do Lago Paranoá como área do Entorno do Conjunto Urbanístico e Paisagístico – Fundação SD.

Somada à demanda habitacional, a preferência por um padrão de expansão urbana de baixa densidade aumenta a pressão sobre o solo e exige a ampliação da malha viária para áreas cada vez mais distantes. Isso tem gerado viagens mais longas entre as partes da cidade e a subutilização de locais com infraestrutura preexistente, acarretando maiores custos de urbanização (ANDRADE et al., 2011).

Menezes (2010) estudou as mudanças no padrão de uso do solo na Bacia do Paranoá ao longo de uma série de 55 anos (1954-2009), por meio de imagens de satélites e fotos aéreas, registrando o aumento das áreas urbanas em detrimento de áreas de cerrado, mata de galeria e campo. As unidades hidrográficas do Lago Paranoá e do Riacho Fundo foram as que apresentaram os processos de urbanização mais significativos.

O pesquisador constatou uma elevação nas taxas de escoamento superficial, em todas as cinco unidades que compõe a Bacia (Bananal, Santa Maria/Torto, Paranoá, Riacho Fundo, e Ribeirão do Gama), com destaque para a unidade do Riacho Fundo. É interessante notar que esta unidade é também a que apresenta a maior concentração de áreas urbanas da classe 3 (>70% de área impermeável). Nesta unidade se localizam, por exemplo, as RA`s do Riacho Fundo I, II e III, Águas Claras, Núcleo Bandeirante e Candangolândia.

A unidade hidrográfica do Lago Paranoá foi a que a apresentou o segundo maior valor de escoamento superficial, no ano base de 2009. Observa-se que ela também apresenta elevada taxa de ocupação urbana, com significativa presença de ocupações com mais de 40%, e mais de 70% de áreas impermeáveis (MENEZES, 2010). Este dado ratifica a relação direta existente entre percentual de áreas impermeáveis e taxas de escoamento superficial.

Segundo Menezes (2010), os valores de escoamento superficial da unidade do Lago Paranoá poderiam ser ainda maiores, não fosse o fato de que esta unidade abriga essencialmente o conjunto urbanístico tombado, no qual ainda se preservam grandes áreas verdes e o crescimento urbano é muitíssimo mais controlado, comparativamente ao restante do DF (**Figura 6.9**).

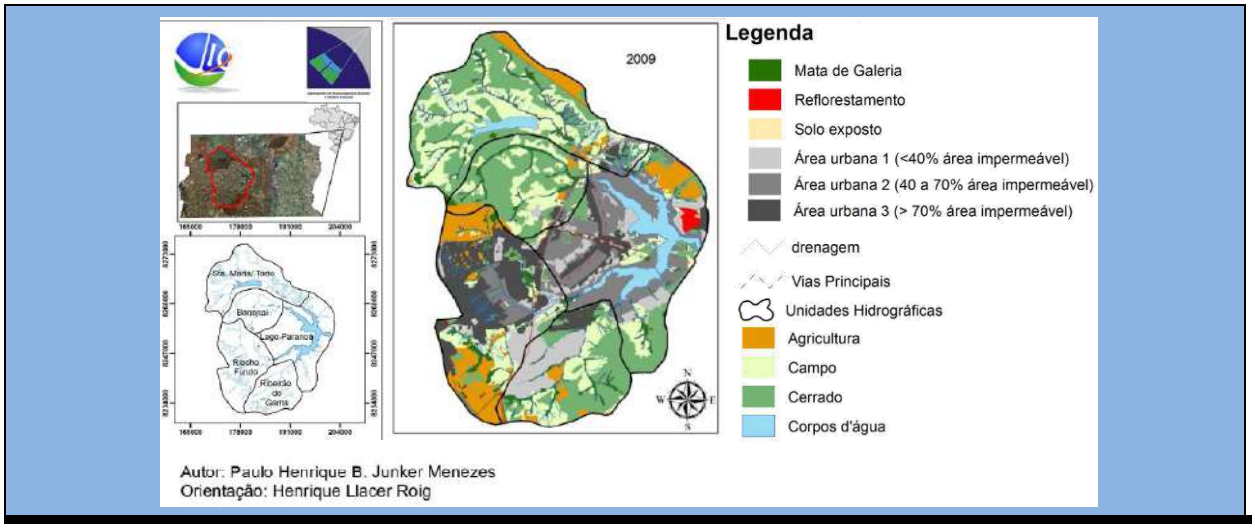


Figura 6.9 – Mapa de classificação de uso e ocupação do solo.
Fonte: MENEZES, 2010

Sobre a unidade do Lago Paranoá, Dias (2011) afirma que a atração pelo Plano Piloto acarretou, em várias épocas, a demanda por loteamentos ou parcelamentos irregulares. Nas décadas de 1970, 1980 e 1990 surgiram "condomínios", alguns dos quais já passaram por processos de regularização, em virtude de pressões políticas e sociais, e também de demandas habitacionais reconhecidas pelos Planos Diretores do DF. Na mesma época, foram criados, também, novos setores habitacionais, como a Área Octogonal e o Setor Sudoeste, aumentando significativamente o percentual de áreas urbanas e, consequentemente, de áreas impermeabilizadas na unidade.

Hoje, está em construção o Setor Noroeste, mais uma área significativa para a ocupação da Bacia do Paranoá, com superquadras semelhantes às existentes no Plano Piloto e população estimada em 40.000 habitantes; os impactos já estão sendo percebidos no lançamento da drenagem no Lago Paranoá.

Cabe ressaltar que o percentual de área impermeável não é o único fator determinante para elevar as taxas de escoamento superficial em uma unidade hidrográfica. As características do solo também exercem influência sobre a capacidade de infiltração do solo e consequentemente, sobre suas taxas de escoamento. O mapa de porcentagem da precipitação excedente, gerado por Menezes (2010), permite visualizar esta relação quando confrontado com o mapa de grupos hidrológicos de solos e o mapa de classificação de uso e ocupação do solo.

Exemplos desta relação podem ser observados nas áreas ao redor da Barragem de Santa Maria, nas ocupações dos Lagos Sul e Norte, na região de Taguatinga, e na área ocupada pelas quadras do Park Way. Nestas áreas, a porcentagem de infiltração varia em função da combinação de tipo de solo e grau de impermeabilização da ocupação. Na **Figura 6.10**, a legenda corresponde ao terceiro mapa, justamente o de porcentagem da precipitação excedente.

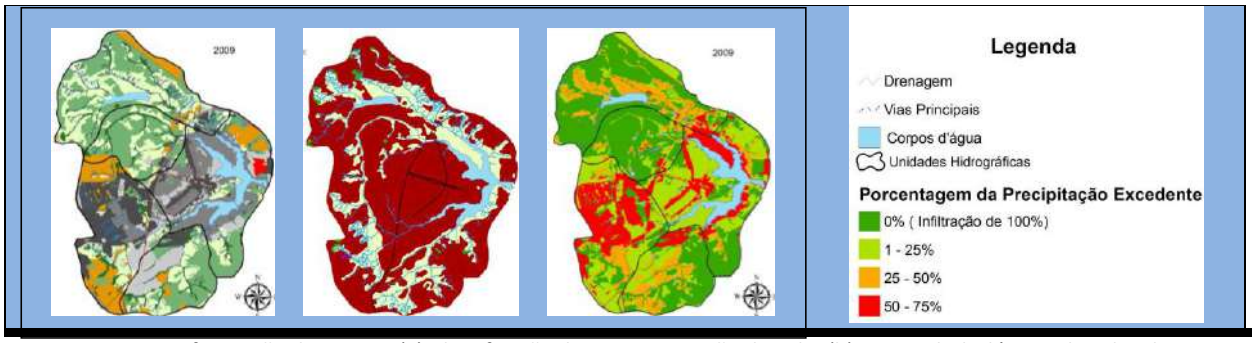


Figura 6.10 – Confrontação de Mapas: (a) Classificação de uso e ocupação do solo; (b) Grupos hidrológicos de solos da Bacia do Paranoá – vermelho latossolo vermelho; (c) Porcentagem da precipitação excedente para evento simulado de uma precipitação de 50 mm.
Fonte: MENEZES, 2010.

Ao mesmo tempo em que padrões de uso do solo podem causar impactos sobre o ciclo da água, em função do aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração, também podem alterar o balanço hídrico, pela questão do consumo.

O trabalho de Sant'Ana (2011) avaliou aspectos de tipologia edilícia e renda familiar, porém relacionando-as com a questão do consumo de água. Segundo o autor, a premissa básica é de que quanto maior a renda, maior o número de elementos consumidores de água na residência, como, por exemplo, maior quantidade de aparelhos sanitários, mais jardins e piscinas.

Cruzando dados socioeconômicos do PDAD e dados de consumo de água disponibilizados pela CAESB, no ano de 2004, o autor observou que as regiões administrativas que abrigavam a população de maior renda apresentavam os maiores valores de consumo de água per capita diário. Lago Sul e Lago Norte apresentavam as maiores faixas de renda do DF, entre 43 e 34 salários mínimos, e foram classificadas por Sant'Ana como regiões de alta renda.

Na **Tabela 6.2**, pode-se observar que ambas as regiões apresentaram alto consumo de água, superior a 400 litros/pessoa/dia. Brasília, Guará e Cruzeiro foram classificadas como regiões de média alta renda, enquanto a maioria das demais regiões administrativas foi classificada como média baixa renda. Ceilândia, Samambaia, Recanto das Emas, Santa Maria, Brazlândia e Planaltina foram classificadas como regiões de baixa renda, por apresentarem renda média entre 1 e 5 salários mínimos. Coincidentemente, estas mesmas 6 regiões apresentaram alguns dos menores consumos de água, todos inferiores a 150 litros/pessoa/dia.

Se a faixa de renda da população é proporcional ao consumo médio de água, torna-se fundamental compreender como se dá a distribuição socioeconômica no território da Bacia, e quais são os fatores determinantes para esta distribuição.

Baseado no levantamento do CENSO 2000, Holanda (2007) defende que as faixas de renda da população residente mudam dramaticamente, de acordo com a tipologia arquitetônica e as características urbanas locais, independentemente de sua distância ao centro da cidade. Ele fez um cruzamento de dados do tipo edilício predominante nos bairros de Brasília, a faixa de renda de sua população residente baseada no CENSO de 2000 e distância ao centro funcional. Embora os resultados fossem relativamente esperados, os números encontrados foram bastante interessantes.

Segundo Holanda (2007), atributos, tais como tamanho dos lotes, fato de serem casas ou apartamentos, existência ou não de pilotis, disponibilidade de estacionamento ou garagem subterrânea, oferta de facilidades tecnológicas (e.g. TV a cabo, internet), entre outros, pesam na maneira como famílias de várias faixas de renda se distribuem pelo território (**Figura 6.11**).

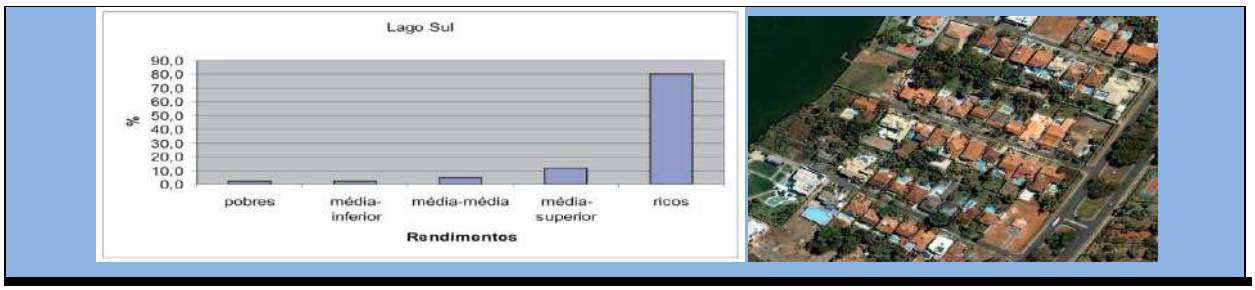


Figura 6.11 – Porcentagem de residentes por faixa de renda, e vista aérea do Lago Sul.
Fonte: HOLANDA, 2007 e Google Earth

Isto explica, por exemplo, o fato de edifícios típicos das quadras 100 da Asa Sul – edifícios com 6 pavimentos, sobre pilotis, com elevadores e garagens – abrigarem maior percentual das classes alta e média alta, enquanto edifícios das quadras 400, também na Asa sul – conhecidos como blocos "JK", de até 3 pavimentos sem pilotis, elevadores ou garagens – abrigarem um percentual muito mais significativo das classes média-média e média-baixa, segundo a classificação de Holanda (2007).

A região do Lago Sul, com a ocupação de baixa densidade e de uso exclusivamente residencial, é caracterizada por casas individuais em centros de lote, comércios locais isolados, vias expressas e sistema viário "em árvore", e lotes de no mínimo 1.200m². Nesse setor, 90% da população é de ricos (CENSO 2000), com renda mensal do chefe de família superior a R$ 4.800,00.

Já a região mais densa analisada, o Recanto das Emas, mais distante do centro funcional, se caracteriza por ser uma das áreas mais pobres do DF, com 60% da população de classe baixa e 30% da população de classe de média baixa. Observa-se uma densidade elevada e poucas áreas verdes, ainda que haja alguns vazios urbanos. Segundo Holanda (2007), os lotes foram cedidos gratuitamente à população, como parte de uma política populista do governo local; as casas são em sua maioria autoconstruídas.

Ao analisar as características da ocupação da Bacia apresentadas até aqui, percebe-se que também é possível estabelecer uma relação entre o grau de impermeabilização das ocupações urbanas e a faixa de renda de sua população residente. Ainda que esta pareça ser uma relação menos direta do que consumo e faixa de renda, é possível observar uma tendência de maior impermeabilização nas áreas ocupadas pelas classes mais baixas.

Exemplo disto é o fato de que a única ocupação que apresenta percentual de impermeabilização compatível com a classificação de área 1 (< 40%) segundo Menezes (2010) é a do Park Way, considerada de alta renda e média alta renda. Segundo a mesma lógica, todas as ocupações classificadas por Sant'Ana (2012) como sendo de média baixa renda apresentam mais de 70% de área impermeável, correspondente à classificação de área 3, no trabalho de Menezes (2010).

A partir dessas informações, Lima, Andrade e Hollanda[156] (2013) fizeram o levantamento da relação dos padrões de uso e ocupação do solo, tipos edilícios, consumo e renda da população em Brasília (baseados em HOLANDA 2007; SANT'ANA 2011), no campo da arquitetura e urbanismo. Posteriormente, foi realizado o cruzamento desses padrões espaciais com as taxas de impermeabilidade e escoamento (baseados em MENEZES, 2010), no campo da geologia. Identificou-se que, quanto mais alta a renda, menor o escoamento superficial e maior o consumo de água.

Por meio desses elementos foi estabelecida uma relação entre o grau de impermeabilização das ocupações urbanas e a faixa de renda de sua população residente, como apresentado na **Tabela 6.2**.

Tabela 6.2 - Heterogeneidade espacial na Bacia do Lago Paranoá: cruzamento de informações sobre padrão de uso do solo, faixa de renda da população, consumo de água e percentual de área impermeável. (LOYOLA, ANDRADE E HOLLANDA)

Localidade e vista aérea	**Percentual de área impermeável** (Menezes, 2010)	**Tipologia predominante**	**Faixa de renda média da população** (Sant'Ana, 2011)	**Consumo médio de água** (Caesb, 2004)

[156] LOYOLA, Beatriz, ANDRADE, Liza, HOLLANDA, Pedro Paulo."Padrões de uso e ocupação da bacia hidrográfica do paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano". Publicado no Encontro Latino Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis em Curitiba, Paranoá, 2013.

ParkWay	< 40%	Residencial unifamiliar	Alta renda	Não informado.
Lago Sul	40 a 70%	Residencial unifamiliar	Alta renda	Alto consumo 681 l/pessoa/dia
Lago Norte	40 a 70%	Residencial unifamiliar	Alta renda	Alto consumo 434 l/pessoa/dia
Asa Sul	40 a 70%	Residencial multifamiliar	Média alta renda	Alto consumo 476 l/pessoa/dia
Cruzeiro Novo	40 a 70%	Residencial multifamiliar	Média alta renda	Alto consumo 486 l/pessoa/dia
Asa Sul (quadra 700)	> 70%	Residencial unifamiliar	Média alta renda	Alto consumo 476 l/pessoa/dia

Guará	> 70%	Residencial unifamiliar	Média alta renda	Médio consumo 242 l/pessoa/dia
Cruzeiro Velho	> 70%	Residencial unifamiliar	Média alta renda	Alto consumo 486 l/pessoa/dia
Núcleo Bandeirante	> 70%	Residencial unifamiliar	Média baixa renda	Alto consumo 435 l/pessoa/dia
Paranoá	> 70%	Residencial unifamiliar	Média baixa renda	Baixo consumo 165 l/pessoa/dia

Segundo Holanda (2010), há sérios problemas quanto às baixas densidades edificadas em Brasília, à alta dispersão da ocupação territorial, à perversa relação entre localização de empregos e localização de moradias, com excepcional concentração de comércio e serviços no centro metropolitano. Na sua visão, a densidade média das áreas urbanas do DF também é muito baixa.

Estudos mais recentes indicam uma densidade de 23 hab./ha para a metrópole do DF, enquanto São Paulo possui 108,8 hab/ha. Há uma grande variação, quando se analisa separadamente as regiões administrativas do DF; enquanto na RA-I (Plano Piloto) a densidade média é de 14 hab/ha, as regiões mais pobres chegam a ter densidades de 90 hab/ha. Ressalta-se que a diferença de densidade, em parte, tem a ver com a grande quantidade de áreas verdes e espaços residuais no Plano Piloto, e a falta dessas áreas nas regiões administrativas.

A relação entre a baixa densidade encontrada no Plano Piloto com o grande número de empregos que nele se localizam, fazem com que ocorram grandes deslocamentos das demais RA's para o centro. Segundo Holanda, Ribeiro e Medeiros (2008), a configuração espacial da malha viária do Distrito Federal não favorece o sistema de transporte de massa, contribuindo para o intenso movimento pendular entre as áreas periféricas e o centro metropolitano, comprometendo a sustentabilidade espacial do Distrito Federal (**Figura 6.12**).

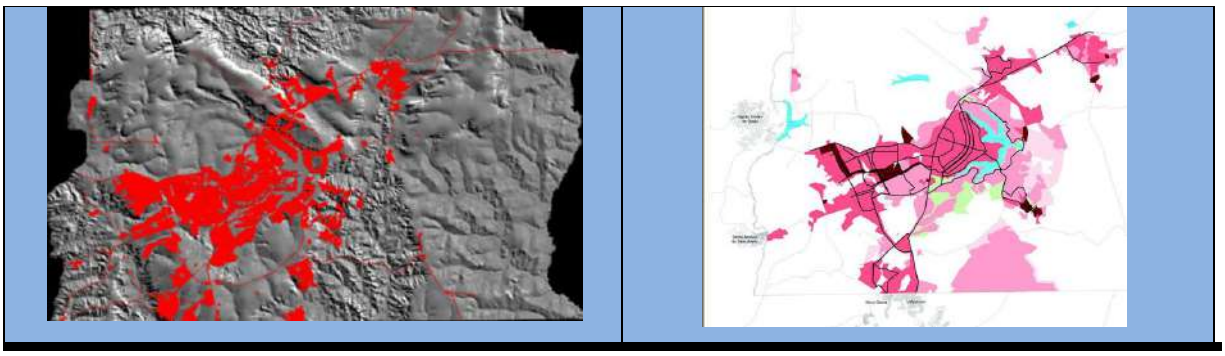


Figura 6.12 – Mapa da mancha urbanizada do DF de 2006 e mapa de densidades do DF (rosa escuro - alta densidade; rosa vibrante - média densidade; rosa claro - baixa densidade. O rosa muito claro indica densidade muito baixa.
Fonte: SEDABH, ZEE (2011); PDOT (2009)

Há uma excessiva concentração de comércio e serviços no centro metropolitano de Brasília, o que revela uma perversa relação entre a localização de empregos e a distribuição de moradias. Aproximadamente 70% dos empregos do DF são reportados como se situando no Plano Piloto, embora a área abrigue menos de 10% da população das unidades administrativas do DF.

Segundo Aragão (2006), a consolidação das urbanizações residenciais dispersas no DF e no seu entorno segue a lógica da configuração de um espaço que privilegia lógicas de fluxo e dinâmicas funcionais, estratégicas e organizacionais, no lugar da tradicional importância das relações de proximidade entre os espaços. O que se vê é uma grande mancha de urbanização contínua, com maior ou menor intensidade de uso, sem núcleos urbanos definidos, caracterizando centralidades difusas.

Esse cenário enfraquece os potenciais das centralidades urbanas, como será visto adiante, em áreas de comércio e serviço, subutilizando locais com infra-estrutura preexistente, o que implica elevados custos de urbanização. Segundo o ZEE, o DF deixou de ter o padrão polinucleado de ocupação urbana para assumir um padrão estelar, ao longo dos grandes eixos viários/corredores de transporte.

Entretanto, sob a ótica da análise da sintaxe espacial, não há uma relação direta das áreas mais integradas do sistema viário com as áreas mais adensadas. Portanto, não favorece a sustentabilidade espacial do território do Distrito Federal, como ilustra a figura abaixo. Os tons mais quentes são as áreas mais integradas do sistema e os tons mais frios, as áreas menos integradas.

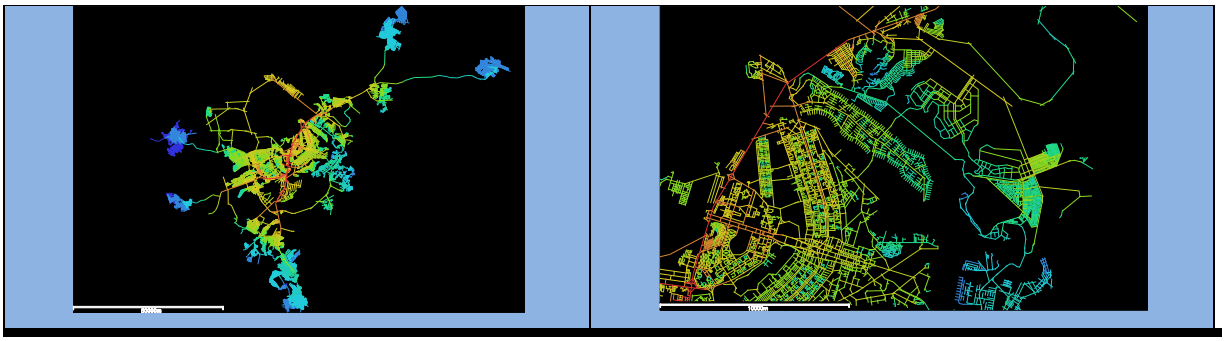


Figura 6.13 – Mapa de integração global (Rn), com destaque para a região do SHTQ
Fonte: Medeiros (2006)

Apesar de Brasília ter nascido a partir de um plano urbanístico rigoroso, baseado no urbanismo moderno, o uso e a ocupação do solo do Distrito Federal não ocorrem de forma

planejada. Segundo Fonseca e Braga Netto (2001, p. 259), os projetos urbanísticos das expansões das cidades satélites foram implantados, em grande parte, desconectados do planejamento territorial. Surgiram por meio de pressões de demandas por habitação, forçando, constantemente, a expansão dos espaços residenciais. Observa-se aqui, uma das hipóteses da tese, a necessidade e a força de se atuar na escala refinada do desenho urbano.

Na visão de Aragão[157] (2006), essa tendência de crescimento urbano causa impacto no meio-ambiente: o padrão de uso e ocupação do solo extensivo ocupa muitas áreas com importância ambiental, que poderiam ser objeto de preservação. Segundo ela, os loteamentos que seguem o modelo de chácaras de recreio não assegura baixos impactos para o meio ambiente, uma vez que grande parte da cobertura vegetal dos lotes é substituída por um paisagismo de espécies exóticas, além da impermeabilização crescente do interior desses lotes.

Além disso, esse cenário contribui para alterações climáticas no microclima local. Houve um aumento da temperatura média anual em 1,2°C nos últimos 20 anos, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Aumentou de 20,2°C, em 1992, para 21,4°C, em 2012.

No mapa de temperatura do solo, a partir da imagem de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais[158], levantados pelo IBRAM, é possível notar o aumento dos pontos coloridos em laranja e vermelho, entre 1985 e 2010, no Distrito Federal.

Nas pesquisas realizadas pelo professor de ciências ambientais da Universidade de Brasília (UnB), Gustavo Baptista, no DF, há formações de ilhas de calor polinucleadas: os centros das cidades maiores, como Taquatinga, ficam mais quentes do que os centros das cidades não adensadas. Para ele, a solução é bem simples: aumentar o verde urbano, plantando árvores para fazer sombra e incorporar o vapor d'água na atmosfera (**Figura 6.14**).

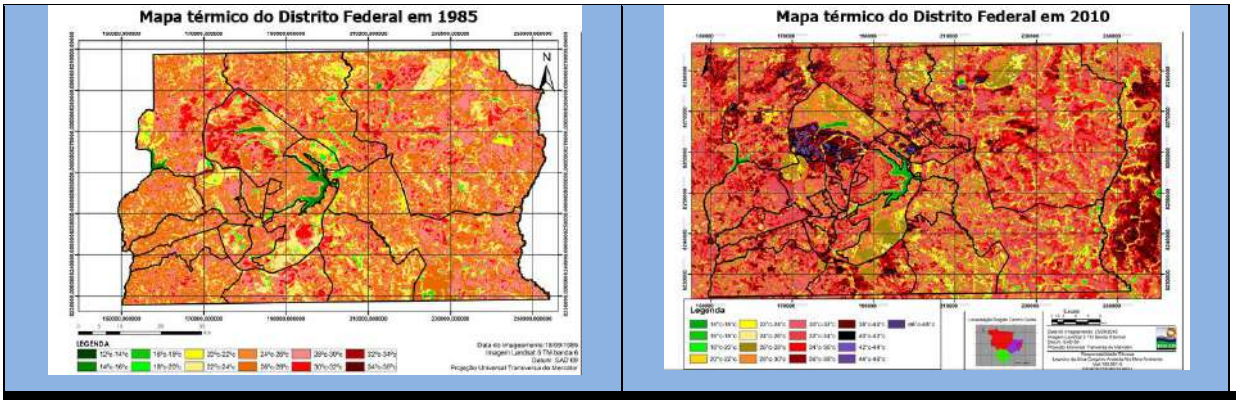


Figura 6.14 – Mapa Térmico do Distrito Federal de 1985 e de 2010
Fonte: SEDABH, ZEE (2011); PDOT (2009)

Podem ser observadas duas realidades no DF: a do Plano Piloto, arborizado e climatizado, em contraste com a situação das outras cidades, com superfícies impermeabilizadas e com moradias capazes de criar ambientes cada vez mais quentes. O

157 http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.077/309
158 Disponível em http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/especiais/ser-sustentavel/2013/06/04/interna-ser-sustentavel,369428/mapa-comparativo-mostra-mudancas-climaticas-no-distrito-federal.shtml. Acesso em 01 de maio de 2013.

fenômeno das ilhas de calor, no qual o centro faz mais calor do que a periferia, tem se tornado frequente na região na capital.

Pelos estudos realizados por Romero (2011) nas superquadras, foi comprovado o aparecimento da ilha de calor como fenômeno noturno, quando o calor armazenado durante o dia pelas construções é dissipado, elevando-se a temperatura no período noturno. A correlação linear entre as áreas verdes (árvores de médio porte) e a temperatura foi negativa para os três horários analisados: 9, 15 e 21 horas. A existência de vegetação de copa densa no espaço aberto diminui a temperatura ambiente, ao fornecer sombra e bloquear a radiação direta no piso.

Nas medições de temperatura ambiental, realizadas por Gouvea (2002, p. 55), em Brasília foram registradas diferenças de até 1,5ºC, quando comparadas às temperaturas em locais com grama e com asfalto/cimentado, sendo a grama o material que provoca menos calor. Já, nas medições de temperatura superficial: na sombra, a diferença entre o asfalto e a grama é de até 12°C, enquanto que, no sol, as diferenças diminuem para até 9,9^{o}C, sendo a grama sempre o material com os menores valores de temperatura.

Aqui reside o conflito para as cidades sensíveis à água, "cidades mais verdes ou cidades mais compactas", eis a questão[159]?

O modelo de expansão urbana disperso causa impactos em áreas ambientalmente sensíveis de recarga de mananciais, o que também compromete a sustentabilidade ambiental. E, conforme foi visto nos manuais da Agência Americana de Proteção Ambiental – EPA, esse efeito, considerando o escoamento das águas pluviais na na bacia hidrográfica, no longo prazo, é pior do que se houvessem núcleos urbanos mais densos em determinadas regiões. Dependendo dos estudos da bacia, é melhor concentrar as ocupações em uma certa área, do que expandir em toda a bacia, desde que sejam acompanhadas de boas práticas de manejo das águas pluviais.

Segundo Fonseca e Braga Netto (2001), a falta de fiscalização e planejamento contribuíram para o agravamento dos impactos socioambientais na bacia hidrográfica, sobrecarregando os tributários do Lago Paranoá. Isto, reforçados pelas ações ilegais dos moradores da orla com substituição de vegetação nativa pelos gramados das mansões que margeiam o lago, pela movimentação de terra na cidade, devido à expansão da construção civil e pelo sistema de drenagem tradicional existente que carreia os resíduos e sedimentos para o corpo d´água.

Na visão do superintendente de Recursos Hídricos da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, Diógenes Mortari, o grande problema é a ausência de integração entre os planos do território, que dificulta a implementação de ações para mitigar o processo de assoreamento e promover a sustentabilidade do Lago Paranoá.

Atualmente, há diferentes planos de ação que envolvem a Bacia do Paranoá, tais como: Plano de Recursos Hídricos, Plano Diretor de Águas e Saneamento, Plano de Resíduos Sólidos, Plano de Drenagem Urbana, Plano Diretor de Ordenamento Territorial e Plano de Zoneamento Ambiental da APA do Paranoá.

---

[159] ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade e BLUMENSCHEIN, Raquel Naves. Cidades sensíveis à água, cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão? Revista Paranoá, Brasília, 2013.

Segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana[160] – PDDU, o ZEE-DF indica que, dos 373 lançamentos de drenagem pluvial, 124 pontos de lançamento de águas pluviais vão diretamente para o Lago Paranoá transportando substâncias tóxicas, como detergentes, óleos e graxas. E ainda não existe nenhum tipo de manejo e técnicas adequadas para melhorar a velocidade e qualidade das águas pluviais. Nem mesmo técnicas mais tradicionais como estruturas de sedimentação e de dissipação de energia do escoamento.

Segundo a WWF (2013), estas deficiências podem ser responsáveis por pelo aporte de, aproximadamente, duas toneladas por hectare ao ano de sedimentos, provenientes de processos erosivos laminares. Entre outros problemas, se destacam a mistura de esgotos sanitários na rede de drenagem de águas pluviais e o carreamento de resíduos sólidos para as redes. As dragagens para a retirada do excesso de resíduos que se acumulam no leito do Paranoá não são suficientes para reverter a situação.

Na visão do presidente do Comitê de Bacia do Rio Paranoá[161], Paulo Salles, é fato que, ao longo do tempo, todo lago tende a desaparecer por estar na parte mais baixa da bacia hidrográfica, local propício a receber os sedimentos, porém, esse processo natural pode ser acelerado ou retardado dependendo das intervenções na bacia hidrográfica.

A decisão de usar o Lago Paranoá como manancial de abastecimento e o enquadramento das águas superficiais do DF, em discussão no Conselho de Recursos Hídricos, trazem a tona o debate sobre o controle da poluição difusa e o grande problema de assoreamento que vem sofrendo o Lago Paranoá.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídrico do DF, com pouco mais de 50 anos, o Lago Paranoá já perdeu 15% de lâmina d'água e se continuar nesse ritmo as previsões não são muito otimistas para os próximos 20 anos. Formado em 1959, ocupava cerca de 48km² e, hoje, está com 40km² de área, aproximadamente.

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental[162] afirma que, desde a fundação de Brasília, os conceitos utilizados na drenagem urbana passaram por uma verdadeira revolução, conforme vista no capítulo 4, contudo, a cidade não foi adaptada, sendo necessário agir na fonte do problema e reduzir as vazões do escoamento superficial que demandam as redes de drenagem. Para tanto, há que se reduzir a impermeabilização do solo urbano público e privado e favorecer o aproveitamento ou a infiltração das águas de chuva, localmente, ao invés de transportá-las

Apesar disso, no relatório apresentado ao Comitê de Bacia do Rio Paranoá, a WWF salientou que o ZEE considera a qualidade das águas superficiais como excelente ou muito boa na Bacia, porém, a elevada taxa de crescimento urbano é maior do que a capacidade da CAESB em manter pesados investimentos no saneamento no DF, tendo, como consequência,

---

160 Resumo apresentado ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Paranoá à Câmara Técnica Assoreamento do Lago Paranoá para elaboração do Termo de Referência pelo contrato WWF-Brasil – CPS 887 2012 para o futuro Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Afluentes do Rio Parnaíba no DF – PRH – Paranoá. WWF, Brasília 2013.

161 Correio Brasiliense de 17/03/2012 http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/03/17/interna_cidadesdf,293737/lago-paranoa-corre-o-risco-de-virar-tiete.shtml

162 A Seção DF da ABES, preocupada com a questão das águas pluviais no DF, promoveu uma mesa redonda na Faculdade de Tecnologia da UnB - "Repensar o manejo das águas pluviais no Distrito Federal", visando estimular o debate desta temática entre acadêmicos, sanitaristas, urbanistas e demais interessados. Nesse debate ficou evidente a necessidade e urgência de avanços para questão das águas urbanas do Distrito Federal.

a disposição de esgotos em sistemas de saneamentos não muito ecológicos como as fossas sépticas em diversos condomínios.

De acordo com a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, CAESB, o Lago Paranoá poderá servir como fonte de abastecimento de água para cerca de 600 mil pessoas, nos próximos anos. Esta alternativa está sendo estudada, desde 2005[163], devido ao custo elevado de buscar outras fontes de abastecimento. A Agência Nacional de Águas concedeu à CAESB a outorga para captacão no Lago Paranoá para abastecimento humano, em 2009. Há de se considerar, ainda, a oferta hídrica no Distrito Federal, que é limitante de crescimento e desenvolvimento do território, devido à baixa vazão dos cursos d´água.

Outro aspecto importante, que diz respeito à "heterogeneidade espacial", é o fato de que os parâmetros urbanísticos, tradicionalmente definidos por regras de ocupação do uso do solo no Brasil, são limitados no que tange às relações de interação entre a forma construída, espaços abertos e os processos naturais como os fluxos de água.

Em muitas cidades, o detalhamento da escala local fica a critério das leis de uso e ocupação do solo – LUOS - que lançam diretrizes com foco, apenas, no uso do solo e das taxas de permeabilidade. Essas taxas contribuem para a infiltração de água no solo, mas não são suficientes para promover um bom desempenho do ciclo da água no meio urbano, pois os governos locais não conseguem fiscalizar a ocupação do lote e os espaços livres públicos não são utilizados, ainda, para captação e armazenamento de água da chuva.

Neste caso, torna-se fundamental aplicar os estudos sobre o desenho urbano sensível à água, desde os sistemas de infraestrutura, de circulação de vias, de vegetação, das áreas livres públicas e elementos fundiários (quadras e lotes) bem como o estudo do tipo edilício, determinante como tipo de moradia apropriada pelas classes sociais. Além de incluir técnicas de saneamento ecológico e permaculturais.

Todas essas características precisam ser consideradas dentro de uma gestão ecológica do ciclo da água, numa "visão sistêmica" e transdisciplinar, que relacione o desempenho hidrológico de uma bacia de drenagem com usos consuntivos da água, com os efeitos ecológicos dos padrões espaciais e ainda com os efeitos do planejamento do uso do solo urbano e do desenho espacial.

Atualmente, o Distrito Federal é apontado como uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante. Mesmo possuindo muitas nascentes e cabeceiras, não há a formação de rios de grande vazão capazes de suprir a demanda e a média de consumo por habitante é excessivamente superior à média nacional.

As soluções para minimizar o processo de assoreamento do Lago Paranoá, além da questão política, passarão por desenhos de arquitetura e de urbanismo mais sustentáveis voltados para as futuras expansões urbanas que incluam noções de planejamento urbano, desenho urbano, infraestrutura urbana, paisagismo e ecologia.

6.4 Análise do planejamento regional: sobreposição dos planos e mapas da região

[163] A alternativa começou a ser estudada, em 2005, quando a CAESB identificou a vazão de 8 metros cúbicos por segundo (m^3/s) nas barragens do Rio Descoberto e de Santa Maria e Torto.

Pode-se dizer que McHarg (1969) contribuiu para inaugurar uma nova era do planejamento e foi o precursor do Sistema de Informação Geográfica (GIS) com o uso de sobreposições das características ambientais para chegar em um melhor desempenho do *design* do lugar, com o planejamento em escala regional e com o uso de mapas e gráficos que mostravam a drenagem, os solos, os recursos naturais e culturais para revelar áreas suscetíveis a diferentes tipos de usos humanos.

Ele considerava, como exemplo de análise, a avaliação da paisagem das bacias hidrográficas. Os ecossistemas das bacias hidrográficas vão muito além do espaço determinado pela margem dos rios, alguns quilômetros de terra e sua rede de drenagem pluvial são importantes componentes deste sistema.

McHarg (1969) considera como aspectos básicos para o planejamento regional: geologia, fisiografia, hidrologia, associações de plantas, animais selvagens, problemas de água, recursos hídricos, recursos minerais, acessibilidade, adequações intrínsecas, silvicultura, recreação, urbano.

No Brasil, para conseguir um "inventário ecológico" para o planejamento regional é necessário buscar informações nos vários planos do território, pois as informações mais detalhadas são encontradas separadamente. Em geral, os Planos Diretores não fazem uma abordagem integrada com as políticas ambientais e demais políticas setoriais, que continuam sendo tratadas de forma segmentada e não conseguem fazer a integração das Agendas Verde e Marrom. Ainda ocorre a falta de integração dos órgãos do governo, que produzem diretrizes pouco específicas e algumas vezes divergentes nos planos do território.

Na elaboração do Plano de Ordenamento Territorial do DF - PDOT, não houve integração entre os técnicos que elaboraram o documento e aqueles da área ambiental do próprio governo. A revisão do PDOT não foi precedida pela elaboração do Zoneamento Econômico Ecológico - ZEE, nem mesmo do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, observando os limites e fragilidades nos ecossistemas.

Isto se torna um agravante para a sustentabilidade da capital do país, visto que há uma limitação na oferta hídrica no Distrito Federal, comparada ao desenvolvimento do território, considerado uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante, devido à baixa vazão dos cursos d'água.

Tendo em vista este cenário, o Lago Paranoá se tornará uma opção para abastecimento de novas ocupações urbanas, porém, nos últimos anos, vem sofrendo com o processo crescente de assoreamento, causado pelas ocupações urbanas e pelo sistema tradicional de drenagem urbana, incluindo redes de esgoto clandestinas.

Assim, para se ter uma noção ampliada do planejamento regional da Bacia do Lago Paranoá, foram analisados os seguintes documentos[164]: Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF - PDOT – 2009; Zoneamento Ambiental da APA do Lago Paranoá - ZAA; Zoneamento Ecológico-Econômico do DF - ZEE, Plano de Preservação do Conjunto Urbano – PPCUB, Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU, e do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos - PGIRH. Dessas análises foram extraídas, para a área em estudo, as diretrizes e mapas de uso do solo e vulnerabilidades ambientais de cada documento.

---

[164] Esses documentos foram analisados por Jamil Tancredi no âmbito da monografia "A Insustentabilidade dos Planos do Território" no curso de especialização Reabilita da FAU-UnB, coordenado pela professora Liza Andrade.

Para o levantamento de possíveis conflitos entre áreas destinadas à urbanização e áreas de sensibilidade ambientais, foram sobrepostas as manchas urbanas previstas pela TERRACAP (algumas já definidas, outras ainda em fase de estudo) com as delimitações de sensibilidades ambientais encontradas nos planos e zoneamentos para a região.

A construção dos mapas para análise foi feita, a partir da sobreposição dos mapas de imagem contidos nos arquivos digitais dos planos e zoneamentos estudados sobre a base SICAD em extensão .dwg, com os projetos e estudos para as expansões do Taquari inseridos. As manchas contidas nos planos foram transformadas em polígonos e depois cruzadas com as poligonais urbanas.

Os mapas utilizados para extrair as informações ambientais da região foram baseados nos mapas dos planos do território descriminados na **Tabela 6.3**.

Tabela 6.3 - Planos utilizados para extrair as informações socioambientais da região.

PLANOS DO TERRITÓRIO	MAPAS
ZAA	Mapa de susceptibilidade a contaminação de aqüíferos, contido no ZAA. Mapa de vegetação nativa.
ZEE	Mapa de sensibilidade do solo à erosão. Mapa de sensibilidade dos aquíferos à recarga e à produção hídrica. Mapa de sensibilidade ambiental integrada. Mapa de vegetação nativa
PDDU	Mapa de feições erosivas do Distrito Federal.
PDOT 2009	Mapa de densidade demográfica.
PPCUB	Mapa da área de entorno do Conjunto Tombado de Brasília.

6.4.1 Síntese dos Planos do Território

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial de 2009 - PDOT 2009 – Lei Complementar Nº 803, de 25 de abril de 2009 - é o principal instrumento de planejamento urbano do DF; nele estão contidas as definições do macrozoneamento, os critérios e diretrizes gerais de uso e ocupação do solo, servindo de orientação para os agentes públicos e privados que atuam no território do Distrito Federal. (PDOT 2009). O Art. 2º define sua finalidade como sendo: “propiciar o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana e rural e o uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado de seu território, de forma a assegurar o bem-estar de seus habitantes”.

A área do SHTQ (localizada na RA XVIII – Lago Norte) recebe as seguintes classificações no PDOT 2009, a variar do seu trecho: Zona Urbana de Uso Controlado I, Zona Rural de Uso Controlado V, Área de regularização de interesse específico – ARINE, e encontra-se dentro de uma Área de Proteção de Manancial – APM conforme a **Tabela 6.4**.

Tabela 6.4 - Zoneamento do SHTQ

Zona urbana de Uso Controlado I	Manter uso predominantemente habitacional de baixa densidade demográfica **(15 até 50 hab/ha)**, com prestação de serviços, atividades institucionais e equipamentos públicos e comunitários. Respeitar o plano de manejo e demais legislação pertinente. Proteger os recursos hídricos com a manutenção e a recuperação da vegetação das áreas de preservação permanente. Adotar medidas de controle ambiental para as áreas limítrofes às UCPI e às ARIE.
Área de Proteção de Mananciais APM’s	Manter preservadas as áreas com remanescentes de vegetação nativa. Recuperar as áreas degradadas localizadas em áreas de preservação permanente – APP. Incentivar a implantação de sistemas agroflorestais e a ampliação da área de vegetação nativa para proteção do solo e dos corpos hídricos. Implantar obras de saneamento básico, drenagem pluvial, coleta de lixo e atividades mitigadoras dos impactos ambientais do processo de urbanização.

	Proibir o lançamento de águas pluviais a montante do ponto de captação de água do manancial. Em áreas de atividade agropecuária devem utilizar tecnologias de controle ambiental para conservação do solo e para a construção de estradas. Proibir a instalação de indústrias poluentes e postos de combustíveis, sendo que os postos já instalados devem adotar tecnologias para controle de poluição. Proibir as atividades de forte impacto sobre os recursos hídricos, tais como suinocultura em escala comercial, matadouros e abatedouros. Proibir a exploração de minerais. Proibir, nos corpos hídricos, práticas potencialmente poluidoras ou geradoras de risco à captação. Promover programas específicos de educação ambiental.
Zona Rural de Uso Controlado I	A Zona Rural de Uso Controlado V é constituída por parcelas de solo rural na bacia do lago Paranoá, que desempenham importante papel na manutenção de suas condições ecológicas, onde deve ser estimulada a preservação e a conservação da vegetação nativa das áreas institucionais e particulares.

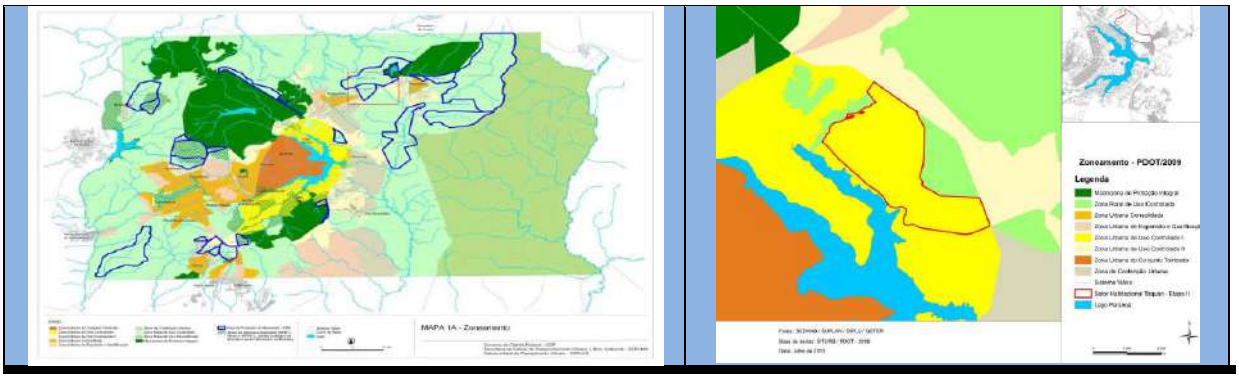


Figura 6.15 – Mapa de zoneamento do DF, em amarelo a zona urbana de uso controlado I e em verde claro zona rural de uso controlado.
Fonte: SEDABH

Embora tenha se evidenciado no Plano de Ordenamento Territorial – PDOT, de 2009, ações para melhorar o desempenho do uso do solo nas Regiões Administrativas do DF, as propostas de expansão urbana aprovadas com ocupações em áreas de proteção ambiental e parcelamento urbano de baixa densidade em zonas rurais não contribuem para a sustentabilidade do território do DF, considerando a sua eficácia em termos de mobilidade e dinâmicas socioeconômicas, autossuficiência para a produção de alimentos, abastecimento e tratamento de água, gastos de energia e os impactos ambientais locais e globais.

O Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília - PPCUB é o instrumento central da política de preservação, de planejamento e de gestão do Conjunto Urbanístico de Brasília – CUB. O PPCUB observa as disposições contidas na Lei Orgânica do Distrito Federal, no Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT, as determinações decorrentes dos tombamentos federal e distrital e os compromissos firmados para a inscrição de Brasília no Patrimônio Mundial (PPCUB, 2012).

O PPCUB corresponde, simultaneamente, à legislação de uso e ocupação do solo e ao Plano de Desenvolvimento Local da Unidade de Planejamento Territorial Central (PPCUB, 2012). O plano estabelece a área de Interesse Patrimonial, a qual abrange a Zona Urbana do Conjunto Tombado, a Área de Entorno e a Área de Influência, observada a delimitação das duas primeiras (PPCUB, 2012). A área de expansão do Taquari pertence à área de Entorno AE-05.

> A AE5 corresponde às Regiões Administrativas do Park Way – RA-XXIV, do Lago Sul – RA-XVI e do Lago Norte – RA-XVIII, e regiões do Taquari e Paranoá, à área do Aeroporto, à totalidade da orla leste do Lago Paranoá, assim como à encosta da Bacia do Lago Paranoá. Resguardar as características físico-espaciais, **com predominância da vegetação sobre a massa construída e manutenção da ocupação urbana de baixa densidade.** Os parâmetros de ocupação devem assegurar a horizontalidade da paisagem e a ocupação rarefeita, de modo a não comprometer a encosta e a cumeada das áreas de entorno.

Na Portaria Nº 68, de 15 de fevereiro de 2012, do IPHAN, no Art. 2º, todas as intervenções na área de entorno do Conjunto Urbanístico de Brasília deverão obedecer às seguintes diretrizes gerais:

> I - Garantir a leitura do traçado e a preservação do espírito, concepção e ambiência do Plano Piloto, projetado por Lucio Costa, conforme disposto no documento Brasília Revisitada, anexo I do Decreto nº 10.829/1987 do Governo do Distrito Federal e da Portaria nº 314/1992 do IPHAN;
> II - Garantir a visibilidade do horizonte a partir da área tombada;
> III - Garantir a visibilidade do Plano Piloto a partir dos mirantes naturais existentes na cumeada da Bacia do Lago Paranoá.

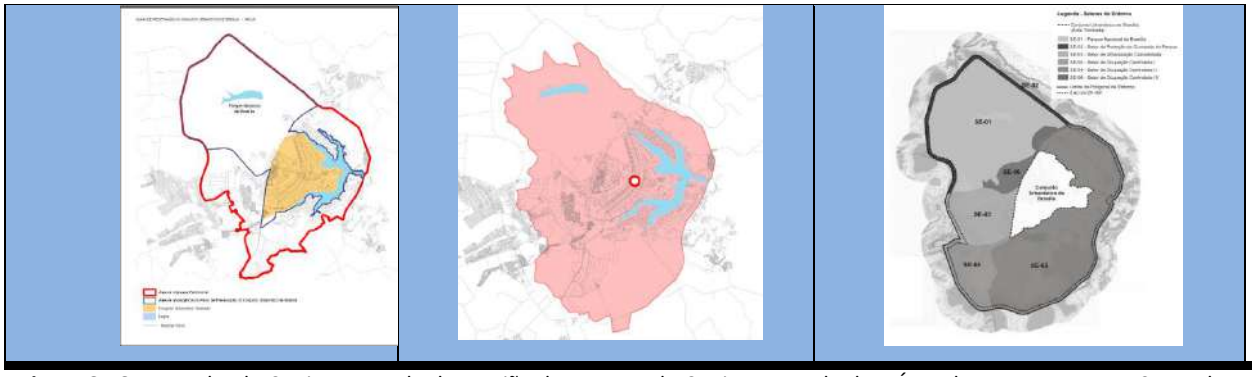


Figura 6.16 – Mancha do Conjunto Tombado, Região do Entorno do Conjunto Tombado e Área de Entorno 5 - AE – 05, onde se localiza o SHTQ do lado Norte da bacia do Lago Paranoá
Fonte – PPCUB (2012)

A área de Entorno 05 corresponde à Área F – Asa Nova Norte do Brasília Revisitada, na qual Lucio Costa propôs: quadras econômicas ou conjuntos geminados para atender à população de menor renda e a fixação da Vila Paranoá. Segundo Lucio Costa, os demais núcleos de edifícios residenciais devem ser soltos do chão, tendo, no máximo, 4 pavimentos emoldurados por farta arborização.

Sobre a necessidade de melhor a gestão dos recursos hídricos e seus impactos no CUB o plano recomenda: proteção às nascentes; preservação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), controle à ocupação desordenada, controle dos níveis de impermeabilização do solo e no dimensionamento da demanda pelo uso da água. Ainda adverte para a contenção do adensamento e da verticalização das edificações na área, de modo a minimizar o impacto da massa construída na visibilidade e legibilidade do conjunto urbano tombado, com especificação de padrões de parcelamento com baixa intensidade de ocupação do solo e a predominância da vegetação sobre a massa de construções.

O Zoneamento Ambiental da APA do Paranoá – ZAA - é uma proposta de ordenamento físico espacial para que os objetivos do decreto de criação desta Unidade de Conservação sejam alcançados. É uma etapa preliminar da elaboração do plano de manejo de uma unida-

de, atendendo ao disposto da legislação ambiental. Porém, a APA do Paranoá foi criada em 1987 e o zoneamento só foi realizado vinte anos depois, em 2007.

É citada, no ZAA, a necessidade de se concluir o sistema de abastecimento de água potável e de se implantar os sistemas de coleta e tratamento de esgoto, das redes de drenagem pluvial e dos respectivos sistemas de amortecimento/ dissipação. São fundamentais para reduzir os impactos negativos causados pelos assentamentos na APA, ainda que os bairros sejam limitados ao contorno atual, para evitar a tendência de ampliação e aumento da densidade populacional e seus efeitos danosos à APA.

Estão previstas pela TERRACAP a implantação de novas áreas para a RA XVIII, entre elas, os trechos 2 e 3 do Setor Habitacional Taquari, que já possuem a Licença de Instalação e Projeto Urbanístico aprovado para a Etapa 1, onde já existe infraestrutura instalada e população residente. Para as demais etapas (Etapa 2 e 3) ainda não existe estudo ambiental nem projeto urbanístico, apenas um plano de ocupação.

Por se tratarem de importantes áreas de recarga de aqüíferos, esses trechos devem ser bem fiscalizados, garantindo o controle sobre a área máxima permitida para impermeabilização. O ZAA recomenda a manutenção do máximo de áreas públicas entre esses setores e as ocupações urbanas adjacentes.

Com a implantação dos novos trechos do SHTQ, os resíduos líquidos e esgotamento sanitário, principalmente os do Setor Taquari, devem ser exportados para fora do limite da APA, uma vez que a ETE Norte ficará saturada com a nova demanda proveniente da implantação dos novos trechos previstos.

É também sinalizada a necessidade de proteção das Matas de Galeria existentes na APA pela sua importância na manutenção do ciclo hidrológico e equilíbrio ambiental e para o Bioma Cerrado, uma vez que foram encontradas espécies raras, ameaçadas de extinção e espécies novas. A **Figura 6.17** ilustra o zoneamento, em verde a Zona de Conservação da Vida Silvestre (ZCVS) e em bege a Zona de Ocupação Especial do Taquari (ZOET), cujas diretrizes estão detalhadas no quadro síntese no final deste item.

Figura 6.17 – Mapa do zoneamento ambiental da APA do Paranoá e em detalhe no Setor Habitacional Taquari. A legenda com as cores corresponde ao mapa à esquerda.
Fonte: SEDABH e TERRACAP (2013)

Ainda são apontados no ZAA alguns impactos causados pela ocupação desordenada do Setor Habitacional Taquari: o aparecimento de voçorocas decorrentes da falta de drenagem das águas pluviais e servidas, abertura de vias e acessos desconsiderando os aspectos geotécnicos dos solos, abertura de poços sem estudo prévio de melhor aproveitamento das águas subterrâneas, dentre outros.

O Zoneamento Ecológico – Econômico do Distrito Federal – ZEE, por meio de análises dos sistemas naturais e dos processos socioeconômicos e jurídico-institucionais existentes no Distrito Federal, subsidiar as ações de planejamento, de modo a orientar as diretrizes de gestão do território com relação à otimização do uso do espaço e a promoção do desenvolvimento sustentável, a partir das potencialidades e vulnerabilidades socioambientais encontradas.

Para a realização do ZEE, a paisagem foi separada em diferentes zonas que possuem características físicas, bióticas, socioeconômicas e institucionais específicas, sendo determinado, para cada zona, um conjunto de diretrizes gerais e específicas que nortearão as políticas públicas e as ações de ocupação humana no território.

O ZEE considera que a bacia do Lago Paranoá, mesmo possuindo características tipicamente urbanas, ainda mantém em bom estado de conservação as matas de galeria situadas ao longo dos principais cursos d'água existentes. Essas matas funcionam como áreas de conexão, bem como alguns fragmentos remanescentes de formações savânicas e campestres, considerados trampolins de diversidade.

A estratégia de gestão apontada para a manutenção deste corredor pretende coibir o desmatamento e o adensamento demográfico ao longo do Lago Paranoá e incentivar projetos de conservação e recuperação ambiental. Ainda ressalta a importância da manutenção dos pequenos fragmentos existentes na paisagem, que podem ser utilizados como trampolins de diversidade, servindo como abrigo para a fauna e promovendo a troca de material genético com outras áreas remanescentes.

Na APA do Paranoá é encontrada uma grande flora e fauna, com a ocorrência de espécies endêmicas, mas as ações antrópicas (desmatamento, queimadas, adensamentos urbanos etc.) têm reduzido as áreas verdes naturais, impactando inclusive os corpos hídricos. As outras Unidades de Conservação possuem números maiores de áreas preservadas, pois sofrem menos ações antrópicas.

Outro aspecto levantado é o da densidade das áreas urbanas , uma vez que ela interfere de diversas maneiras no meio ambiente físico-biótico e sociocultural. Como exemplos, são citados: (i) o grau de facilidade que as espécies têm de se movimentar por corredores ecológicos de uma mancha de habitat para outra; (ii) os custos de moradia e infraestrutura urbana; (iii) a otimização dos equipamentos urbanos; e (iv) os conflitos de intervizinhança.

Observa-se a baixa taxa de densidade urbana no DF, onde 60% da população vive em áreas com densidade de ocupação abaixo de 100hab/ha, 37% vive em áreas de média densidade e 3% vive em áreas com alta densidade.

Uma estratégia de expansão de áreas para diversos usos urbanos para o DF prevê não só a urbanização de novos assentamentos como, também, o aproveitamento e otimização de localidades urbanas com infraestrutura existente, com vazios residuais ou com áreas degradadas para a implantação de polos de desenvolvimento.

Há, também, a preocupação em combinar diferentes usos, criando áreas de uso misto (residencial e outros usos voltados a atividades produtivas), de modo a reduzir deslocamentos e as características de cidades-dormitórios. Assim, conforme o PDOT 2009, novos usos residenciais e produtivos estão previstos em diversas áreas, inclusive para as Etapas I, II e III do Setor Habitacional Taquari.

Avaliando a oferta de novas áreas habitacionais, é ressaltado, no ZEE, que diferentes glebas projetadas para futura ocupação urbana são, atualmente, remanescentes de vegetação de Cerrado, sendo que o caso do Taquari, entre outros, representa um risco à supressão dessas áreas naturais.

Ainda é destacado o risco de impactos ambientais significativos ao meio físico e biótico, decorrentes do crescimento e consolidação de novas áreas urbanas em áreas inadequadas. Os danos vão desde a perda de biodiversidade à possibilidade de geração de processos erosivos e de contaminação dos recursos hídricos, além de se transformarem em barreiras, desfavorecendo o fluxo de animais e a conexão com outros fragmentos de vegetação de Cerrado.

Nos planos que tratam da questão dos recursos hídricos, o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) e o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (PGIRH), são estabelecidos programas e medidas para o DF em escalas mais amplas, nada específico para a área do Taquari – uma área importante para manutenção do Lago Paranoá.

No PGIRH é ressaltada a necessidade da preservação dos recursos hídricos do território, haja vista, o crescimento demográfico esperado para as próximas décadas e, consequentemente, o crescimento da demanda. No Plano, é citada a necessidade da utilização do Lago Paranoá como reservatório de água para suprimento de parte da demanda da cidade.

Identificando a falta de integração entre as políticas setoriais, o PDDU recomenda a "Revisão e Modernização das Instituições". É necessário ter uma equipe que atue de forma coesa tanto na ADASA como na NOVACAP. Sugere-se que sejam contratados pelo menos metade da equipe prevista ou realocadas das atividades existentes, e criada a área de Drenagem Urbana na NOVACAP, para que as atividades previstas tenham solução de continuidade.

O PDDU organizou as medidas a serem tomadas no território em Estruturais e Não-Estruturais. Considerando este diagnóstico, são relacionadas as medidas emergenciais para cada bacia e o Plano de Ação por bacia hidrográfica, visando ao controle dos impactos de cada bacia urbana.

Tabela 6.5 - Diretrizes dos planos do território

Diretrizes do ZAA para o SHTQ (ZOET)	Concluir sistema de abastecimento de água potável. Implantar sistemas de coleta de esgoto, drenagem pluvial e dos seus respectivos sistemas de amortecimento/ dissipação. Que os bairros sejam limitados ao contorno atual para evitar a tendência da ampliação e aumento da densidade populacional e seus efeitos danosos á APA. Manutenção do máximo de áreas públicas entre os setores e as ocupações urbanas adjacentes. Fiscalização dos Trechos 1, 2 e 3 do SHTQ, garantindo o controle sobre a área máxima permitida de impermeabilização. Proteção das matas de galeria existentes na APA. Enriquecimento das matas através do plantio de espécies nativas. Implantação de corredores ecológicos que possibilitem sua manutenção. (Essa é uma área de solo susceptível a erosão, abrigando vegetação nativa e nascente de cursos d'água).
Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE	Coibir o desmatamento ao longo do Lago Paranoá. Coibir o adensamento demográfico ao longo do Lago Paranoá. Incentivar projetos de conservação e recuperação ambiental. Manutenção dos pequenos fragmentos de vegetação nativa existentes na paisagem, que podem ser utilizados como trampolins de diversidade.

Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos	Aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Ampliação e difusão do conhecimento em recursos hídricos. Gestão de Recursos Hídricos em Unidades de Conservação e Áreas de Proteção e Mananciais. Aprimoramento da gestão de recursos hídricos no meio urbano.
Plano Diretor de Drenagem Urbana	Medidas emergenciais. Planos de ação por bacia. Implantação das obras. Legislação de controle dos impactos futuros. Regulação da prestação de serviço. Plano de prestação de serviços. Revisão e modernização das instituições. Implantação dos serviços. Programas: Capacitação; Monitoramento; Estudos especiais; Recuperação de áreas degradadas. Recuperação dos aquíferos.

No que diz respeito à preservação dos recursos hídricos, embora os planos enfatizem a necessidade de soluções mais sustentáveis e da preservação de áreas de recarga e dos corpos hídricos, eles aparentemente falham em não criar diretrizes mais diretas e efetivas.

Em geral, os planos citam as áreas de sensibilidade ambiental e interesse para a preservação e/ou recuperação, importantes para a manutenção da oferta de água na cidade, mas apenas como indicações acessórias, deixando ao PDOT as definições reais de como, e se, serão implantadas as médias. Não são estabelecidos padrões espaciais para promover o desenho urbano sensível à água.

No caso da expansão do Setor Habitacional Taquari, embora os planos e zoneamentos descrevam a área como sendo sensível ambientalmente, importante para a preservação do Lago Paranoá e para a recarga de aquíferos, eles apenas sinalizam a necessidade de preservação do local, mas não definem diretrizes claras de como o local poderia ser utilizado para minimizar os impactos.

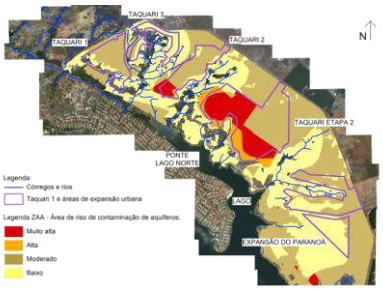
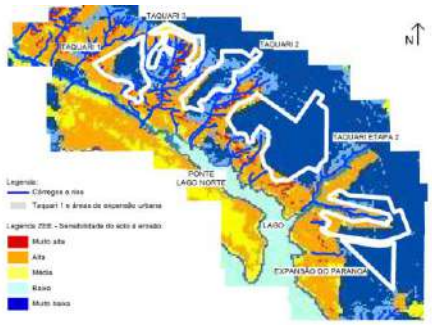
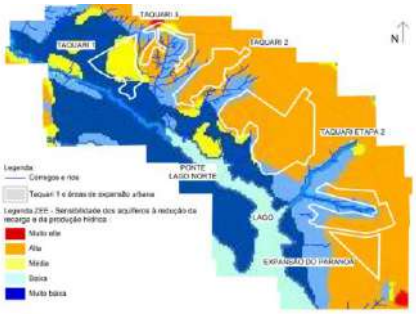
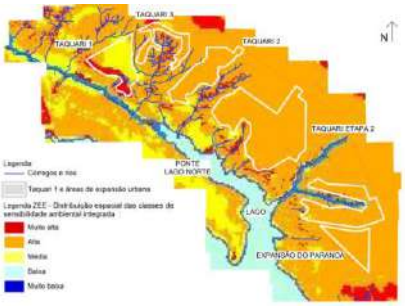
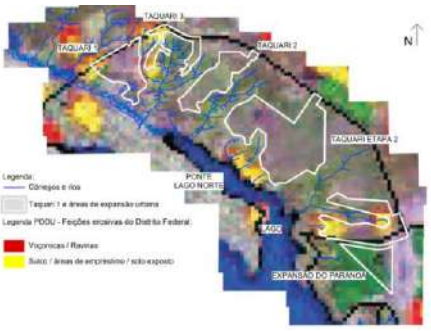
O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) e o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (PGIRH) estabelecem medidas e programas para o DF em escalas mais amplas, nada específico para a área do Taquari – uma área importante para manutenção do Lago Paranoá.

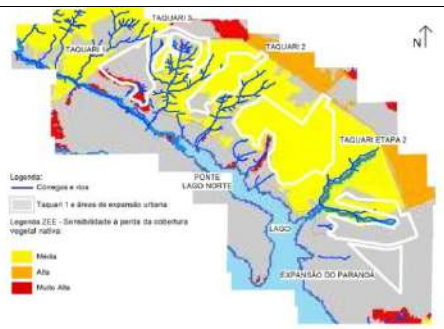
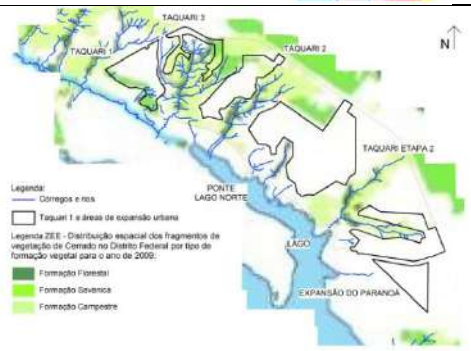
Para se ter noção da vulnerabilidade da área do Setor Habitacional Taquari, a **Tabela 6.6** mostra resultado do cruzamento dos mapas de sensibilidade ambiental da região.

Tabela 6.6 - Resultado do cruzamento dos mapas[165] dos planos do território

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL (ZEE e ZAA)	
MAPAS	**AVALIAÇÃO**
Suceptibiliidade à contaminação de aquíferos	

[165] Os mapas foram desenvolvidos por Jamil Tancredi no âmbito da monografia "A Insustentabilidade dos Planos do Território" do curso de especialização Reabilita da FAU-UnB, coordenado pela professora Liza Andrade. Esses resultados foram publicados na APUR 2013.

	No cruzamento das manchas contidas no mapa de susceptibilidade, a contaminação de aqüíferos revelou que uma área ao sul do Taquari 2 se encontra localizada em uma área de susceptibilidade muito alta. Dentro da poligonal do Taquari Etapa 2 também se encontra uma grande área de susceptibilidade "muito alta", marcada no mapa com a cor vermelha; nela ainda existem áreas de "alta" susceptibilidade, marcada na cor laranja.
Sensibilidade do solo à erosão	
	O mapa de sensibilidade do solo à erosão revelou áreas de "alta" e "muito alta" sensibilidade a processos erosivos ao longo dos córregos do Urubu, Jerivá e Taquari, posicionados, respectivamente, entre as áreas de urbanização do Taquari 3, entre as áreas de urbanização do Taquari 2 e Taquari Etapa 2, e entre as duas porções do Taquari Etapa 2. Na porção abaixo da poligonal do Taquari, ao longo do contorno do Lago Paranoá, encontra-se uma grande área de sensibilidade à erosão, que pode sofrer com os efeitos da impermeabilização do solo e aumento da velocidade das águas pluviais.
Sensibilidade dos aquíferos à recarga e à produção hídrica	
	O cruzamento das áreas de urbanização com as áreas de sensibilidade à recarga de aqüíferos e à produção hídrica revelou que, com exceção do Taquari 1 já implantado, todas as outras áreas encontram-se em locais de alta sensibilidade. Assim, as áreas destinadas a receberem os novos assentamentos, uma vez impermeabilizadas, resultarão em prejuízos à disponibilidade de recursos hídricos em quantidade, uma vez que a recarga dos aqüíferos será reduzida.
Sensibilidades ambientais integradas	
	O mapa de sensibilidades ambientais integradas consiste na integração espacial das sensibilidades à erosão, aos prejuízos na capacidade de recarga de aqüíferos e às perdas de cobertura vegetal nativa. Aqui, com exceção do Taquari 1, apresentam níveis elevados de sensibilidade ambiental, necessitando de cuidados na implantação de assentamentos para que não desencadeiem grandes prejuízos ao meio.
Mapa de feições erosivas do Distrito Federal	
	No mapa de feições erosivas, voçorocas e áreas de solo exposto são encontradas, principalmente no Taquari 3 e no Taquari Etapa 2 na sua porção mais próxima à expansão do Paranoá, também aparecendo nas porções que fazem limite com sua poligonal e com a beira do Lago Paranoá. Como levantado nos estudos apresentados no capítulo dois, os processos de urbanização e impermeabilização do solo podem fazer com que as voçorocas aumentem e que surjam novas, aumentando o processo de assoreamento do Lago.

	No mapa de sensibilidade à perda de cobertura vegetal, os resultados indicam que a área dos projetos de intervenção tem média sensibilidade. Isto quer dizer que em grande parte dessas áreas a vegetação do cerrado não está tão presente, principalmente na Etapa 2, onde apenas há resquícios de vegetação nas proximidades dos córregos.
	O mapa, de 2009, sobre a distribuição espacial dos fragmentos de vegetação do Cerrado no Distrito Federal por tipo de formação, indica que nas áreas de intervenção, também, há poucos fragmentos. Apenas no Trecho 3 há formação campestre e savânica. A formação florestal ocorre apenas nas matas de galerias na proximidade dos córregos. Portanto, no Trecho 3 há que se considerar a formação desses fragmentos.

Os estudos realizados por Soares, Dal'Ava e Ribeiro (2009) sobre análise multitemporal e riscos ambientais na região, decorrentes da interface entre a topografia e os processos de ocupação do solo e urbanização, em especial a redução da permeabilidade do solo e do aumento da velocidade de escoamento das águas pluviais, mostram um cenário de grandes danos ambientais com possibilidade de surgimento de novas voçorocas, de assoreamento dos córregos, danos às nascentes e ao lençol freático, além da perda da qualidade da água.

Num cenário previsto de dependência do Lago Paranoá como provedor de parte da demanda hídrica da cidade, as reduções da capacidade produtiva dos aquíferos e de armazenamento do Lago podem resultar na indisponibilidade de água em quantidade e qualidade para suprir a demanda prevista.

6.5 Análise do movimento natural das pessoas e das centralidades dos padrões espaciais

As políticas de expansão urbana no Distrito Federal vêm buscando a ocupação dos vazios urbanos de modo a adensar a cidade nos pontos onde se encontram infraestruturas prontas ou próximas. O preenchimento dos vazios urbanos, em princípio, é uma ação positiva para melhorar as relações entres as partes da cidade, porém, em determinados locais caracterizados por elementos naturais suscetíveis a processos de degradação.

Entretanto, conforme visto nos planos do território, o planejamento urbano tem sido realizado com base em conceitos abrangentes da cidade, quando se trata do espaço físico, desconsiderando a análise do meio ambiente construído, da escala refinada de desenho urbano, onde o espaço é transformado, com certas intenções, por processos sociais de produção.

Ainda há falhas na descrição da complexidade do espaço urbano real. Não há uma visão sistêmica para tratar das relações elaboradas entre as partes. A causa disso, conforme foi visto ao longo da pesquisa, pode ser explicada pela relativa dificuldade de aproximação entre as teorias que abordam o planejamento urbano e estudos da morfologia urbana.

As propriedades relacionais da malha viária têm se revelado um importante atributo para mensurar o desempenho dos espaços, por meio do estudo da Sintaxe Espacial. Ao se analisar aquilo que se denomina "movimento natural", o deslocamento natural dos indivíduos na estrutura viária (HILLIER et al., 1984), é possível produzir um desenho urbano de melhor adequação espacial, aproveitando a infraestrutura existente e otimizando a melhor associação entre fluxo de pessoas e os usos que se beneficiam ou prescindem deste movimento (ANDRADE e MEDEIROS, 2010).

Desta forma, é possível reduzir os deslocamentos médios ao se associar os usos dos espaços às propriedades da malha viária, concentrando nas áreas mais acessíveis os usos que atraem o maior número de viagens, melhorando a mobilidade urbana.

Além das questões relacionadas ao transporte urbano, a correta utilização do "movimento natural" das pessoas pode garantir melhores resultados de desempenho no que diz respeito ao uso do solo e aos custos com infraestrutura, mantendo as áreas de expansão distantes dos cursos d'água e das regiões de vulnerabilidades ambientais, adensando regiões onde a malha apontar potencialidades, para melhorar o desempenho do ciclo da água no meio urbano.

A lógica da expansão urbana espalhada ou difusa aumenta as áreas de solo impactado, as distâncias e o tempo de trajeto a serem percorridos diariamente pela população, resultando em um sistema de transporte público caro e ineficiente, além do prejuízo à qualidade de vida da população e ao meio ambiente devido ao maior consumo de combustíveis e emissão de poluentes.

Segundo Holanda (2010), a malha de Brasília metrópole se caracteriza por um tecido urbano descontínuo, no qual à diversidade configuracional das partes somam-se vazios a segregá-las. Desde a criação de Brasília, as áreas destinadas a residências (as cidades satélites atuais Regiões Administrativas), foram separadas do núcleo central, dispersas em todas as direções e afastadas do centro por grandes distâncias.

Para a primeira investigação da configuração urbana[166] da região, foi feita uma análise dos padrões espaciais propostos para a expansão da Etapa 1 do Setor Habitacional Taquari, nos trechos 1, 2 e 3, conforme ilustra a **Figura 6.18**.

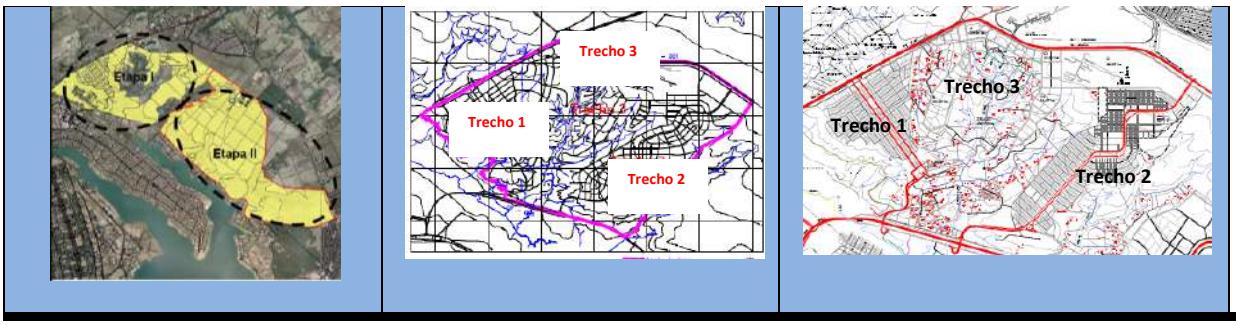


Figura 6.18 – Mapa do Setor Habitacional Taquari com as duas etapas de expansão e o projeto dos trechos 1, 2 e 3
Fonte: TERRACAP, 2013

Foi utilizada a ferramenta da Sintaxe Espacial para identificação do "movimento natural", de modo a entendê-lo como um aspecto que pode contribuir para a sustentabilidade

166 Esse trabalho foi apresentado no PLURIS 2010 por ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade e MEDEIROS, Valério Augusto Soares. Análise da sustentabilidade espacial e ambiental na Sub-bacia do Ribeirão do Torto do Distrito Federal – Brasil.

do lugar, tendo em vista as estratégias de simulação de seus padrões, hierarquias e associações, em busca da indicação das centralidades urbanas potenciais.

Para a avaliação de desempenho dos aspectos espaciais na expansão do SHTQ, adotam-se os instrumentos de leitura e representação do espaço fornecidos pela Sintaxe Espacial, especialmente aquele denominado de "mapa axial". Para elaborá-lo, sobre a malha viária de eixos do DF, foi produzida a representação do trecho existente e a simulação dos trechos ainda não executados (2 e 3 – áreas de expansão), de modo a avaliar o desempenho da malha viária, quando todo o setor estiver implantado.

As técnicas que foram utilizadas neste trabalho compreendem a representação linear do espaço, que resultam nos mapas axiais, produzidos a partir da base cartográfica extraída do aplicativo Google Earth® para o local de análise. A representação linear foi obtida traçando-se, sobre a malha viária da imagem aérea, o menor número possível de retas que representam acessos diretos através da trama urbana, conforme demonstrado no capítulo 3.

Segundo Figueiredo (2004), a integração gerada é uma medida de excentricidade, acessibilidade e centralidade (topológica e não geométrica). O processamento mensura a acessibilidade topológica de uma linha em relação ao todo, da qual resulta uma gradação numérica (hierarquia) que pode ser convertida para uma escala 3 (HILLIER et al., 2005, *apud* MEDEIROS, 2006) cromática, para facilitar a leitura do mapa resultante.

A legenda que tradicionalmente se adota é aquela em que as vias mais integradas são representadas em cores quentes, com topo no vermelho, enquanto as vias menos integradas são dispostas em cores frias (com extremo no azul). As vias mais integradas são aquelas mais acessíveis no sistema urbano, isto é, podem ser mais facilmente alcançadas a partir de qualquer ponto do sistema; o contrário também é verdadeiro. Eixos mais integrados usualmente se conectam a um maior número de eixos e seu conjunto é referido como "núcleo de integração" (MEDEIROS, 2006).

Após o processamento das vias, gerou-se uma matriz de interseções, a partir da qual foram calculados, por meio do software *Mindwalk*[167]®, os valores representativos das interrelações axiais: os chamados valores de integração. Ver figuras abaixo

A análise da integração pode assumir dois âmbitos: um local e outro global. Para a esfera global são trabalhados todos os caminhos possíveis para ir de qualquer ponto da cidade (se a análise for do sistema urbano como um todo) para qualquer outro ponto da cidade, no que se denomina integração de raio n (em que n representa a quantidade de percursos que se deseja percorrer: neste caso, todos os possíveis). Na esfera local, o raio de análise adotado é mais restrito: tradicionalmente a literatura considera um raio 3 como aquele que promove o achado da lógica local.

Quando procedidas as análises globais (para o conjunto urbano como um todo), observou-se no trecho 1 (já implantado) a presença de quantidade mais expressiva de eixos em cores quentes, a revelar um padrão de centralidade conforme as premissas do "movimento natural" (**Figura 6.19**).

[167] Nesta fase do trabalho foi utilizado o software *Mindwalk* e, posteriormente, no detalhamento do setor Habitacional Taquari como um todo, foi utilizado o *Depthmap*.

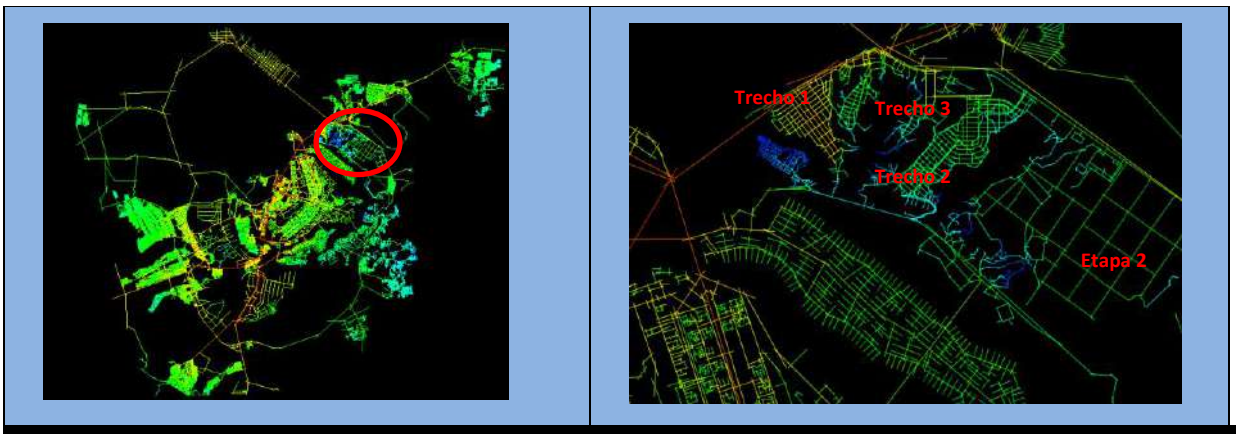


Figura 6.19 – Mapa axial do Distrito Federal e detalhe da região do Setor Habitacional Taquari
Fonte: Medeiros (2006). Desenho adaptado: Natália Lemos

Significa que ali há um maior potencial de concentração de movimento; portanto, para ser aproveitado, deve implicar a caracterização do espaço como uma centralidade, favorável à implantação de comércios, serviços e habitações multifamiliares. Além do trecho 1, foram identificadas algumas áreas com caráter de centralidade, o que pode ser interpretado como potenciais espaços para adensamento, a exemplo da área comercial na DF-001, bem como a região mais próxima à rodovia de acesso ao Varjão.

Por outro lado, para a simulação dos trechos 2 e 3 nas esferas global e local, nas proximidades dos Córregos Urubu e Jerivá, o resultado obtido revelou um desempenho inverso, isto é, os locais se caracterizam pela baixa integração, a revelar um aproveitamento para usos que prescindam de movimento intenso, como aquele de uso residencial (**Figura 6.20**).

O objetivo dessa simulação de intervenção inicial foi demonstrar que a proposta de expansão urbana na sub-bacia não considera o "movimento natural" da estrutura viária, não impedindo o avanço dos assentamentos nos "caminhos das águas" da Bacia do Lago Paranoá o que, em última instância, contribui para o assoreamento do lago.

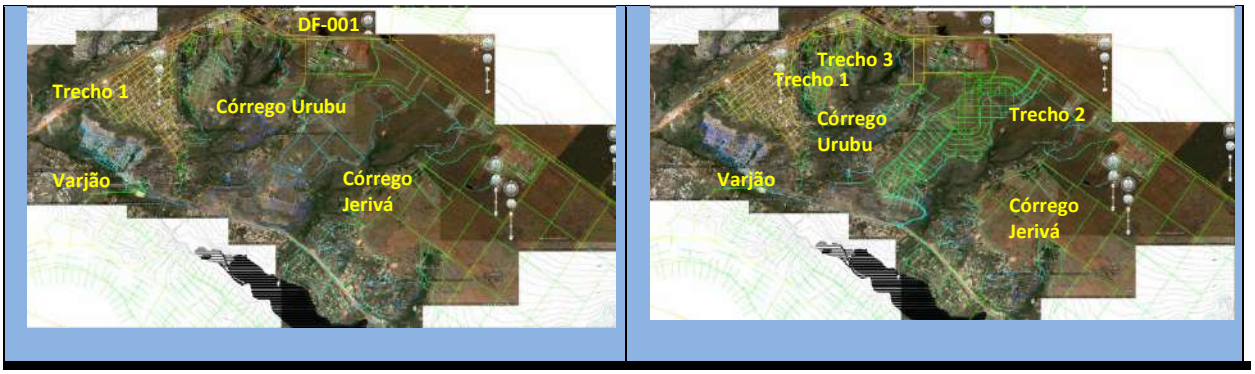


Figura 6.20 – Mapa Axial sobre Google Earth – Situação Atual com Integração Global apenas do trecho 1 ,e Mapa Axial sobre Google Earth – Situação Futura com Integração Global dos trechos 2 e 3.
Fonte: Andrade, Medeiros e Lemos (2011). Desenho : Natália Lemos

Resultados[168] iniciais apontaram que o local segue a lógica da expansão urbana de baixas densidades, o que promove o aumento da pressão imobiliária sobre área de drenagem adjacente. Os estudos demonstraram que os novos assentamentos propostos estão

[168] Resultados apresentados no ELECS 2011 por ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade, MEDEIROS, Valério Augusto Soares de e LEMOS, Natália da Silva. O "movimento natural" das pessoas e o caminho das águas: resultados de projetos urbanísticos no DF baseados em princípios de sustentabilidade ambiental e espacial.

sendo desenhados de maneira incoerente com as propriedades da malha e com os conceitos de sustentabilidade espacial e ambiental, comprometendo o meio ambiente local e a dinâmica urbana.

Áreas de sensibilidade ambiental, com nascentes e cursos d'água próximos, estão sendo definidas como áreas de adensamento, pondo em risco a manutenção dos recursos hídricos existentes. Ao mesmo tempo, padrões de ocupação negativos, encontrados no DF, são repetidos, com grandes distâncias a serem percorridas, aumento do tempo entre os deslocamentos e a subutilização das infraestruturas mais centrais, elevando os custos de urbanização.

Além disso, a simulação axial demonstrou que o uso apropriado do potencial de centralidade no trecho urbano existente, com o aumento da densidade promoveria uma melhora na acessibilidade interpartes, comprometida com a sustentabilidade espacial; por outro lado, nos trechos projetados na encosta, na área de drenagem, seria recomendado adotar o modelo de Ecovilas, interligado por uma rede viária conforme a lógica do "movimento natural".

Posteriormente, partiu-se para avaliação completa (Etapa 1 e 2) do Setor Habitacional, considerando as novas áreas de expansão proposta pela TERRACAP (**Figura 6.21**), por meio do cruzamento da avaliação da sustentabilidade ambiental (análise das diretrizes e mapas de sensibilidade ambiental dos planos do território), com a sustentabilidade espacial (análise da Sintaxe Espacial, relacionando uso do solo e densidade com as propriedades da malha viária). Assim, foi possível verificar se o padrão proposto para a ocupação está colaborando para a criação de espaços urbanos mais sustentáveis.

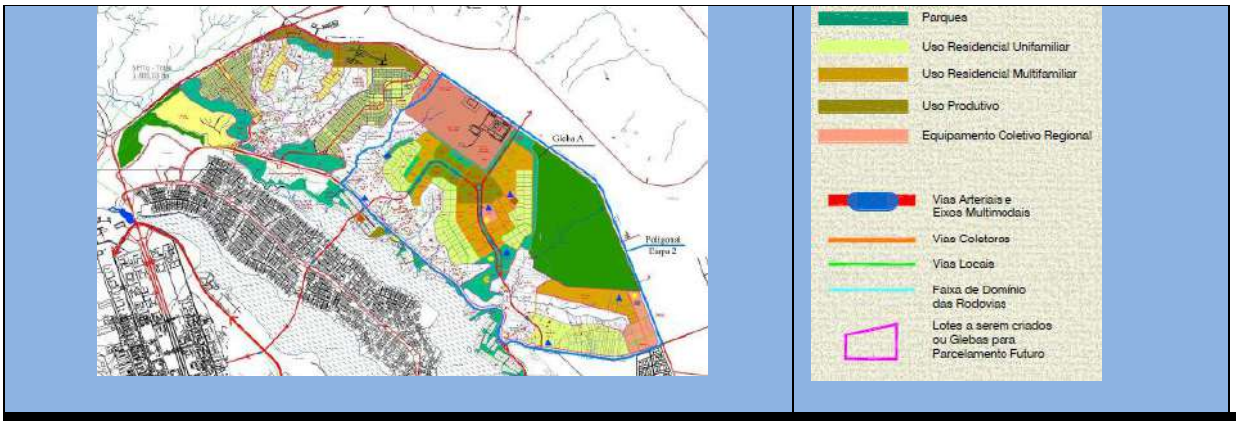


Figura 6.21 – Mapa da proposta inicial da TERRACAP, desenvolvido pelo arquiteto Valdo Cesar de Carvalho
Fonte: TERRACAP (2012)

A análise dos novos mapas axiais elaborados também comprovou isto. Ao fazer o cruzamento do mapa de integração global com as manchas de densidade do PDOT verificou-se que as áreas pretendidas para médias densidades Taquari 2 e 3, possuíam valores baixos de integração global, revelando pouca integração com a malha urbana do DF como um todo, especialmente com o Plano Piloto, local de maior concentração de empregos e oferta de serviços e comércio, que provocará um número grande de viagens (**Figura 6.22**).

Em seguida, foi utilizada a ferramenta da Sintaxe Espacial com simulações no software *Depthmap*® para identificar, nas regiões de expansão propostas, as propriedades relacionais da malha viária e mensurar o desempenho dos espaços, quanto às áreas mais integradas ao deslocamento natural dos indivíduos, que se denomina "movimento natural".

Para as análises sintáticas foram construídos os mapas axiais das ocupações existentes do Taquari e do projeto da Expansão do Paranoá, considerando a potencialidade da estrutura primária (*foreground*) e secundária (*background*). Após a construção do mapa axial dessas áreas, as partes foram inseridas no mapa axial do DF[169] e entorno.

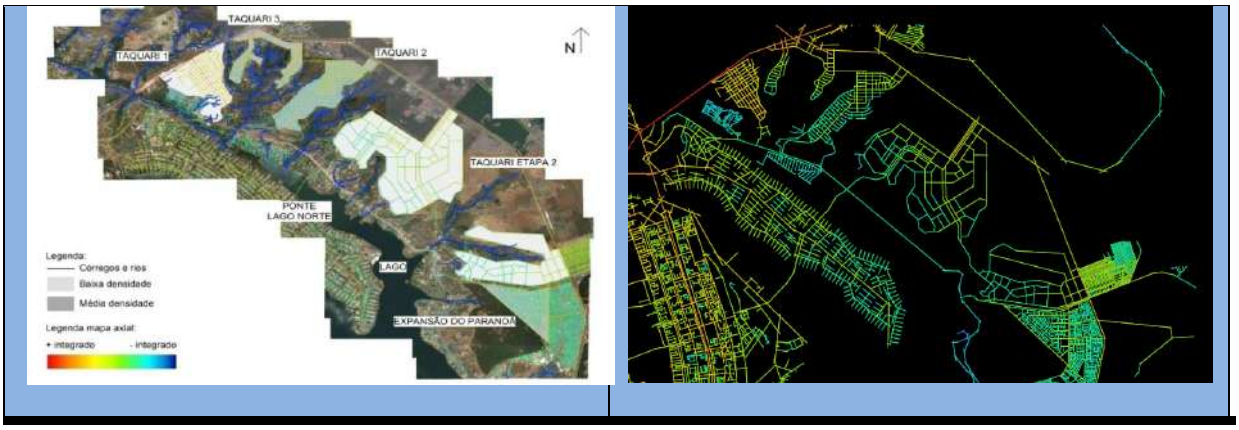


Figura 6.22 – Mapa de integração x densidade demográfica e mapa de integração local (Rn)
Fonte: Google Earth e Mapa axial cedido pelo grupo DIMPU e detalhado Jamil Tancredi

Foram feitas análises de integração global, ou de Rn (raio n), e de medidas de escolha nos raios R 500 metros, R 2.000 metros e R 5.000 metros, correspondendo as distâncias razoáveis percorridas por caminhada, bicicleta e transporte motorizado (público e privado).

As medidas de escolha tendem a revelar estruturas menores dentro da cidade que não apareceriam na análise global; são as centralidades de abrangência local, que em conjunto formam uma rede de pequenos centros na cidade – centralidades difusas – formados por vias que concentram movimento, uma vez que têm mais chance de serem escolhidas como trajeto pela população. Essas vias são essenciais para que a cidade como um todo se beneficie dos potenciais da malha, mantendo o movimento e a copresença nos espaços urbanos.

No Taquari 1, uma área de baixa densidade, foram encontrados os melhores resultados de integração global (Rn), com suas vias aparecendo nas cores amarelo, laranja e vermelho, configurando inclusive um núcleo integrador (conjunto de linhas mais conectadas do sistema), portanto, com um ótimo desempenho para a sustentabilidade espacial, o melhor lugar para densidades demográficas mais altas.

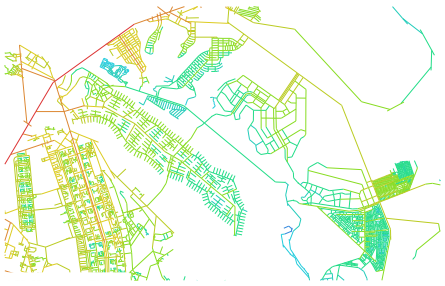
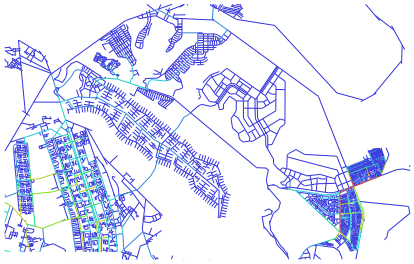
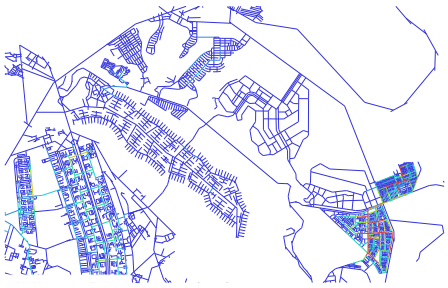
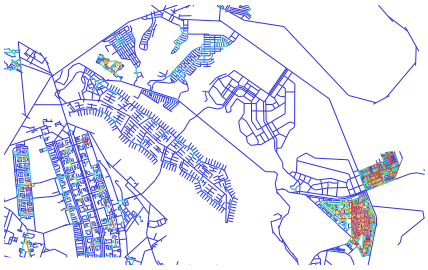
Já no Taquari Etapa 2, definido como área de baixa densidade, pelo projeto cedido pela TERRACAP existem lotes para habitações unifamiliares e multifamiliares (prédios de poucos andares). Ali, os valores de integração global também foram baixos (não tanto quanto nos Trechos 2 e 3), mesmo com a inserção da ponte do Lago Norte, indicando a situação contrária ao conceito de sustentabilidade espacial.

É necessário ressaltar que o Taquari Etapa 2 ainda está em estudo e na planta estudada não contém todas as vias locais, portanto uma nova análise deve ser realizada com o projeto final para resultados mais precisos. Na Expansão do Paranoá, de média densidade, foram encontrados valores baixos de integração global, já esperado pela sua distância com relação às vias mais integradas do DF e pela sua relativa segregação em relação à malha, com poucas conexões.

169 Cedido pelo grupo de pesquisa DIMPU/UNB

A seguir, na tabela 6.7 uma síntese da análise da sustentabilidade espacial considerando o mapa de integração global do Setor Habitacional Taquari e as medidas de escolha de 500 metros, 2000 metros e 5000 metros.

Tabela 6.7 – Sintese dos mapas axiais

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE ESPACIAL[170]	
MAPAS	**AVALIAÇÃO**
Mapa de integração global (Rn) do SHTQ	
	A análise de integração global, realizada no software *Depthmap*, mostra as vias mais integradas em cores quentes do vermelho ao amarelo, e as menos integradas do verde ao azul escuro. Somente o Taquari 1 apresentou bons resultados de integração global, configurando inclusive um núcleo integrador (conjunto de linhas mais conectadas do sistema), revelando o potencial para adensamento e para o desenvolvimento de atividades comerciais e de serviço.
Mapa com medidas de escolha raio de 5000 metros	
	Na análise de raio de 5.000 metros somente algumas vias da Expansão do Paranoá apresentaram valores altos, revelando que, com exceção da Expansão do Paranoá, as outras áreas a serem ocupadas não apresentam potenciais para o surgimento de centralidades locais, as centralidades difusas, importantes para a maior dinamicidade da cidade e para a sustentabilidade espacial.
Mapa de medida de escolha com raio de 2.000 metros do SHTQ.	
	**Na análise de raio de 2.000 metros, correspondendo a percursos internos feitos de bicicletas ou por viagens rápidas por veículos motorizados, novamente apenas a Expansão do Taquari apresentou eixos com bons valores.**
Mapa de medida de escolha com raio de 500 metros do SHTQ.	
	O resultado da análise de medida de escolha com um raio de 500 metros, correspondendo a uma distância razoável a ser percorrida por caminhada, corresponde ao cálculo de quais os caminhos dentro da malha possuem mais chance de serem escolhidos como rota e, portanto, de concentrarem maior movimento. No caso estudado, apenas a expansão do Paranoá apresentou bons valores, se integrando com a malha existente.

Esse é um padrão que se repete na maior parte do DF: carência de elementos integradores para fazer com que a malha da cidade funcione como uma unidade em vez de várias unidades conectadas por uma ou duas vias de longas distâncias, configurando padrões de segregação espacial.

[170] Mapas desenvolvidos por Jamil Tancredi no âmbito da monografia do curso de especialização Reabilita, orientado pela professora Liza Andrade

Em síntese, as análises realizadas, cruzando as informações contidas nos mapas, revelaram a falta de integração entre os próprios Planos e Zoneamentos do território; enquanto eles evidenciam as diversas suscetibilidades ambientais da área, no PDOT-2009, por exemplo, poucas de suas indicações e diretrizes foram incorporadas, resultando em diversas ocupações conflituosas entre a necessidade de urbanização e de preservação ambiental. O que se propõe são apenas densidades mais baixas nessas áreas.

Ações para melhor integrar a cidade, ocupando os vazios urbanos, foram identificadas nas estratégias do PDOT-2009, porém as análises sintáticas revelaram baixos desempenhos de integração global e de inteligibilidade. Também não conseguiram criar situações potenciais para o desenvolvimento de centros locais, que proveriam parte das demandas por comércio e serviços para a população, reduzindo a necessidade de grandes deslocamentos e melhor distribuindo os portadores de conhecimento na cidade.

Os resultados obtidos pelas análises sintática e ambiental indicam que o trecho 1 do Taquari é o local mais propenso para ser adensado, recebendo habitações coletivas, serviços e comércio devido a sua boa integração global, proximidade com o Plano Piloto e por apresentar menos sensibilidade ambiental, aproveitando as infraestruturas existentes.

Quanto ao trecho 2 e Etapa 2 do Taquari, devido aos baixos valores de integração global e pelas fragilidades ambientais existentes, a implantação de assentamentos seguindo os princípios de sustentabilidade e permacultura com produção de alimentos seria uma ótima opção. Em relação ao trecho 3 do Taquari, pela soma do mau desempenho sintático com as condicionantes ambientais encontradas, não se justifica sua implantação, cuja ocupação provavelmente traria danos aos corpos hídricos próximos e poucos benefícios à dinâmica socioeconômica da cidade.

As análises realizadas apontam para a repetição de alguns padrões de ocupação do solo encontrados no DF, com o adensamento de áreas pouco integradas à malha urbana e ocupações de áreas com sensibilidades ambientais, gerando desenhos que não aproveitam as propriedades da malha, resultando em um sistema de transporte público ineficiente, grandes movimentos pendulares e danos ao meio ambiente, em especial aos recursos hídricos.

Os resultados demonstram que a área mais integrada no âmbito global com infraestrutura existente não está recebendo propostas de adensamento e usos mistos. Por outro lado, os novos trechos propostos nas áreas mais sensíveis, devido aos baixos valores de integração às fragilidades ambientais existentes, não deveriam ser implantados ou precisariam seguir o modelo de baixas densidades conforme os princípios de sustentabilidade, mantendo as características rurais existentes.

É necessário incorporar ações que possam evitar ou amenizar riscos ambientais, assumindo o campo disciplinar do “Urbanismo Ecológico”, capaz de assimilar a estrutura mais profunda da relação ambiente urbano e ambiente natural, além de promover a justiça social e ambiental e a resiliência das comunidades frente ao futuro incerto.

Pretende-se assim demonstrar a necessidade de se buscar uma visão transdisciplinar que contemple o planejamento urbano ecológico, articulando diferentes estratégias. A seguir, serão apresentadas simulações de projeto para as áreas estudadas, segundo o processo de aplicação dos padrões espaciais.

6.6 Aplicação dos padrões espaciais nos ecossistemas urbanos, no subsistema da comunidade e no subsistema da paisagem, para promover o desenho urbano sensível à água.

6.6.1 Simulações iniciais

O Setor Habitacional Taquari[171] – SHTQ – Etapa 1 tem uma área de 1.320 ha, dividida em três grandes áreas geográficas, designadas pelos trechos 1 (trecho urbanizado existente), 2 e 3 (trechos na encosta da Chapada de Contagem). Nesta pesquisa serão objetos de estudos apenas os trechos 1 e 3, conforme ilustram a **Figura 6.23** e a **Figura 6.24**.

Figura 6.23 – Imagem aérea do Trecho 1 e os padrões espaciais existentes, com potencial para adensamento
Fonte: Google Earth

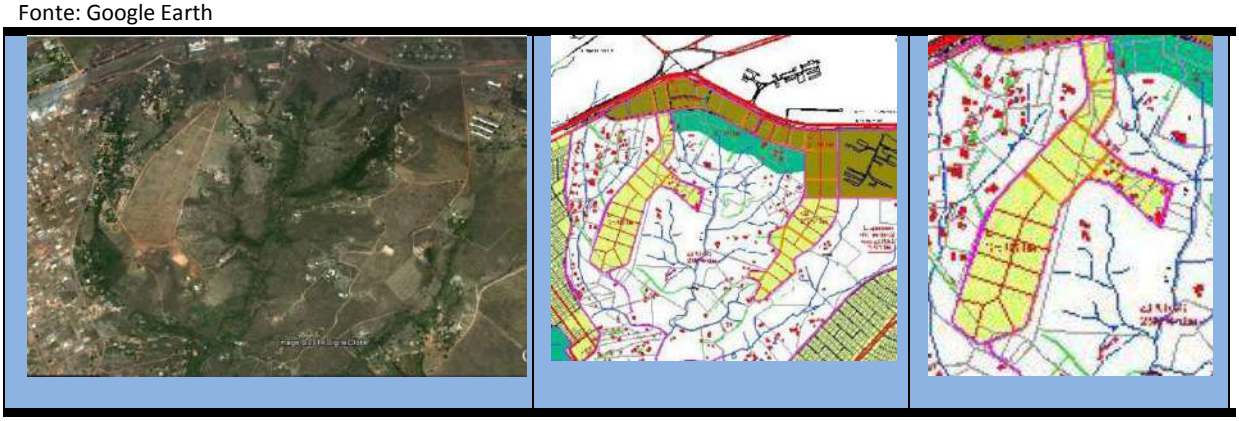


Figura 6.24 – Imagem aérea do Trecho 3 com potencial para Ecovila e princípios permaculturais e o parcelamento tradicional desenvolvido pela TERRACAP
Fonte: Google Earth

Tendo por base os princípios configuracionais, foram elaboradas propostas de desenho urbano que atendessem à premissa[172] de, para áreas de alta integração, conforme o "movimento natural", no trecho 1 existente, optar por uma ocupação de média a alta densidade e, para áreas de baixa integração no trecho 3, optar por uma ocupação residencial de baixa densidade, de acordo com princípios permaculturais e das ecovilas, respeitando o caminho das águas.

No modelo de composição dos projetos urbanísticos propostos, a abordagem da visão sistêmica se concretiza na implantação dos princípios de sustentabilidade ambiental aplicados ao planejamento e desenho urbano, estudados por Andrade (2005). Tais princípios, vistos no capítulo 3, consolidam uma estrutura sistêmica e integrada, que contribui para o entendimento do potencial de implantação de assentamentos urbanos mais sustentáveis,

[171] Lei n° 1823, de 1998,

[172] O Trecho 2 não foi simulado porque os lotes já se encontram registrados em cartório, o que dificultaria qualquer assimilação dos padrões por parte do governo do Distrito Federal.

por meio de soluções simples e capazes de resolver diversos problemas, de uma única vez, ou por uma combinação de soluções interligadas entre si.

Como exemplo, foram aplicados, simultaneamente, o princípio de "adensamento urbano" no trecho 1, respeitando o movimento natural da estrutura urbana, e os princípio de "proteção ecológica" e "drenagem natural" no trecho 3, na região mais sensível, reforçando o caminho das águas.

Procurou-se demonstrar que o uso apropriado da centralidade, no trecho 1 do Setor Habitacional Taquari, com o adensamento da estrutura urbana existente, com habitações coletivas, serviço e comércios permeando o grid urbano, haveria um melhor aproveitamento do "movimento natural" e da infraestrutura preexistente. O projeto no centro da **Figura 6.25** ilustra cenários futuros, com propostas de adensamento, desde que aplicados padrões de desenho urbano sensível à água, infraestrutura ecológica, saneamento ecológico e permacultura.

Figura 6.25 – Simulação de cenário futuro para o Trecho 1 com proposta de adensamento realizada pelos estudantes da disciplina de projeto de urbanismo 1, orientados pelas professoras Liza Andrade e Giuliana Brito
Fonte: Projeto Natália Rios, Frederico Maranhão, Lucas William e Raquel Vitória Souza

Por sua vez, explorando o potencial para uso rural, com a produção de alimentos, no trecho 3, seguindo o modelo de Ecovilas, o desenho urbano poderia acompanhar as curvas de nível para a drenagem natural, seguindo o caminho natural das águas pluviais. Assim, por meio da interpretação da sustentabilidade espacial e ambiental, espera-se contribuir para a gestão ecológica do ciclo da água, na região da Bacia do Lago Paranoá.

Além desses princípios, o projeto também teve como base os princípios da permacultura para estimular a criação de um ambiente equilibradamente produtivo, rico em alimentos, economia de água e energia e construções mais sustentáveis, incluindo uma infraestrutura socioeconômica.

A composição do desenho urbano que se forma, a partir de estratégias ou arranjos, em função do local, dos elementos existentes ali e daqueles que serão introduzidos, se consolida em princípios da permacultura. São eles: funções múltiplas, diversidade, reciclagem de energia, padrões da natureza, localização relativa, recursos biológicos, planejamento em declives, uso das bordas, sucessão natural das espécies e zoneamento.

6.6.2 Aplicação dos padrões espaciais para "cidades verdes", ressaltando o suprassistema da paisagem no Trabalho Final de Graduação da FAU Unieuro da estudante Natália da Silva Lemos[173]

O projeto, intitulado "Ecovila Urbana da Ecobacia do Urubu", é uma demanda do movimento ambientalista "Salve o Urubu", liderado pelas ONGs Oca do Sol e Instituto Sálvia, que tem como objetivo apresentar ao Governo do Distrito Federal a aplicação de padrões urbanos mais sustentáveis, que sirvam de modelos de ocupação para resguardar as nascentes da microbacia do Córrego Urubu.

O terreno está localizado em uma área de expressividade hidrográfica, em consequência da existência de nascentes e vários braços que abastecem o Córrego Urubu. Portanto, apresenta uma relevante vocação para implantação de projetos urbanos de caráter mais rural e menos urbano.

Em estudos[174] realizados no local por Braga, Martins e Ibrahim (2010), foi feita a análise de vulnerabilidade climática num cenário de crescimento urbano até 2019 na microbacia para os trechos 2 e 3 do Taquari, onde se evidenciou o crescimento das vulnerabilidades ambientais e riscos decorrentes dos efeitos da urbanização proposta para o local. Segundo os autores, as análises realizadas indicaram um aumento dos efeitos decorrentes da saturação do solo, uma vez que são previstas ocupações em áreas consideradas críticas.

A partir da análise dos projetos para os trechos 2 e 3 do Taquari, a serem implantados, os autores do estudo estimaram a permanência no local de 8% de vegetação, dentro da área a ser ocupada, obtendo os seguintes resultados de simulação. A **Figura 6.26** ilustra o cenário comparativo de saturação do solo entre 2009 e 2019.

Em 2006, a empresa TOPOCART solicitada pela TERRACAP, realizou um Plano de Controle Ambiental, abordando a drenagem pluvial no trecho 2 do Taquari. No estudo já foram relatadas as condições atuais de escoamento das águas pluviais, evidenciando os impactos dos níveis de precipitação sobre a área e ressaltando que a capacidade de vazão dos Córregos Urubu e Sagui estava praticamente no limite (BRAGA, MARTINS, IBRAHIM 2010).

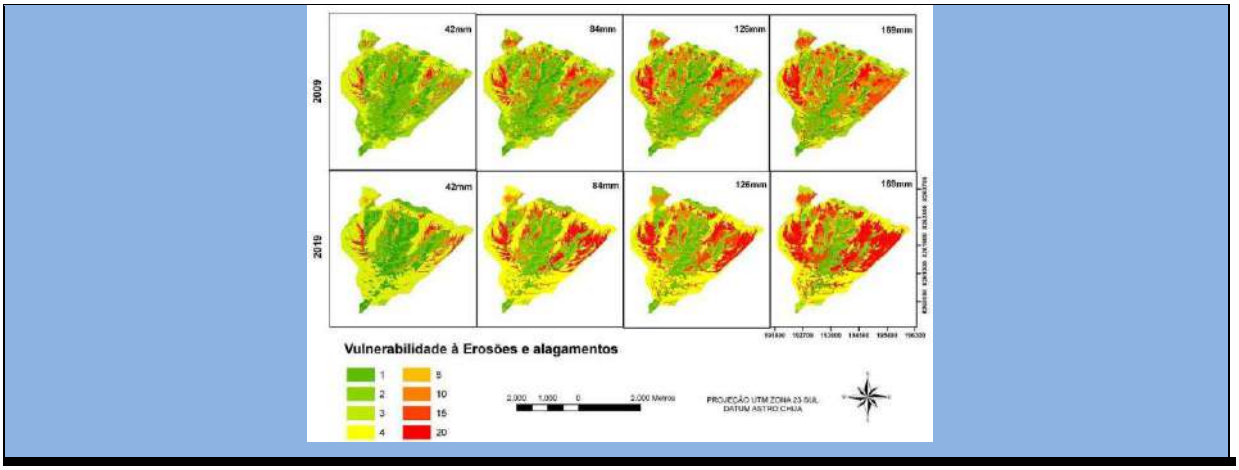


Figura 6.26 – Cenários comparativo de Saturação do solo entre 2009 e 2019 (precipitações de 42, 84, 126 e 169mm)

173 O trabalho Final de Graduação desenvolvido por Natália da Silva Lemos, orientado pela professora Liza Andrade, obteve menção SS pela banca avaliadora.

174 Orientados pela professora Renata Marson, ex professora da PUC Brasília, moradora da região do Córrego Urubu e uma das coordenadoras do Instituto Sálvia.

Fonte: BRAGA, MARTINS, IBRAHIM (2010).

Os autores ainda ressaltam os riscos inerentes ao sistema de drenagem pluvial adotado e seus pontos de lançamento. O aumento da velocidade das águas decorrente da impermeabilização e a redução da infiltração de água no solo podem gerar alagamentos, enchentes e até extinção de nascentes.

O sistema de drenagem do trecho 2 é baseado no mesmo sistema do trecho 1, com bacias de detenção, que ao longo de um curto intervalo de tempo se mostraram ineficazes na contenção da água da chuva, rompendo e causando uma série de transtornos, além de apresentar pontos de lançamento em dois trechos: um no córrego do Torto e outro no Urubu.

Estudos preliminares indicam que haverá lançamento nos córregos Urubu e Sagui pelo trecho 2. E, finalmente, para o trecho 3 serão feitos dez pontos de lançamento, ao longo da microbacia do córrego Urubu. Destes, dois lançamentos serão ligados ao sistema de drenagem do Taquari 2, cinco possuem bacia de detenção, com lançamento no terreno natural e três lançam diretamente no córrego Urubu, o que agravará seriamente os cenários propostos neste estudo (BRAGA, MARTINS, IBRAHIM 2010).

A grande preocupação nessa região, segundo os autores, é quanto à eficácia e segurança da utilização de bacias de detenção, como forma de aliviar os efeitos do lançamento de águas pluviais nos córregos, uma vez que a topografia do local não oferece a quantidade de área suficiente para as instalações de bacias de detenção, capazes de diminuir a quantidade de água lançada.

Nesse sentido, os padrões de desenho urbano sensível à água, que envolvem técnicas de infraestrutura ecológica, saneamento ecológico e permacultura são imprescindíveis à ocupação urbana na região.

A partir da Licença Prévia (LP) emitida pela antiga Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, foram verificadas algumas pendências relacionada aos recursos hídricos e à configuração espacial, dentre as quais, a não permissão de subdivisão de chácaras situadas nos vales dos córregos Urubu e Jerivá (1 unidade familiar por ha).

Ademais, nas chácaras existentes deveriam ser: (a) implementadas medidas de recuperação ambiental; (b) verificada a capacidade de permeabilidade do solo, no caso de adoção de tratamento individual com fossas sépticas e sumidouros; (c) realizados estudos sobre toda a ocupação na área da bacia do Lago Paranoá, quanto à capacidade de suporte para recebimento de nutrientes e; (d) implementadas medidas de sistema de drenagem pluvial, para recarga de aquíferos na área da Chapada.

Com o objetivo de atender os princípios de sustentabilidade, foi elaborada uma análise do local, de modo a propor um projeto coerente com os condicionantes locais, de acordo com os mapas de geomorfologia, pedologia e suscetibilidade à erosão, ilustrados na **Figura 6.27** e na **Figura 6.28**. Esta análise foi determinante para o desenho dos dois trechos das ecovilas urbanas.

Figura 6.27 – O Projeto inserido nos mapas de pedologia, geomorfologia e suscetibilidade à erosão.
Fonte: Projeto de Natália da Silva Lemos

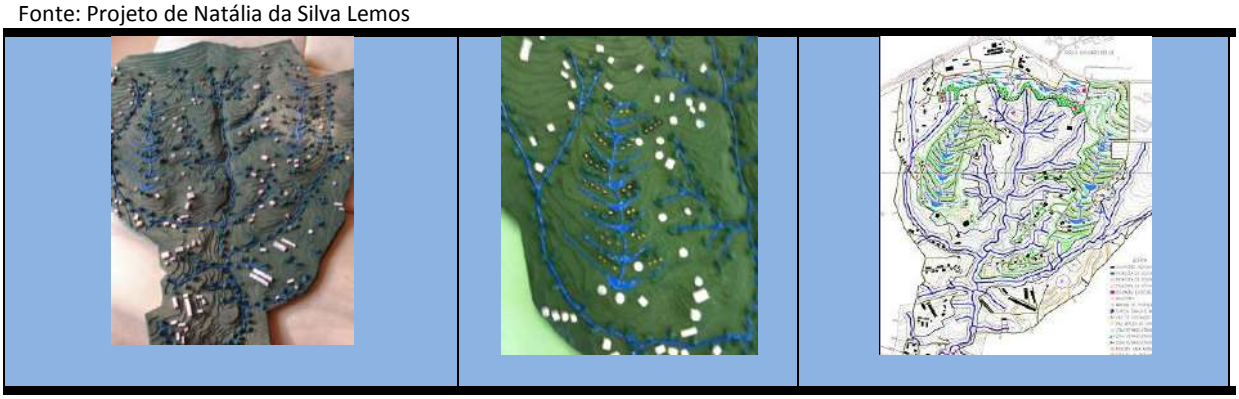


Figura 6.28 – Maquete do Projeto da Ecovila Urbana, na Ecobacia do Urubu, e o projeto, com o desenho urbano sensível à água.
Fonte – Google Earth e Natália da Silva Lemos

A proposta de densidade muito baixa abrange um total de 326 lotes de 450m², com uma projeção de área construída entre 150m² a 200m² e taxa de ocupação entre 0,33 e 0,44. O coeficiente de aproveitamento entre 0,7 a 0,9, sendo permitido a construção de 2 pavimentos. Com esta proposta, o total de novos habitantes será de 1.305 (considerando 4 pessoas por lote), em uma área urbana de 570 hectares, resultando em um adensamento urbano de 2, 28 hab/ha, pois grande parte da área será destinada aos corredores ecológicos e descida das águas.

Antes da aplicação dos padrões, foi feita uma análise dimensional para desenvolver diretrizes quanto às expectativas sociais para a região, apesar da área ainda não ser ocupada, o que tornou inviável uma análise[175] mais detalhada do local. Lembrando Salingaros (2003), os padrões não devem ser escolhidos de forma aleatória, é importante fazer um diagnóstico dos problemas e analisar o contexto antes de sua aplicação ao desenho (**Tabela 6.8**).

Tabela 6.8 - Correlação da análise dimensional com os padrões de Alexander et al.

Dimensões Morfológicas Programação desenvolvida por Natália Lemos	Padrões de Alexander et al. (1977)
Funcional - Na região o uso é predominantemente residencial (unifamiliar), organizado em forma de pequenos aglomerados. São áreas distantes de pontos de interação social, dos pontos de atividades de abastecimento e de lazer. Assim, as atividades devem ser planejadas para propiciar a integração social, os abastecimentos e o lazer no entorno imediato. Aproveitar o potencial da zona rural ao lado para promover a produção de alimentos na região utilizando o padrão "braço de zona urbana no campo".	P.3 Braço de zona urbana no campo; P.41 Conjunto de locais de trabalho; P.92 Ponto de ônibus; P.95 Complexo de edifícios; P.9 Número de pavimentos; P.51 Ruas verdes; P.104 Edificação melhorando o terreno - adaptação ao lugar; P.120 Passeios e destinos P.125 Escada para assenta; P.190 Pé direi-

175 Para efeito de estudos da região, foi feita uma análise dimensional detalhada da vizinhança como o Varjão e o Taquari 1, mas que nessa tese não serão demonstrados.

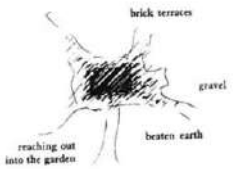
	tos variados;
Bioclimática - A fim de ofertar maior permeabilidade no solo e reforçar áreas aquíferas, os *swales* e o dreno francês devem ser aplicados no desenho das vias e das unidades habitacionais, que devem ser implantadas de acordo com as curvas de nível, mas também, orientadas de acordo com a incidência solar e eólica que interferem diretamente nas composições dos espaços arquitetônicos. Dar preferência para a orientação norte-sul	P.25 Acesso à água; P.64 Espelhos d'água e riachos; P.109 Casa longa e estreita; P.162 A fachada NORTE; P.207 Materiais apropriados; P.230 Aquecimento por radiação; P.235 Paredes com faces internas suaves; P.236 Janelas que abrem totalmente; P.239 Janelas com caixilharia pequena
Econômica - Há necessidade de se implantar infraestruturas de drenagem da água pluvial (origem de pontos de erosão). O "caminho das águas" deve ser reforçado com longo conjunto de bacias, nas quais a água irá percorrer pelos *swales* e pelo dreno francês ao longo das vias internas. Esses sistemas são de baixos custos de implantação e permitem a infiltração da água para manter o ciclo da água e melhorar a produção de alimentos.	P.71 Espelhos d'água-piscinas; P.169 Terrenos com terraços sucessivos; P.177 A horta; P.170 Árvores frutíferas - pomares e hortas; P.171 Lugares configurados por árvores; P.172 Jardins espontâneos; P.173 Jardim Protegido
Sociológica ou Copresencial - Há carência na aproximação das atividades com os padrões espaciais que não favorece a possibilidade de encontros interpessoais para dinamizar os padrões de vida cotidiana. Respeitando a limitação das APPs dos córregos, direcionar os espaços para agregar as inter-relações do habitar, produzir e abastecer localmente por meio de um modelo "via, lote, zona de produção, atividades de abastecimento e lazer".	P.23 Ruas paralelas; P.37 Agrupamento de moradias; P.100 Rua de pedestres; P.101 Ruas internas; P.51. Ruas verdes; P.87 Lojas de propriedade individual; P.114 Hierarquia de espaços abertos; P.167 Terraço utilizável – (balcões de 1, 80m).
Topoceptiva - Quanto à orientabilidade espacial, havia demanda por um sistema de comunicação que orientasse a circulação no local, sendo assim atribuiu ao tanque de armazenamento de água pluvial duas funções: utilização como placa de endereçamento e armazenador de água pluvial para o período de seca. Os tanques ficam locados na entrada de cada via interna.	P.62 Lugares altos; P.102 Família de entradas (acessos); P.135 Mosaico de luz e sombra; P.205 Estrutura congruente aos espaços habitáveis - em função dos espaços sociais.
Expressivo-simbólica - Para promover a expressividade e simbolismo das características locais, estabelecer uma legibilidade para a composição urbanística, sendo projetado um urbanismo estruturado em pequenas vilas em um modelo de assentamento que segue diretamente o desenho e sentido topográfico local.	P.14 Bairro identificável (vizinhança); P.104 Edificação melhorando o terreno - adaptação ao lugar; P.168 Conexão com a terra

Posteriormente, foram analisados os princípios de sustentabilidade com a aplicação dos padrões espaciais. Nesta fase do processo, os padrões foram mostrados a alguns membros do "Movimento Salve o Urubu". A **Tabela 6.9** resume a relação dos princípios de sustentabilidade e da permacultura para as propostas elaboradas pelo projeto das ecovilas.

Tabela 6.9 - Principios de sustentabilidade e permacultura

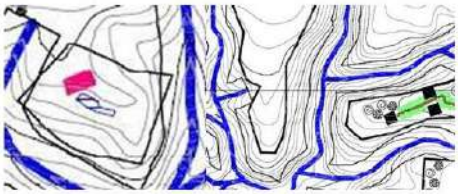
Proteção ecológica (biodiversidade) - em conformidade com o Código Florestal: margem de 30m, para cada lado, e um raio de 50m para as nascentes. Manter as áreas intactas de conservação e de recuperação do Cerrado.

P.168: CONEXÃO COM A TERRA.



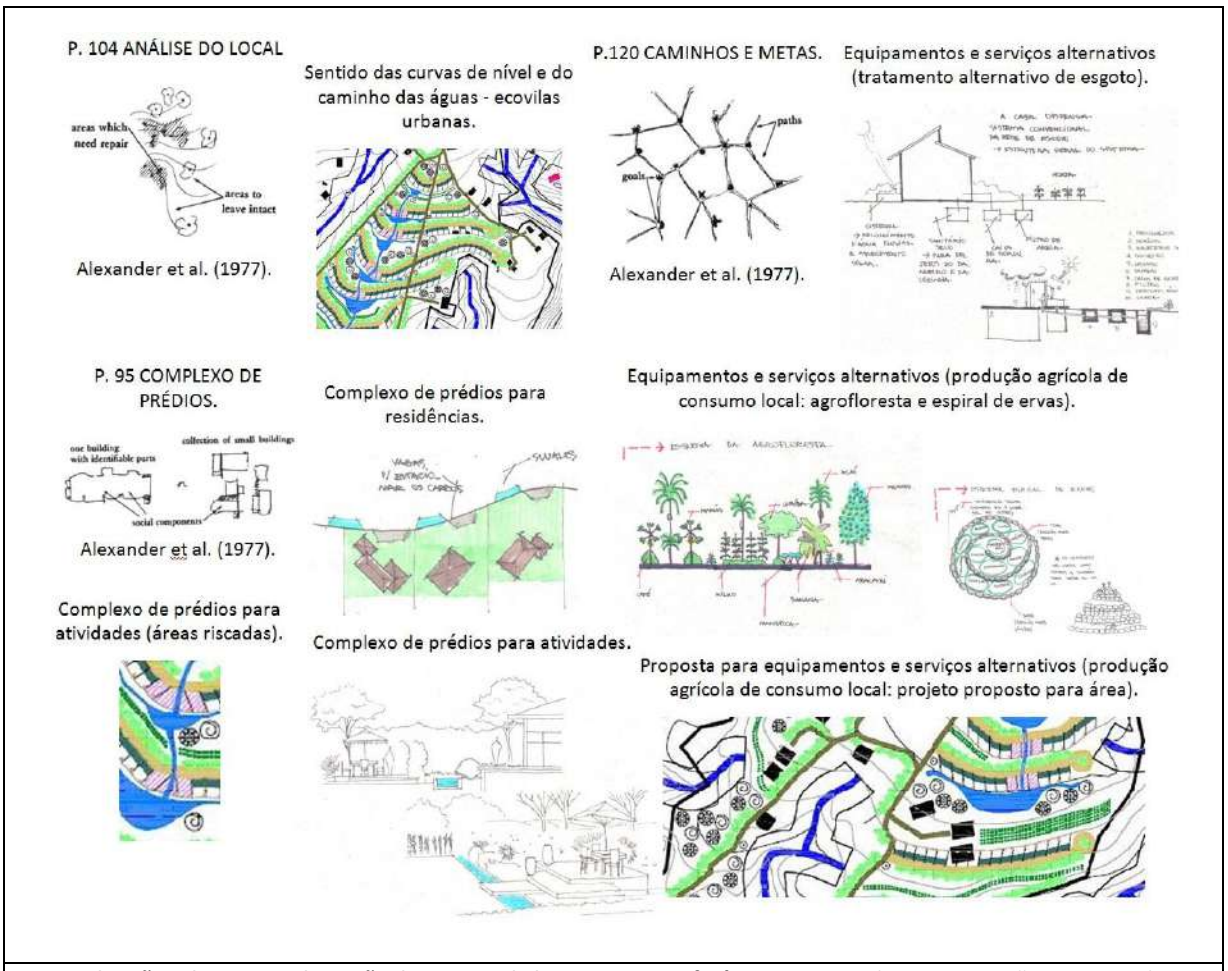
Alexander et al. (1977).

Margem em raio de 50m para as nascentes, e de 30m para os cursos d'água (conformidade com Código Florestal).



Conexões ecológicas para ocupação humana do espaço (ciência do lugar).

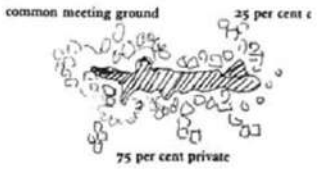
Adensamento urbano: utilizar a capacidade ofertada – máxima capacidade do Trecho 3 - Adensamento proposto para baixa densidade: - 1.305 novos habitantes em lotes residenciais de 450m², permitindo área construída entre 150m² a 200m². Áreas externas aos lotes: produção agrícola de consumo local e instalação de equipamentos e serviços.



Revitalização urbana e Implantação de centros de bairro - autossuficiência: espaços de encontros não programados e integração social - atividades de lazer e abastecimento: consolidação de centros bairro - distancias percorrida por bicicletas ou caminhadas; - atividades locadas ao longo do conjunto de canais do "caminho das águas". Produção local para consumo próprio.

Desenvolvimento da economia local: Cooperação, não competição no trabalho, comunicação e economia. Trazer a produção de alimentos para a cidade. Uma inter-relação do "morar, produzir e abastecer": habitar naquele espaço, produzir e abastecer localmente os recursos necessários ao suprimento da vida cotidiana. Locais de trabalho em suas próprias residências ou nos espaços destinados às atividades. Agricultura urbana: agrofloresta, hortas mandalas, espiral de ervas, paisagismo produtivo; compartilhamento de informações e ideias.

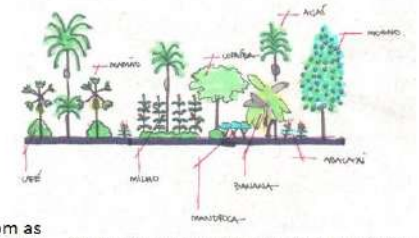
P.38 Áreas públicas comuns.



Alexander et al. (1977).

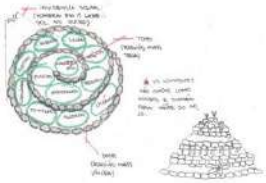
Áreas de uso comum em proximidade com as casas destinadas a produção agrícola local e comunitária.

Áreas de produção agrícola em áreas de conservação de flora: uso integrado por meio da agrofloresta.

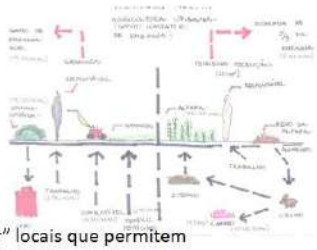


Áreas de uso comum em proximidade com as casas destinadas a produção agrícola local e comunitária – horta mandala.

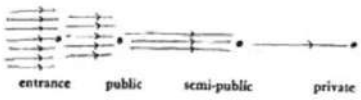
Áreas de uso comum em proximidade com as casas destinadas a produção agrícola local e comunitária – espiral de ervas.



Gasto de energia para "morar, produzir e abastecer" na agricultura urbana.

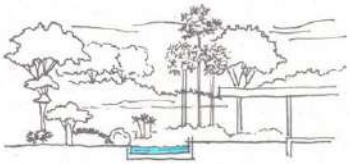


P. 127 GRADIENTE DE INTIMIDADE.



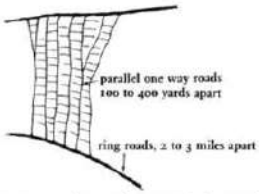
Alexander et al. (1977).

Integração do "morar, produzir e abastecer" locais que permitem trabalhar no local onde se habita.



Implantação de transporte sustentável: - estímulo ao uso de bicicletas (ciclovias ao longo de uma das laterais das vias de circulação) e a caminhadas (conexões atrativas entre o espaço urbano e os de atividades). Vias de circulação de carros dimensionadas para mão dupla (evitar o choque de sentido de circulação) e com espaços denominados *woonerf* (impede o estacionamento ao longo da via, reduz área pavimentada e os efeitos de ilhas de calor).

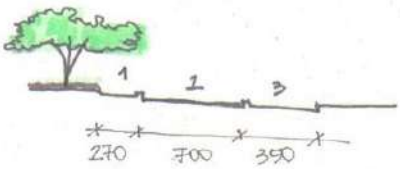
P 23: VIAS PARALELAS.



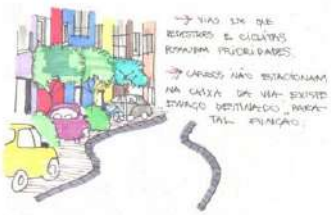
Fonte: Alexander et al. (1977).

Ruas paralelas (em marrom claro) para distâncias percorridas a pé e por bicicletas.

Vias dimensionadas para diferentes usos (1. Ciclovias em sentido duplo, 2. automotores em sentido duplo, e 3. *woonerf*).

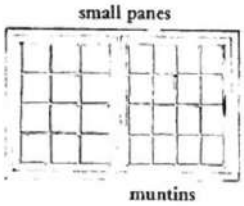


Ruas compartilhadas: *Woonerfs*.



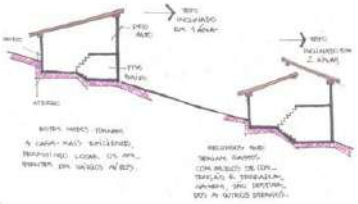
Moradias economicamente viáveis: uma economia de materiais e de gastos com as obras, melhor adaptação ao terreno em declive, aproveitamento das condicionantes bioclimáticas (conforto da edificação); habitações econômicas: diversidade de classes em modelos variáveis e com custos diferentes.

P 239: PEQUENOS PAINÉIS.

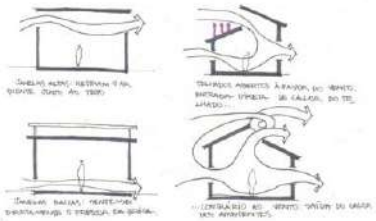


Fonte: Alexander et al. (1977).

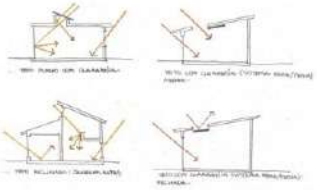
Moradias em terrenos com declives.



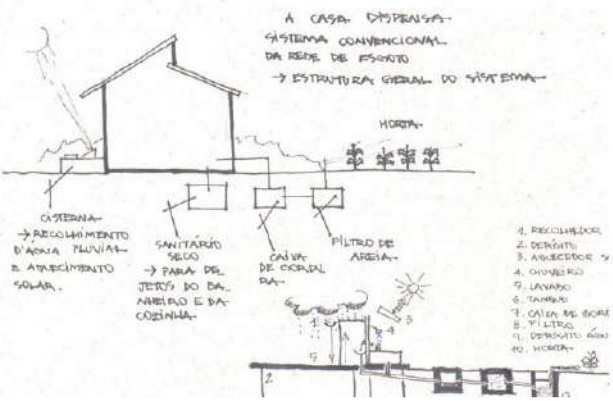
Janelas e telhados projetados para ventilação ideal.



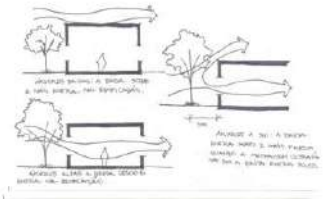
Aberturas para entrada de luz e calor.



Moradia adaptada para tecnologias alternativas dos sistemas de saneamento e energia.

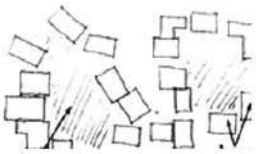


Moradia adequada quanto à influência da vegetação na ventilação.



Comunidade com sentido de vizinhança (habitáveis): centros de vivência: sociabilidade e o desenvolvimento comunitário. Revitalização urbana e implantação de centros de bairro.

P 37 GRUPO DE CASAS.



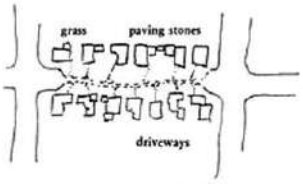
Croqui para áreas de casas.

Áreas de lazer e entretenimento nas áreas centrais

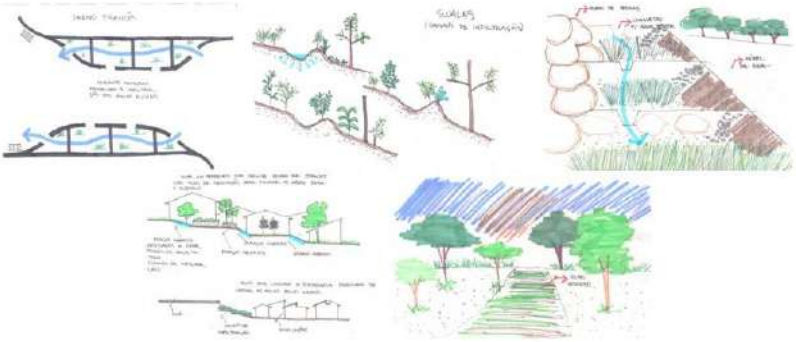
Tratamento do esgoto e drenagem natural: dupla funcionalidade – proposto de forma individualizada com instalações de tratamentos alternativo e natural dos resíduos e dejetos. Drenagem natural: instalações do dreno francês, dos *swales*, do caminho das águas e das ruas verdes. Cooperação funcional entre os sistemas: os resultados de um sistema podem ser utilizados em outros sistemas.

P51: RUAS VERDES.

Dreno francês, *swales* e *wetlands* (canais de infiltração). Esquema de drenagem das águas nas ruas verdes (abaixo).

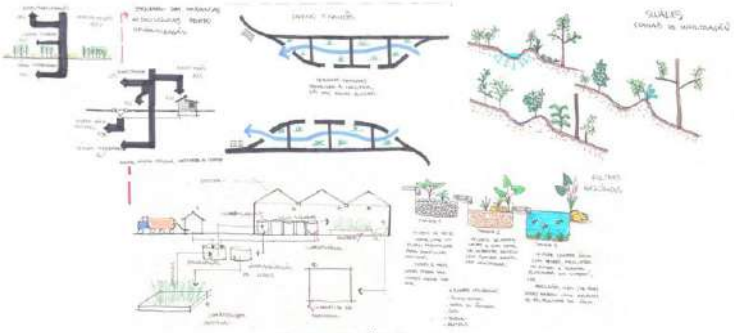


Alexander et al. (1977).



Gestão integrada da água: minimizar a manutenção e gastos com energia para atingir a máxima produção. Possibilidades de instalações de coberturas ajardinadas, estacionamentos e vias com pavimentação permeável, cisternas e tanques: e aproveitamento da água da chuva e reaproveitamento das águas servidas - conjunto de canais do caminho das águas: conservar máxima quantidade de água com a mínima movimentação de terra, evitando problemas de erosão.

Drenagem natural: dreno francês, *swales* e *wetlands* (canais de infiltração). Tratamentos alternativos de para águas servidas (abaixo).

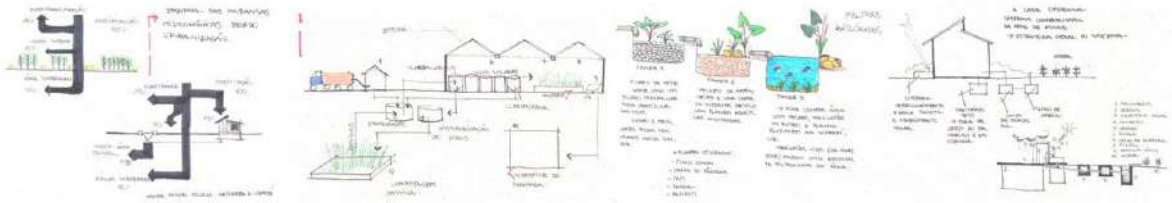


Fonte: Natália Lemos.

Políticas baseadas nos 3R's (reduzir, reusar e reciclar). Ação sustentável – fazer coisas sustentáveis

- modelos e ocupações do espaço urbano que agregam redução de gastos dos recursos naturais, reutilização e reutilização de alguns recursos. Os aspectos citados em toda a tabela agregam valores dos 3R's. Reciclagem das águas cinzas, compostagem do lixo orgânico - Reaproveitamento da água da chuva, agricultura urbana e outros.

Tratamento alternativo de águas cinza.



Agricultura urbana: gasto de energia na agricultura urbana; agrofloresta, espiral de ervas e horta mandala.

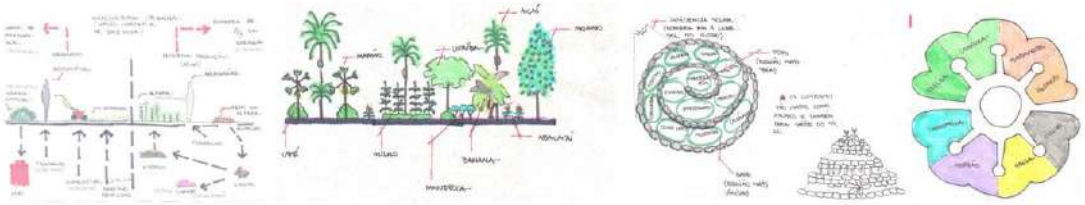


Figura 6.29 – Detalhe do Projeto da Ecovila Urbana na Ecobacia do Urubu, detalhe da ocupação e foto do encontro com a comunidade do Movimento Salve o Urubu
Fonte: Projeto de Natália da Silva Lemos orientado pela professora Liza Andrade

Ao realizar a análise sintática do projeto[176], foram encontrados valores de integração global (Rn) inferiores aos encontrados no projeto da TERRACAP. Mas, ao proceder com as análises de integração local (R3) e *choice* (medida de escolha) com os raios de 5.000, 2.000 e 500 metros, foram encontrados desempenhos locais melhores, não revelados pela análise de integração global, principalmente com as abrangências de 2.000 e 500 metros no projeto desenvolvido para o Trecho 3 por Natália Lemos (**Figura 6.30** e **Tabela 6.10**).

Com a medida de 2.000 metros, algumas vias laterais do projeto aparecem em cores quentes, e, na análise de 500 metros, ainda aparece uma linha central em cor quente, indicando vias com potencial de maior movimento devido à escolha delas, como caminho para se alcançar outras vias de maior integração. No padrão global, as vias no sentido transversal não configuram integração devido à limitação dos dois córregos existentes nas extremidades das vilas. Evitou–se o cruzamento de automóveis com as áreas adjacentes para não haver desmatamento, erosões e assoreamento dos córregos. Aqui cabe a aplicação do padrão "bi-engenharia" para construção de pontes em estrutura de madeira.

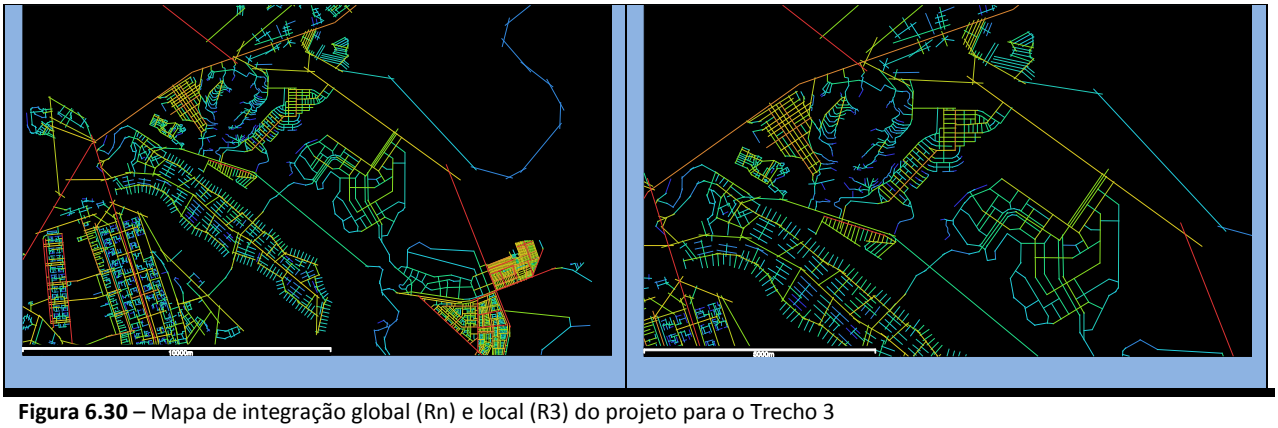
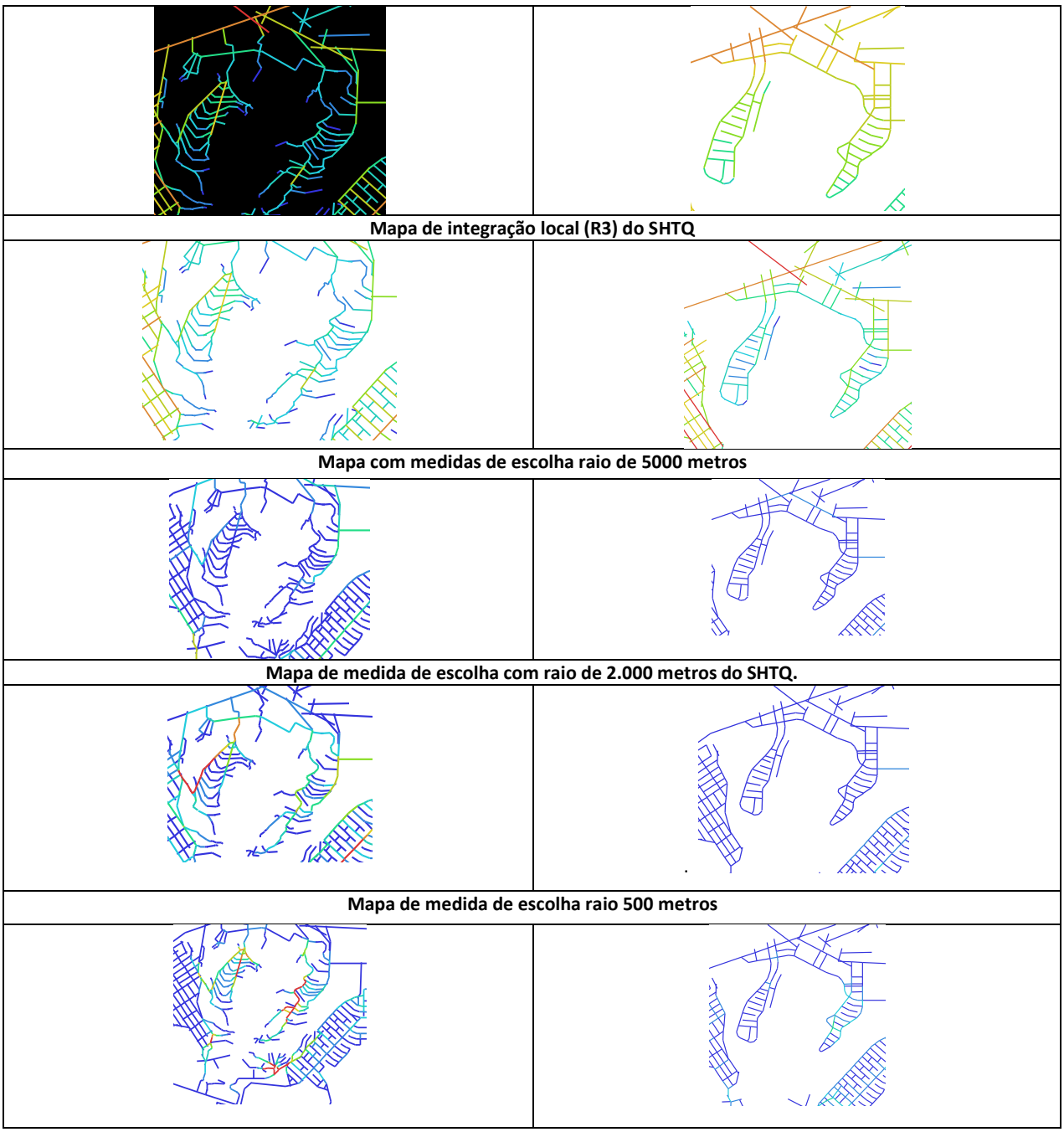


Figura 6.30 – Mapa de integração global (Rn) e local (R3) do projeto para o Trecho 3
Fonte: Desenho Jamil Tancredi, Projeto Natália Lemos

Tabela 6.10 - Avaliação da sustentabilidade espacial do Trecho 3

MAPAS	AVALIAÇÃO
Mapa de integração global (Rn) do SHTQ	
Proposta de Ecovila (Natalia Lemos)	**Proposta da TERRACAP (2012)**

176 Mapas desenvolvidos por Jamil Tancredi



Mapa de integração local (R3) do SHTQ

Mapa com medidas de escolha raio de 5000 metros

Mapa de medida de escolha com raio de 2.000 metros do SHTQ.

Mapa de medida de escolha raio 500 metros

Esse estudo demonstrou que, em áreas mais sensíveis, como o caso da Ecobacia do Urubu, os padrões espaciais do ecossistema urbano tenderão mais para o lado do suprassistema da paisagem, para a sustentabilidade ambiental. No entanto, isso não significa que os padrões emergentes não possam ser aplicados. O grande desafio é conectar melhor "a comunidade" com as vias existentes, mas, neste caso, a sensibilidade dos corpos hídricos deve ter mais peso na tomada de decisão.

A seguir, será demonstrada a aplicação dos padrões espaciais na Etapa 2, que engloba o nível da paisagem e da comunidade, para consolidação do método para integrar a sustentabilidade espacial e a sustentabilidade ambiental.

6.6.3 A consolidação do método de aplicação dos padrões do ecossistema urbano no processo de projeto para a Gleba A, do Etapa 2 do SHTQ, desenvolvido pela estudante Shinelle Hills, no Trabalho Final de Graduação da FAU/UnB.

O trabalho final de graduação tinha como desafio desenvolver um anteprojeto de "Vila Urbana". Este conceito foi baseado em Christopher Mare e no conceito de "Comunidade" de, Christopher Alexander, e "Bairro", de Douglas Farr.

Porém, pretendia, também, atender aos padrões emergentes para promover a centralidade difusa, proposta por Bill Hillier; a vida na cidade, de Jane Jacobs e Jan Gehl; e a totalidade (*wholeness*) de Christopher Alexander, além, é claro, atender às expectativas sociais quanto ao desempenho da forma urbana da DIMPU para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari.

Conforme já analisada, trata-se de uma área ambientalmente sensível, na Bacia do Lago Paranoá, portanto, devem ser aplicados os princípios e padrões de sustentabilidade, e de desenho urbano sensível à água, com vistas ao urbanismo ecológico. Além disso, deve incluir os padrões espaciais do efeito dos ecossistemas na paisagem, como vistos em Ian Mcharge, Bill Mollison e Lancaster. A intenção é atender as exigências ambientais, bem com as demandas habitacionais para classes sociais diversas (**Figura 6.31**).

Figura 6.31 – Imagem aérea da Gleba A do Etapa 2 e as curvas de nível demonstrando o caminho das águas em direção aos córregos e ao Lago Paranoá.
Fonte: Shinelle Hills e TERRACAP (2013)

A meta é integrar os atributos das agendas Verde e Marrom no território, promovendo a sustentabilidade espacial e ambiental da região, criando, ao mesmo tempo, cidades mais verdes e mais compactas, "mais denso e mais verde". O que se pretende demonstrar é a possibilidade de conexão dos padrões espaciais, no nível da comunidade e no nível da paisagem, no ecossistema urbano, para promover o desenho urbano sensível à água.

Apesar de este item tratar apenas da Gleba A, o desenvolvimento do projeto foi baseado em quatro escalas transversais: a bacia hidrográfica do Lago Paranoá, o Setor Habitacional Taquari, a Gleba A da Etapa 2, e, por fim, a área de implantação da Vila Urbana. A análise do SHTQ incluiu, também, o seu entorno no contexto da bacia hidrográfica e áreas adjacentes, considerando o entendimento da cidade sustentável, que se entende por um tecido interligado para formar uma totalidade (**Figura 6.32**).

Figura 6.32 – Fotos tiradas da Torre Digital
Fonte: Liza Andrade

Assim, foi estabelecido o roteiro da **Tabela 6.11.**

Tabela 6.11 - Roteiro metodológico para a intervenção urbana:

ESCALAS	ANÁLISE E AVALIAÇÃO - DIRETRIZES
Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá	Planejamento regional – análise ampliada das diretrizes dos planos do território PDOT; PPCUB; ZAA;ZEE. Estabelecer conexões necessárias por meio da análise da sustentabilidade ambiental e espacial.
Setor Habitacional Taquari e o Etapa 2	Sobreposição de mapas: análise do equilíbrio das etapas de intervenção: densidades, usos e sistema viário por meio do mapa axial e dos mapas de sensibilidade ambiental. Taquari 1; Taquari 2; Taquari 3; Etapa 2 (Glebas A,B,C,D e E). Planejar o transecto da região com estabelecimento de densidades e modelos de desenho.
Gleba A	Suprassistema da Paisagem do Ecosssistema Urbano Princípios de sustentabilidade: ambiental, social econômica. Análise da Gleba A proposta pela TERRACAP. Dimensões: Bioclimática; Funcional; Econômico-financeira; Sociológica; Topoceptiva; Expressivo-simbólica. Estabelecer diretrizes baseadas nos princípios de sustentabilidade, na programação dimensional, no transecto (densidades e urbanismo agrário) e na infraestrutura ecológica (saneamento, agricultura e águas pluviais)
Vila Urbana – área de aproximadamente 40ha na Gleba A	Subsistema da comunidade do Ecossistema Urbano - conceito de "Vila Urbana" – Níveis de densidade, conexões, capacidade de suporte. Estabelecer Parâmetros de projeto – Linguagem de Padrões – Christopher Alexander e desenho urbano sensível à água.

6.6.3.1 A proposta da TERRACAP de 2013 para a Gleba A do Etapa 2

De acordo com as diretrizes PDOT para a região, a densidade prevista é baixa, entre 15 a 50 hab/ha, portanto, a população máxima admitida para o Etapa 2 é de 104.702 habitantes, considerando todas as glebas (**Figura 6.33**). Na segunda fase de estudo da TERRACAP houve uma evolução e um detalhamento maior em relação à primeira proposta, apresentada pelos técnicos em 2012, porém ainda é apresentada na forma de manchas e não de desenho.

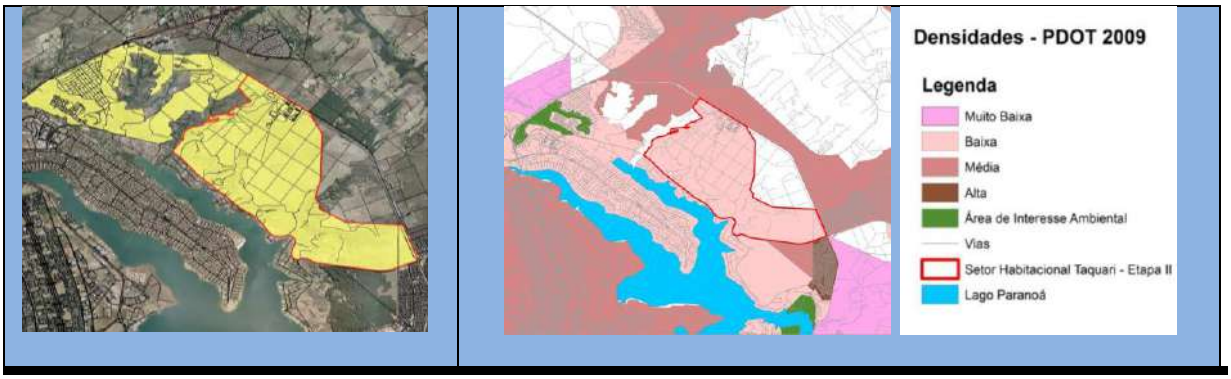


Figura 6.33 – Mapa da poligonal do Setor Habitacional Taquari e mapa com todas as glebas e indicando baixa (15 a 50

hab/ha) densidade no mapa do PDOT.
Fonte: TERRACAP

A área foi dividida em setores com gradiente de densidades. O objeto de estudo é a Gleba A, na região central, no setor l, ilustrada na **Figura 6.34** em verde claro, com uma área de 749 hectares para comportar 110 hab/ha e população prevista de 82.485 habitantes.

Figura 6.34 – Mapa do zoneamento do uso do solo do PDOT em amarelo está a zona urbana de uso controlado I e no mapa de densidades, produzido pela TERRACAP para o Etapa 2 com a gleba A em verde claro.
Fonte: TERRACAP (2013)

É curioso observar que no mapa de zoneamento de uso do solo houve uma preocupação com a conexão de áreas verdes, na forma de parques; mas, até certo ponto, pois a mancha verde não atravessa o bairro, entre uma ponta e outra, como deveria ser um verdadeiro corredor ecológico. Apesar de existir uma via parque (cor verde), o bairro é cortado por uma via de circulação pesada (em preto) que divide o setor em três partes. Apesar de ter um ponto central não configura um núcleo integrador, uma centralidade urbana (ver mapa de integração da sintaxe espacial).

No nível da comunidade, o mapa abaixo, também, ilustra a divisão de usos entre habitação e uso produtivo (comercial) e está prevista uma área para o setor de alta tecnologia (em laranja). Apesar de haver uma tentativa de integração entre uso comercial e residencial, ainda há uma separação de manchas, ilustradas na **Figura 6.35**.

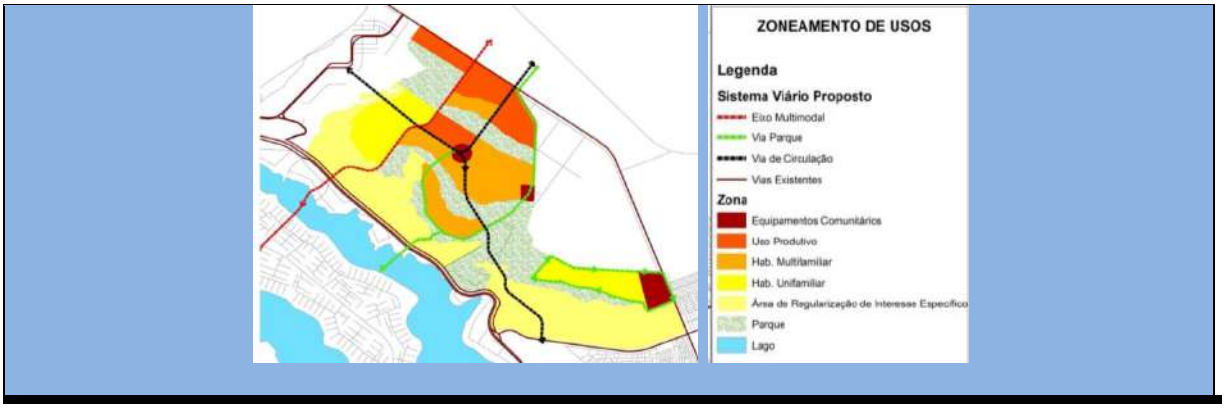


Figura 6.35 – Mapa do zoneamento do uso do solo do PDOT em amarelo está a zona urbana de uso controlado I Fonte: TERRACAP (2013)

Outro ponto que deve se salientado no nível da paisagem, são os parâmetros de ocupação em relação à densidade construtiva. Os mapas do ZEE, sobre fragmentos da vegetação e de sensibilidade à perda de cobertura vegetal, não demonstram que as áreas verdes devem ser localizadas exatamente onde foram planejadas no projeto da TERRACAP.

O perfil da seção transversal de 3.262m demonstra que o desnível até o lago é de 110 m e a construção de 6 pavimentos (em azul escuro na imagem abaixo) tem 25,5 m e que, por isso, não haverá problema quanto à questão das visuais do terreno (**Figura 6.36**).

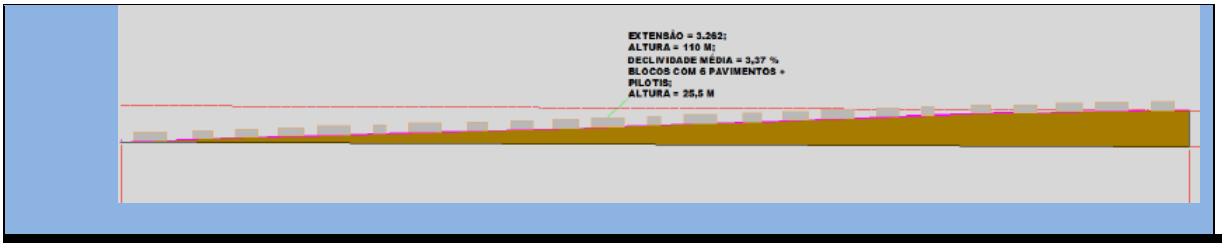


Figura 6.36 – Seção transversal do projeto
Fonte: TERRACAP (2013)

No entanto, questiona-se a localização dessas áreas devido aos parâmetros de ocupação com 6 pavimentos estarem na parte mais baixa do terreno, mais próxima ao lago, na direção contrária ao transecto natural. Não se considera a contenção final e velocidade das águas pluviais, visto que a densidade mais alta ficou no nível mais baixo. Era de se esperar que neste nível, a densidade fosse mais baixa com tipos edilícios unifamiliares em terrenos grandes, ou na forma de chácaras, integrando-se às existentes. Ou, até mesmo, parques para receber as *wetlands* (**Figura 6.37**).

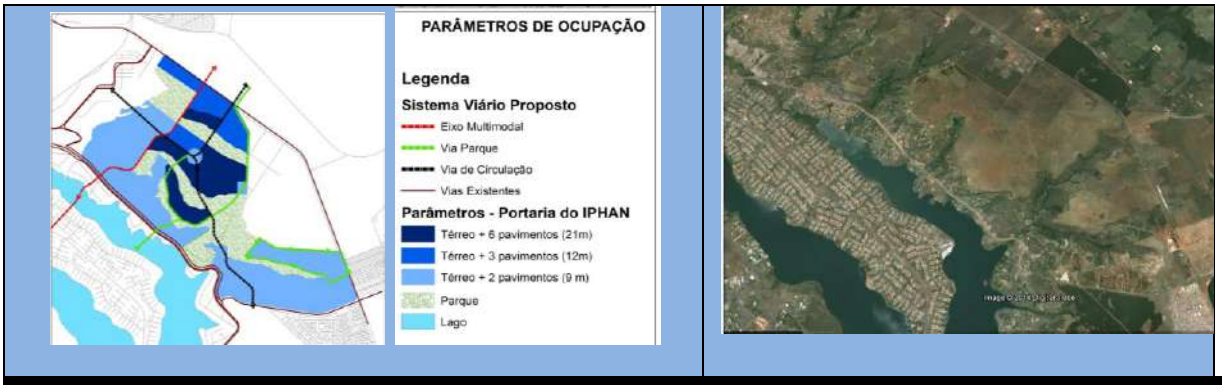


Figura 6.37 – Mapa de densidades produzido pela TERRACAP para o Etapa 2 com a gleba A em verde claro.
Fonte: TERRACAP (2013)

A **Figura 6.38** ilustra o transecto da região baseado na ecologia, da Chapada de Contagem ao Lago Paranoá, desenvolvido pela estudante Shinelle Hills. A **Figura 6.39** ilustra as cenas do percurso na via de contorno existente à esquerda da área de intervenção.

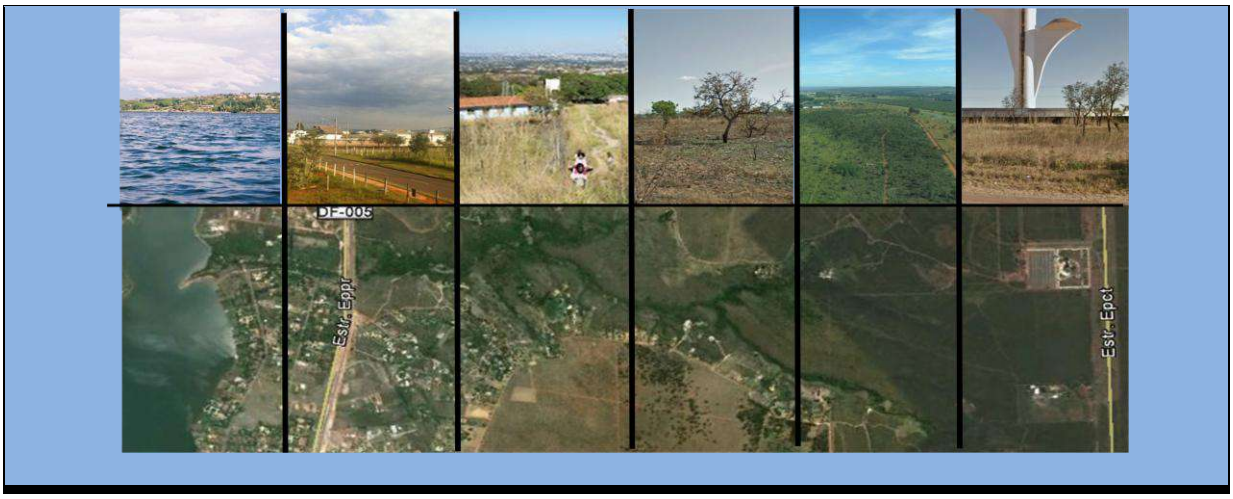


Figura 6.38 – Transecto natural da região, com algumas ocupações, até a Torre Digital
Fonte: Shinelle Hills

Após a análise dos projetos da TERRACAP de 2012 e 2013, foi feita uma programação baseada nas dimensões morfológica dos lugares e, posteriormente, uma pequena aproximadação da seleção dos padrões de Alexander et. al (1977) na **Tabela 6.12**.

Tabela 6.12 - Seleção de padrões pelas dimensões morfológicas

Dimensões morfológicas - Expectativas sociais Programação (Shinelle Hills)	Padrões de Alexander et al. (1977)
Funcional - Redesenhar o sistema viário e repensar o macrozoneamento no sentido *bottom-up* por meio de parâmetros emergentes. A partir de um novo desenho desenvolver uma proposta na escala da Vila Urbana. Por ser localizada em uma área ainda pouca urbanizada e ambientalmente sensível, aplicar o padrão 3 "braços de zona urbana no campo" que propõe uma coexistência de espaços urbanos e os espaços rurais, até mesmo nos centros das cidades indo em direção ao urbanismo agrário. Essa mescla é importante e necessária para ajudar manter um nível adequado de permeabilidade do solo numa região alimentada de córregos que por sua vez alimentam o Lago Paranoá. A implantação destes braços também deveria tomar em consideração a declividade do terreno, pois serviriam para traçar um novo sistema viário.	P3 – Braços de Zonas Urbanas no campo; P7 – A Paisagem Rural; P8 – Mosaico de Subculturas; P9 – Locais de trabalho bem distribuídos; P12 – Comunidade de sete mil pessoas; P18 – Redes de Aprendizado; P19 – Redes de Comércio e Serviços; P26 – Ciclo da vida; P28 – Núcleos excêntricos; P29 – Anéis de Densidade; P37 – Agrupamento de Moradias; P42 – Cinturão Industrial; P67 – Área externa coletiva; P68 – Espaços para brincar conectados.
Bioclimática - Implantar áreas verdes, ruas verdes e também o uso de laginhos que servirão para manter a permeabilidade do solo, bem como de climatização. Incluir parques na proposta de intervenção com bastante vegetação nas partes internas das quadras para contribuir com a umidificação dos espaços, além de garantir sombra do sol. Projetar vários tipos edilícios que atendam as diversas classes sociais e aos condicionantes bioclimáticos de com as densidades propostas.	P22 – Nove por cento em estacionamentos P25 – Acesso à água; P51 – Ruas Verdes; P64 – Espelhos de água e riachos
Copresencial ou Sociológica - O mapa axial da proposta da Gleba A, ETAPA 2, demonstrou que há pouca integração global, portanto, é necessário redesenhar o sistema viário para alcançar um nível adequado de integração. Dentro de cada área de transporte local, construir pequenas vias locais e caminhos para deslocamentos internos a pé, de bicicleta e veículos locais. Construir grandes vias coletoras ou de distribuição paralelas que facilitem a entrada e saída de automóveis pelos rodoaneis. Porem, posicioná-las de maneira a tornar lentos e inconvenientes os deslocamentos pequenos feitos com estes veículos particulares.	P13 – Limites e Costuras entre subculturas; P17 - Rodoanéis ; P16 – Rede de Transporte Público P23 - Ruas paralelas P31 – Promenade P30 – Nós de atividades P33 – Vida Noturna P32 – Rua de Comércio para pedestres P69 – Ambiente externa coletiva
Econômica - Em relação ao esgotamento sanitário do SHTQ, atualmente este serviço está sendo encaminhado para a Estação de Tratamento Norte (ETE) da CAESB. No entanto, estudos realizados pelo órgão indicam que a capacidade de suporte dessa estação chegará ao seu limite em 2015. Por causa disso, novos estudos estão sendo realizados para a ampliação e criação de novos projetos para atender a demanda crescente. Desenhar tratamento alternativos de esgotos como *wetlands* construídos para diminuir os impactos no lago, atrair animais silvestres e servir de corredores ecológicos.	P20 – Micro-ônibus; P23 – Vias Paralelas P27 – Homens e Mulheres; P34 – Terminais Intermodais; P41 – Conjunto de locais de trabalho.
Topoceptiva - Foi feito um percurso na região na via de contorno da área de estudo do lado esquerdo e verificou-se o potencial para implantação de mirantes e cenas paisagísticas. E ao mesmo, identificou-se a necessidade de conectar as matrizes da paisagem. Por outro lado, para não haver monotonia na região, é importante haver diversidade de subculturas e bairros identificáveis no crescimento gradual da totalidade.	P8 – Mosaico de Subculturas; P14 – Bairro Identificável; P15 – Limites entre bairros; P21 – Limite de quatro pavimentos; P38 – Moradias em Fita; P39 – Moradia Escalonadas P51 Ruas Verdes; P62 – Lugares Altos
Expressiva e Simbólica - A imagem da Torre Digital na região é forte, mas não o suficiente para impedir que se estabeleçam alguns marcos visuais e mirantes. Porém a intenção do projeto é criar uma agradabilidade visual através das massas arbóreas e dos caminhos das águas ao longo de todo o parcelamento. A figura 5.69 ilustra o potencial da região para manter a conexão com a natureza.	P24 – Sítios Sagrados; P25 – Acesso à água P66 – Solo Sagrado; P14 – Vista Zen

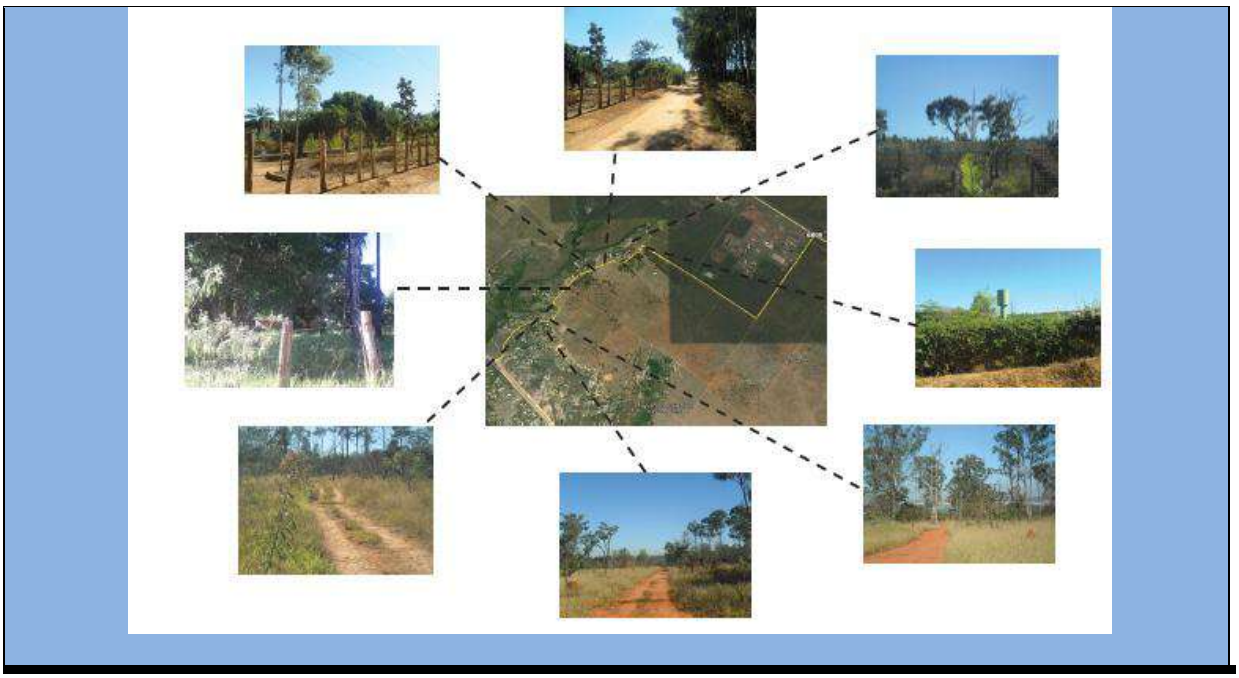


Figura 6.39 – Cenas do percurso na via de contorno existente à esquerda da área de intervenção
Fonte: Shinelle Hills

6.6.3.2 Aplicação dos padrões espaciais no projeto da Vila Urbana para promover o desenho urbano sensível à água, no nível da comunidade e da paisagem.

Procurou-se nesse projeto trabalhar com a aplicação dos padrões espaciais no nível da comunidade e da paisagem, bem como do desenho urbano sensível à água, ilustrados nos capítulos 3 e 4. A intenção é demonstrar que o ecossistema urbano se adéqua ao conceito de Vila Urbana, que tem o potencial de emergir ao longo do tempo, dentro do espectro hierárquico na direção do suprassistema da paisagem da bacia do Lago Paranoá e, simultaneamente, tempo contempla os fluxos de água no processo de desenho (**Figura 6.40**).

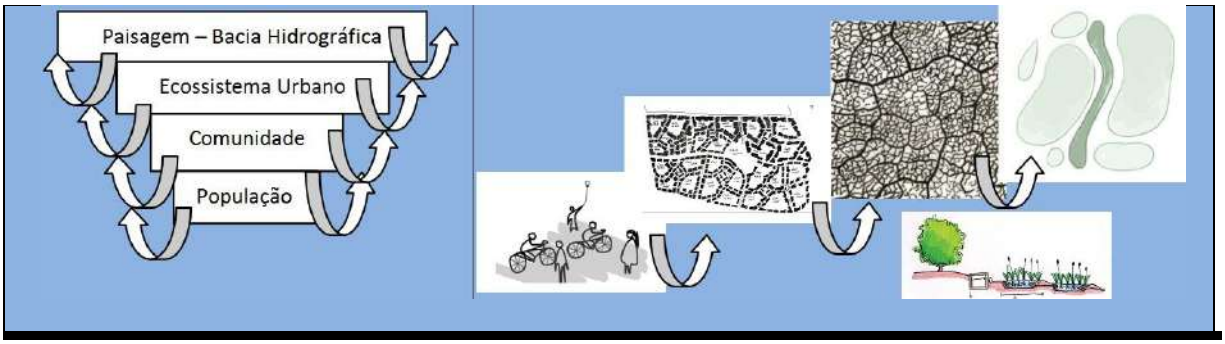


Figura 6.40 – Espectro hierárquico baseado em Odum e padrões selecionados da comunidade, da paisagem e dos fluxos de água do capítulo 3.

Inicialmente, o conceito de Vila Urbana foi incorporado no padrão 12 "Comunidade de 7000 pessoas", do livro "Uma linguagem de padrões", de Alexander et. al. (1977), que propõe comunidades ou pequenas cidades com população de 5.000 a 10.000, distribuídos em aproximadamente 30ha, como modelos ideais para gestão do uso do solo, no contexto da cidade grande (capital de 500.000 habitantes) ou da região (8 milhões de habitantes). Assim, cada grupo pode assumir a responsabilidade sobre os parâmetros relevantes às suas próprias estruturas internas e toma suas próprias decisões sobre o ambiente de uso comum.

Alexander et al. (1977) propõem grandes centros de compras para atender a cada 300 mil pessoas afastados entre si de 3 a 15 km. Na visão de Jacobs (1961), para que os dis-

tritos tenham um bom desempenho, eles devem ser do tamanho de subcidades com uma população entre 100mil e 200mil habitantes, dentro de uma área aproximada de 6km2 com alta densidade, e ainda precisarão do fator tempo para o fortalecimento das relações sociais internas. Cada um com funções diferentes, mas um complementando o outro de modo complexo.

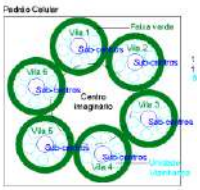
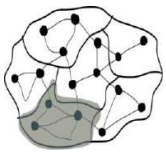
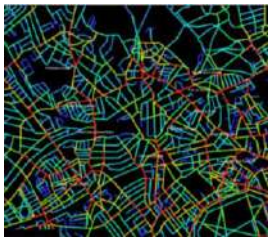
Ela recomenda a delimitação de distritos formados por bairros, que tenham interesses comuns, o que imprimirão uma identidade funcional necessária para a coesão do distrito. Para ter um bom desempenho, o distrito deve ser formado por uma rede, cuja malha é constituída pelas vizinhanças de ruas, integradas por equipamentos maiores como parques e edifícios públicos, garantidores da multiplicidade de usos desse tecido. Use os obstáculos físicos, quando necessários, como delimitadores do distrito.

Hillier (2009) propõe relacionar as forças ambientais, econômicas e socioculturais à "sustentabilidade espacial", com o foco no entendimento da estrutura espacial primária da cidade, a rede de vias com o conceito de centralidade difusa. Os centros encaixam-se no padrão de movimento natural na área, em diferentes escalas, em decorrência das características angulares da malha e menos de sua distância métrica.

Na visão de Farr (2013), os bairros devem variar entre 16 a 80 hectares, mas devem satisfazer o teste dos 400m para caminhada até o centro. Eles devem atender a todas as necessidades básicas: habitação, locais de trabalho, centros comerciais, funções cívicas, em formatos completos, compactos e conectados para se tornarem mais sustentáveis e mais agradáveis. Devem ser orientado para pedestres e de uso misto.

A **Tabela 6.13** ilustra uma síntese dos parâmetro emergentes para o nível da comunidade.

Tabela 6.13 - PADRÕES EMERGENTES DO SUBSISTEMA DA COMUNIDADE

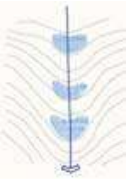
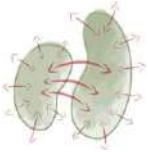
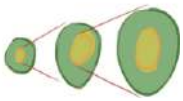
Cristopher Alexander	Christopher Mare	Jane Jacobs	Douglas Farr	Bill Hillier
Mosaico de subculturas	Padrão celular 	Distritos formados por bairros (interesses comuns) 	O tamanho ideal de um bairro e completude	Centralidade difusa 

Christopher Mare, apesar de sido classificado como autor que trabalha o nível da paisagem pelas baixas densidades, propõe cidades de 50 a 80.000 pessoas (32hab/ha) com uso intensificado no centro, diminuindo gradualmente em direção à borda, com padrões espaciais divididos em Vilas Urbanas de 5.000 pessoas, em 40 ha, cada uma com função distinta, com modelos capazes de se adaptar à retração energética, a fim de garantir a sobrevivência das populações urbanas.

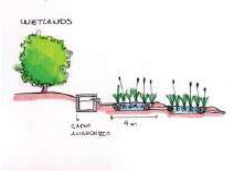
Na mesma linha de Christopher Mare para baixas densidades, é importante relembrar os autores levantados, que trabalham diretamente com padrões espaciais no nível da paisagem como Ian Mcharg, Bill Mollison e Lancaster. Os padrões espaciais dos efeitos dos ecossistemas na paisagem são importantes para promover a regeneração da área de

estudo formando um mosaico da paisagem, incluindo corredores e trampolins ecologicos, tendo em vista a degradação ambiental existente (**Tabela 6.14**).

Tabela 6.14 - Padrões espaciais do suprassistema da paisagem

Ian Mcharg	**Ian Mcharg**	**Ian Mcharg**	**Lancaster**	**Bill Mollison**
Sem erosão e citação	Drenagem natural	Capacidade de movimento para vida silvestre	Rotas de transbordamento 	Canais de infiltração
PADRÕES ESPACIAIS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM				
Mosaico da paisagem	Conectividade 	Trampolins Ecológicos	Corredores	Sistema Fractal 

E, na questão dos fluxos de água, do desenho urbano sensível à água, é necessário relembrar as técnicas de infraestrutura ecológica, saneamento ecológico, agricultura urbana e permacultura.

PADRÕES PARA PROMOVER O DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA				
Telhados verdes	*Wetlands* 	Canais de infiltração	Agricultura urbana	Parques urbanos centrais

A partir dessa noção, adotou-se os padrões de Alexander et al. (1977), selecionados por Moehlecke (2010) como padrões urbanos sustentáveis, englobando as três dimensões da sustentabilidade: social, econômica e ambiental (**Tabela 6.15**).

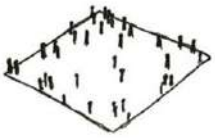
Tabela 6.15 - Padrões de Alexander et al., segundo as três dimensões da sustentabilidade

DIMENSÃO SOCIAL
Princípio da interação social
Retomada do valor da rua para interação social - espaços externos para interação foram desenhados para ser acessível e para ser espaços aconchegantes.

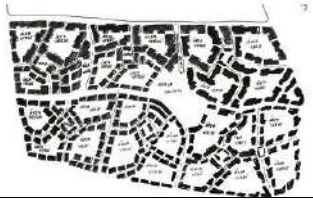
P. 31 - PROMENADE

P. 106 - ESPAÇO EXTERIOR POSITIVO

P. 121 – FORMA DO PASSEIO



P. 123 – DENSIDADE DE PEDESTRES



P. 122 – FACHADA DE EDIFÍCIOS

Ampliação da interação comunitária - foram propostos áreas de convívio público não somente no nível da comunidade, mas também no nível da vizinhança.

P. 63 – LOCAIS PARA EVENTOS PÚBLICOS

P. 79 – CASA PRÓPRIA

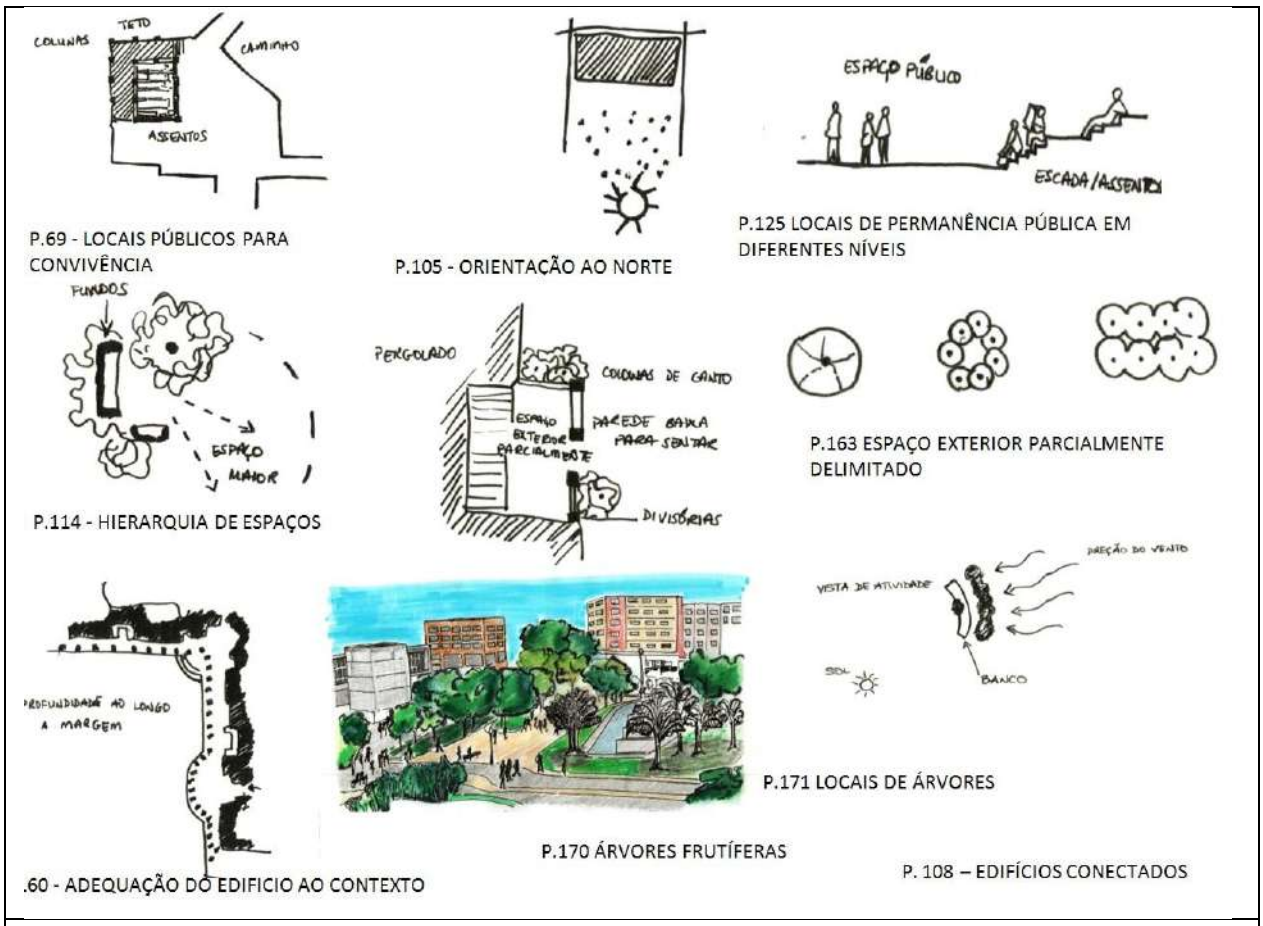
P. 90 – PONTOS DE ENCONTROS PÚBLICOS

P. 88 – CAFETERIA

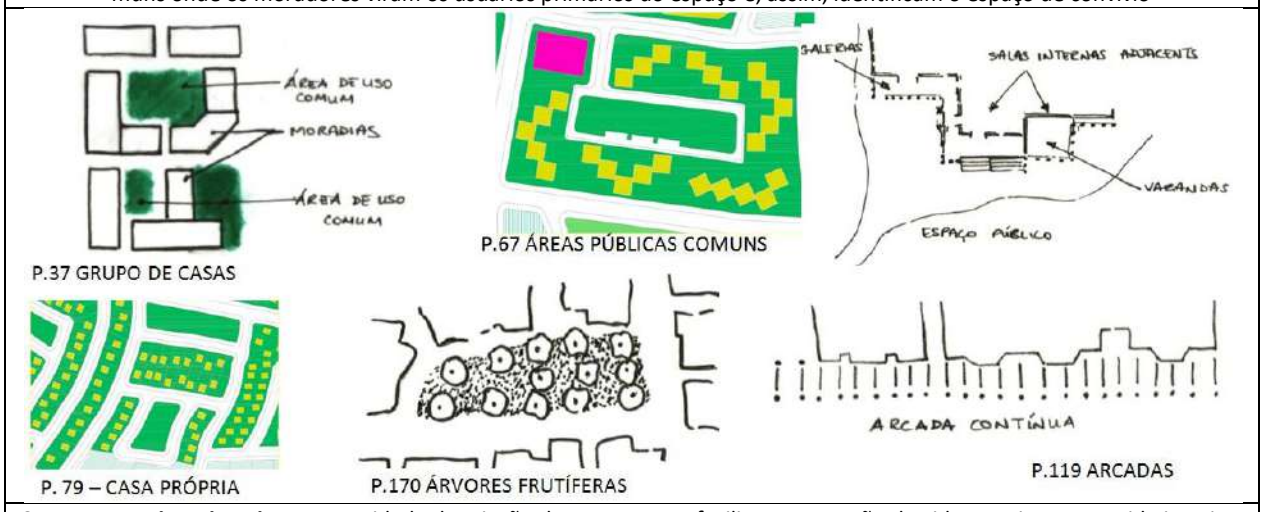
P. 124 – PEQUENOS RECINTOS DE ATIVIDADES

P. 108 – EDIFÍCIOS CONECTADOS

Desenvolvimento de locais que estimulem a permanência e o convívio público - Foram propostos áreas de convívio público não somente no nível da comunidade, mas também no nível da vizinhança para promover interação entre os usuários do espaço.



Desenvolvimento do senso de responsabilidade e identidade com seu lugar - Agrupamento de moradias cria espaços comuns onde os moradores viram os usuários primários do espaço e, assim, identificam o espaço de convívio



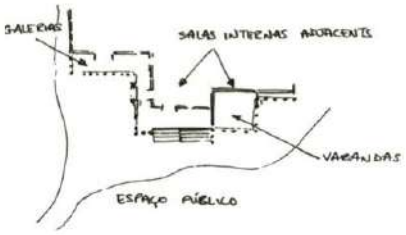
Contato exterior – interior - Necessidade da criação de espaços que facilitam a conexão da vida exterior com a vida interior, mas mantendo a privacidade do espaço interno.

P.140 VARANDA

P.164 JANELAS PARA A RUA

P.243 MUROS BAIXOS

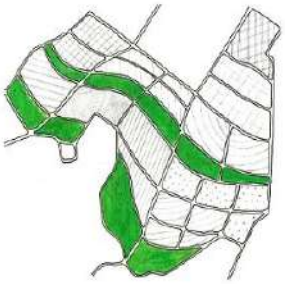
P.222 PEITORIL BAIXO



P.166 ANEL DE GALERIAS

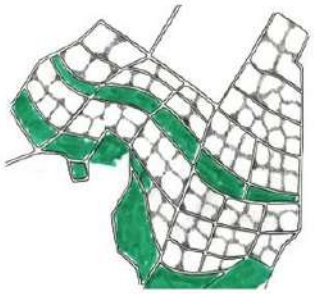
Princípio da diversidade social

Reforço de identidade de grupos - Foram criados subculturas ou comunidades que teriam sua própria identidade



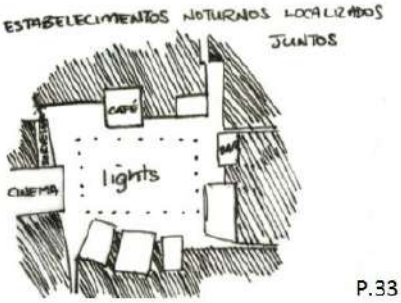
P.8 MOSAICO DE SUBCULTURAS

P.13 LIMITES E COSTURAS ENTRE SUBCULTURAS



P.15 FRONTEIRAS DE VIZINHANÇA

Diversidade temporal – espaços com vida seriam mantidos com a inclusão de lugares que funcionam também à noite



P.33 VIDA NOTURNA

P.140 VARANDA

Diversidade de gêneros

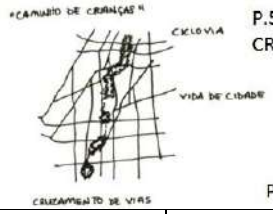
P.27 MIX DE GÊNEROS NOS LUGARES

Diversidade de grupos - A diversidade familiar é necessária para manter a vida das comunidades ao longo do tempo, além de promover interação e senso de comunidade.

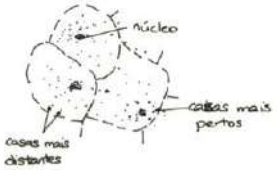
P.35 DIVERSIDADE FAMILIAR

Diversidade de idades

P.26 CICLO VITAL



P.57 LOCAIS PARA CRIANÇAS NA CIDADE

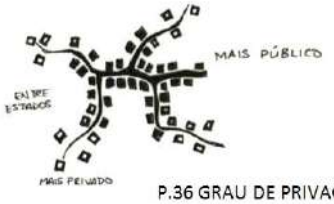


P.40 PEQUENOS CENTROS DE IDOSOS DISTRIBUIDOS

Diversidade de paisagens - lugares com mirantes e lugares sagrados

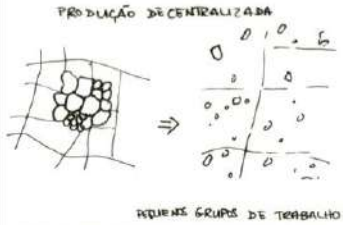
Diversidade de necessidades - vários tipos de moradias com tipologias que oferecem graus variados de privacidade.

P.24 LUGARES SAGRADOS

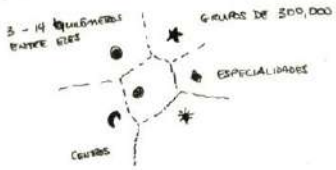


P.36 GRAU DE PRIVACIDADE

Distribuição equilibrada das atividades - A descentralização de atividades é uma parte integral do projeto. Para que cada subcultura ter sua própria vida ou identidade, foram localizados núcleos de atividades em cada uma e pequenos espaços de atividades em cada vizinhança.

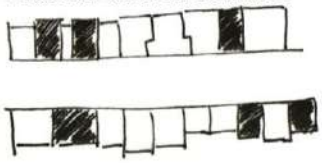


P.9 LOCAIS DE TRABALHO DISPERSO

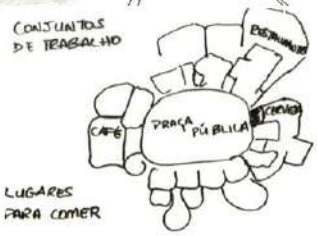


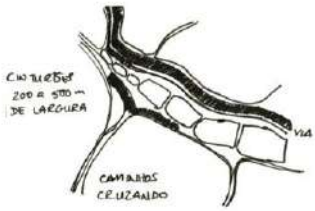
P.10 PEQUENOS NÚCLEOS DISPERSOS

P.41 COMUNIDADE DE TRABALHO



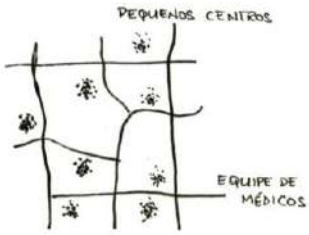
P.48 A HABITAÇÃO INTERCALADA





P.42 CINTURÃO INDUSTRIAL

Pequenos lotes de atividades - A descentralização de atividades gerou uma demanda para espaços menores para atividades variadas, assim foram desenhados espaços como as pequenas praças públicas em cada vizinhança, além de pequenos lotes destinados a atividades mais específicas.

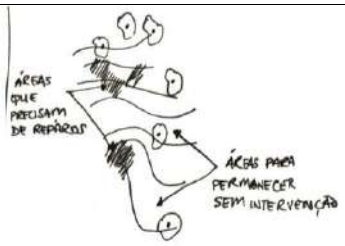


P.47 CENTRO DE SAÚDE

P.97 ESTACIONAMENTO FECHADO

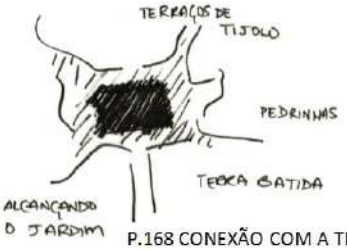
P.61 PEQUENAS PRAÇAS PÚBLICAS

DIMENSÃO AMBIENTAL
Princípio da biodiversidade
Respeito e preservação de áreas naturais - A criação de *wetlands* como anteparo para as águas pluviais que escoam para o Lago Paranoá faz parte deste do modo de preservar e melhoramento do terreno existente.

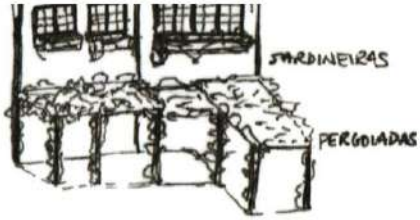


P.104 MELHORANDO O TERRENO

Integração da edificação aos contextos



P.168 CONEXÃO COM A TERRA



P.246 PLANTAS TREPADEIRAS

Adequação às características locais - Limitando a quantidade de andares para preservar a vista ao lago, como citado por Lucio Costa em Brasília Revisitada.

P.169 TERRAÇOS EM ENCOSTAS

Exemplo de projeto em encosta – Parque Guinle – Lucio Costa

Redução das interferências humanas no desenvolvimento de espécies - Os alagados construídos (welands) servem como uma barreira de contenção entre a área urbana e a área rural onde há criação de animais e cultivação de alimentos.

P.74 LOCAIS PARA ANIMAIS

P.172 JARDINS ESPONTÂNEOS

P.245 FLOREIRAS

Proteção às águas - Proteção do Lago Paranoá contra assoreamento com a inclusão de pequenos lagos e alagados construídos.

P.25 ACESSO A ÁGUA

P.64 LAGOS E ARROIOS

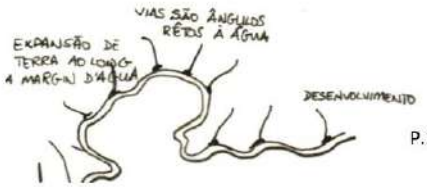
Princípio da habitabilidade

Drenagem natural das águas pluviais - A inclusão da infraestrutura verde no desenho para facilitar a drenagem das águas pluviais.

P.51 RUAS VERDES

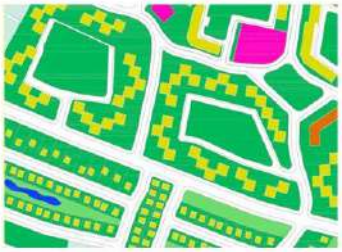
P.247 PAVIMENTO PERMEÁVEL

Controle do microclima - várias formas de intervenção foram propostas para obter este controle do microclima. O uso de vegetação existente e o espaço verde que permeiam a expansão fazem parte deste sistema de controle.



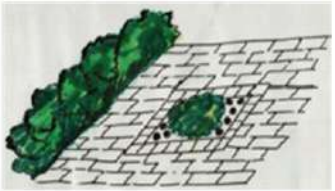
P.25 ACESSO A ÁGUA

P.118 TELHADOS VERDES



P.51 RUAS VERDES

P.162 FACHADA NORTE



P.247 PAVIMENTO PERMEÁVEL

P.64 LAGOS E ARROIOS

Redução de ruído urbano

P.173 PAREDE VERDE

Princípio da compacidade

Alívio de pressão ambiental - Mantendo certas áreas somente com as chácaras existentes, vegetação e espaços naturais como o parque linear e os *wetlands* servirão como meios de aliviar as pressões no meio ambiente que surgirão no processo de urbanização.

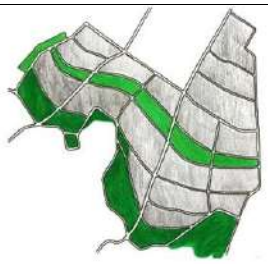
P.3 INTERPENETRAÇÃO CAMPO-CIDADE

Controle de ocupação - O limite de quatro andares foi utilizado para manter controle sobre a população proposta, além de propor tipologias variadas de edificação

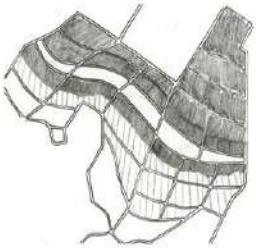
P.4 VALES AGRÍCOLAS

P.21 LIMITE DE 4 ANDARES

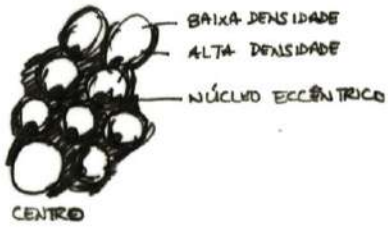
Equilíbrio de ocupação - Certas áreas mantidas somente com vegetação e espaços naturais, como o parque linear e os *wetlands*, servirão como meios de assegurar certo equilíbrio entre o urbano e o natural

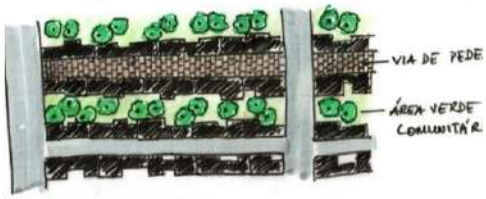


P.3 INTERPENETRAÇÃO CAMPO-CIDADE



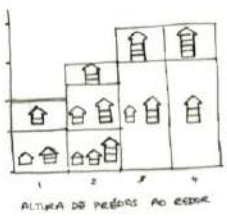
P.29 ANÉIS DE DENSIDADE



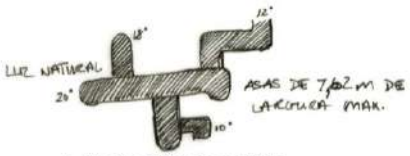
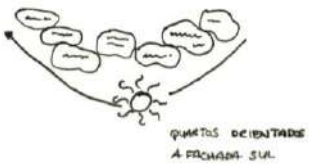
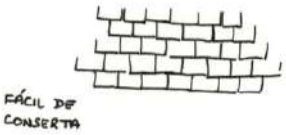
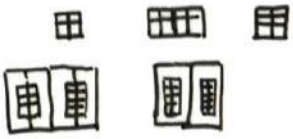


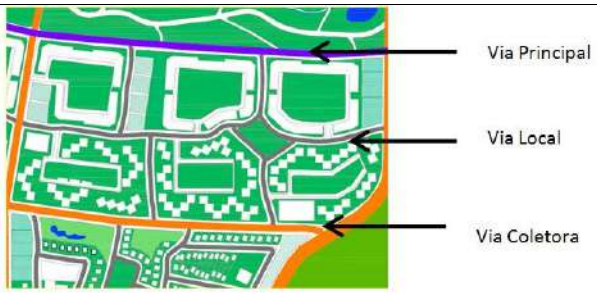
P.38 CASA ALINHADAS

P.39 CASAS AMONTOADAS

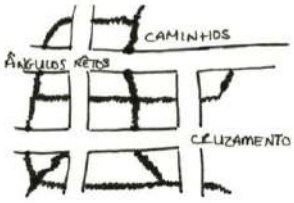


P.96 NÚMERO DE PLANTAS

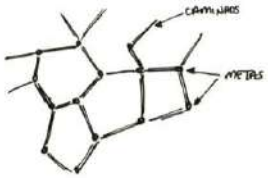
DIMENSÃO ECONÔMICA	
Princípio da eficiência energética	
Aquecimento passivo	
 P.107 ABERTURAS DE LUZ  P.128 ILUMINAÇÃO NATURAL INTERNAL  P.234 REVESTIMENTO DA PAREDE EXTERIOR P.175 PASSEIO SOMBREADO  P.221 PORTAS E JANELAS ADEQUADAS P.230 CALOR POR IRRADIAÇÃO	
Materiais de menor conteúdo energético	**Estratégias de controle de radiação solar e iluminação**
P.207 BONS MATERIAIS P.248 TELHAS E TIJOLOS	P.244 TOLDOS
Princípio da mobilidade sustentável	
Incentivo a deslocamentos alternativos - As áreas de transporte local foram desenhadas de maneira a propiciar o deslocamento a pé, além de ter vias com outros meios de transporte, como micro-ônibus. Além disso, a inclusão de ciclovias, ao longo das vias principais e algumas das coletoras, possibilita outra forma de deslocamento	



P.11 ÁREAS DE TRANSPORTE LOCAL



P.52 REDE DE PEDESTRES E CARROS



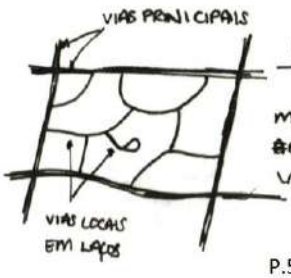
P.120 CAMINHOS E METAS

P.100 RUA DE PEDESTRES

P.174 CAMINHO COM PÉRGULAS

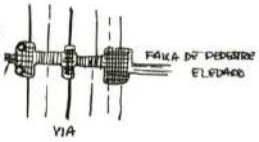
Formas seguras para deslocamento de pedestres - A priorização do pedestre tomou uma forma mais concreta com a implementação de estratégias de desenho urbano como os encontros em T que diminuem a velocidade dos veículos, aumentando a segurança de deslocamento não somente para pedestres bem como para os motoristas também.

P.50 EMENDAS EM T



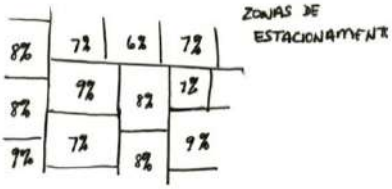
P.49 VIAS LOCAIS EM LOOPS

P.55 PASSEIO ELEVADO

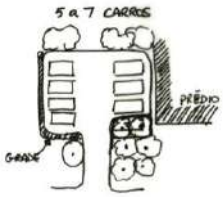


P.54 PT CRUZAMENTO ENTRE CALÇADAS

Redução do predomínio de carros - priorizando deslocamentos pelo uso de transporte público, diminui a necessidade do transporte privado, assim limita também a alocação de espaços para tais formas de transporte



P.22 9% ESTACIONAMENTO

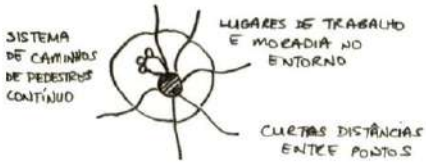


P.103 ESTACIONAMENTOS PEQUENOS

Ampliação da atratividade de deslocamentos públicos - além do próprio sistema hierarquia viária, o sistema de transporte alternativo foi desenhado para que deslocamentos de curtas e longas distâncias sejam possíveis sem a necessidade do uso do veículo privado.

P.16 REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO

P.20 MICRO-ÔNIBUS

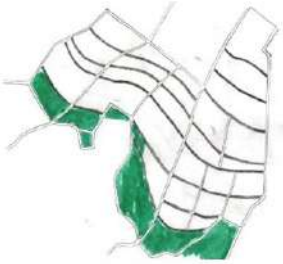


P.34 INTERCAMBIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

P.92 PARADA DE TRANSPORTE COLETIVO

Alternativas de reduzir a interferência de vias expressas em comunidades - Limitando o trânsito de alta velocidade a certas vias e criando um sistema de transporte local priorizando a vida comunitária como um todo

P.17 ESTRADAS DE ALTA VELOCIDADE



P.23 VIAS PARALELAS

Após o processo de aplicação desses padrões, chegou–se ao resultado da forma urbana, com 14 Vilas Urbanas, para 98.125 pessoas (densidade bruta de 131 hab/ha), na Gleba A. Curiosamente, esta densidade é a mesma de Vauban, em Freiburg ,na Alemanha, modelo de resiliência urbana, conforme descrito nos capítulos 2 e 3.

A intenção é promover o crescimento gradual ao, longo do tempo, com células autônomas e interdependentes, e, ao mesmo tempo, atender as exigências ambientais bem como as demandas habitacionais para classes sociais diversas (**Figura 6.41** a **Figura 6.43**).

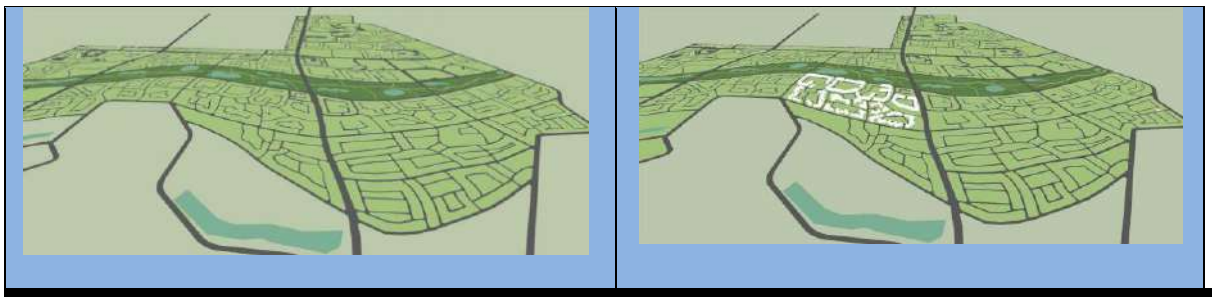


Figura 6.41 – Croqui do nível inicial visando obter a ordem orgânica com a aplicação dos padrões e das Propriedades emergentes: Totalidade, Crescimento Gradual.
Fonte: Maquete eletrônica – Vânia Loureiro e Telmo Domingues com colaboração de Shinelle Hills

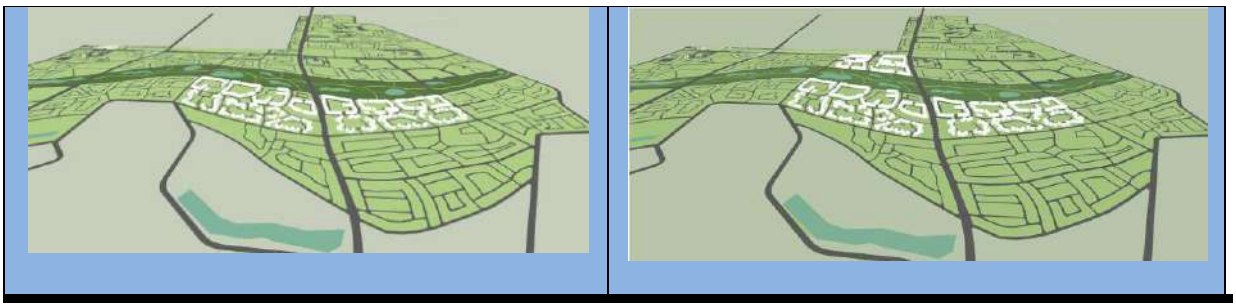


Figura 6.42 - Croqui do nível intermediário visando obter a ordem orgânica com a aplicação dos padrões e das Propriedades emergentes: Totalidade, Crescimento Gradual.
Fonte: Maquete eletrônica – Vânia Loureiro e Telmo Domingues com colaboração de Shinelle Hills

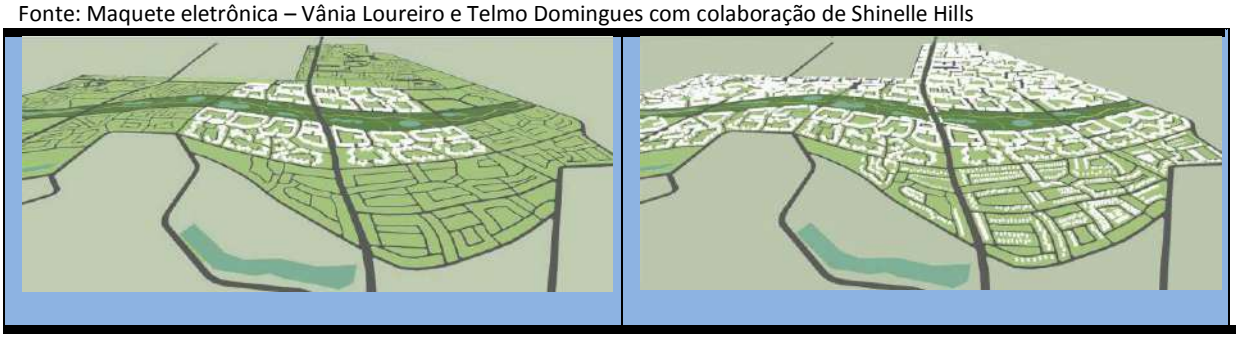
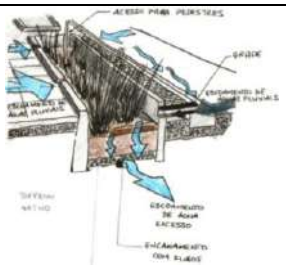
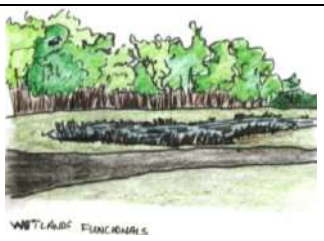


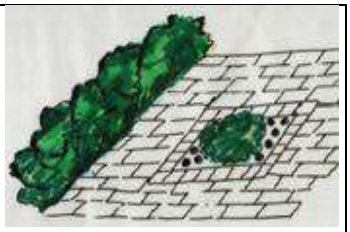
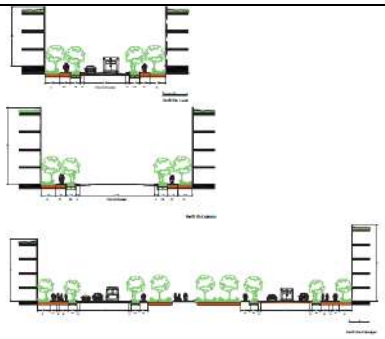
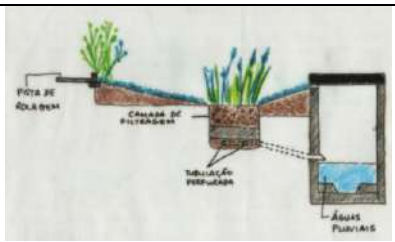
Figura 6.43 - Croqui tendendo à totalidade visando obter a ordem orgânica
Fonte: Maquete eletrônica – Vânia Loureiro e Telmo Domingues com colaboração de Shinelle Hills

A partir dos princípios de sustentabilidade da dimensão ambiental, constatou-se que ainda era necessário avançar na proposição de padrões para o desenho urbano sensível à água. Assim, foram selecionados outros padrões, identificados no capítulo 4, e estão ilustrados na tabela seguinte. Nesta etapa do projeto foram aplicados apenas os padrões globais, que definem a paisagem e a heterogeneidade espacial dos ecossistemas e que definem a comunidade, bairros e agrupamento de edificações para auxiliar na elaboração do desenho urbano. Os outros padrões devem ser aplicados, a partir do detalhamento do projeto.

A intenção é aplicar medidas de tratamento das águas, de acordo com a abordagem distribuída, que permite diferentes técnicas de tratamento de menores proporções, implantadas em todas as escalas ao longo da bacia, conforme o crescimento gradual das vilas urbanas. A abordagem distribuída imita os fluxos de água e oferece oportunidades para benefícios locais de captação de água da chuva e reaproveitamento de águas residuais.

Tabela 6.16 - Aplicação dos dispositivos de infraestrutura verde e desenho urbano sensível a água – Shinelle Hills

		
A.19 Canteiros pluviais	A.19 Jardins de chuva	A.14 *Wetlands* funcionais

 A.12 Praças com lagoas de retenção	 A.18 Ruas verdes com biovaletas	 A 21 Pisos permeáveis
 A.25 Casas sensíveis à água e A.29Telhados Verdes	 A.13 Bacias com sedimentação	 A.11 Canais de infiltração
 A.19 Vias principal, coletora e local com jardins de chuva	 A.26 Tanques e Canteiros Pluviais	 A.17 *Traffic Calming* e bioretenção
 A.24 Praças pequenas de bairro para infiltração	 A.3 Parques urbanos centrais	 A.20 Covas de árvores de jardins chuva

Como resultado, para aplicação do desenho urbano sensível à água, foi projetado um corredor ecológico no centro do parcelamento para conectar os dois lados das matrizes existentes, à oeste e a leste, e um cinturão de *wetlands* no nível mais baixo do terreno para amortecer às águas pluviais e tratar as águas negras da Etapa 2. A **Figura 6.44** e **Figura 6.45** ilustram os cenários futuros do parcelamento.

Figura 6.44 - Projeto "Urbanismo Ecológico Inclusivo" para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari – Projeto de Diplomação: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade
Fonte: Maquete eletrônica – Vânia Loureiro e Telmo Domingues com colaboração de Shinelle Hills

Figura 6.45 - Projeto "Urbanismo Ecológico Inclusivo" para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari – Projeto de Diplomação: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade
Fonte: Maquete eletrônica – Vânia Loureiro e Telmo Domingues com colaboração de Shinelle Hills

Da área total da Gleba A, de 749 hectares, e população de aproximadamente 98.125 pessoas, com a aplicação do transecto, estabeleceram-se os seguintes parâmetros de densidade construtiva: (1) na parte superior, na cor mais escura, no setor de alta tecnologia, 5 pavimentos + térreo de apenas comércio e escritórios; (2) logo abaixo na cor vermelha, 4 pavimentos + térreo; (3) logo abaixo do parque em frente ao corredor ecológico na cor rosa, 3 pavimentos + térreo; (4) em seguida cor rosa claro, 2 pavimentos + térreo; (5), por fim, na cor marfim, no máximo 1 pavimento + térreo para unidades unifamiliares (**Figura 6.46**, **Figura 6.47** e **Figura 6.48**).

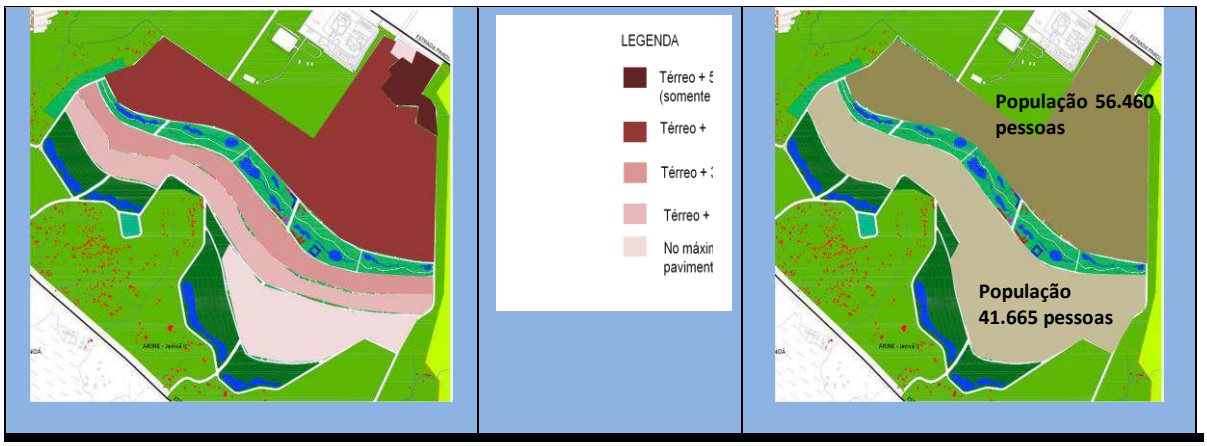


Figura 6.46 – Mapa dos níveis de densidade e da população estimada. Setor Habitacional Taquari
Fonte: Projeto de Diplomação da FAU/UnB: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade

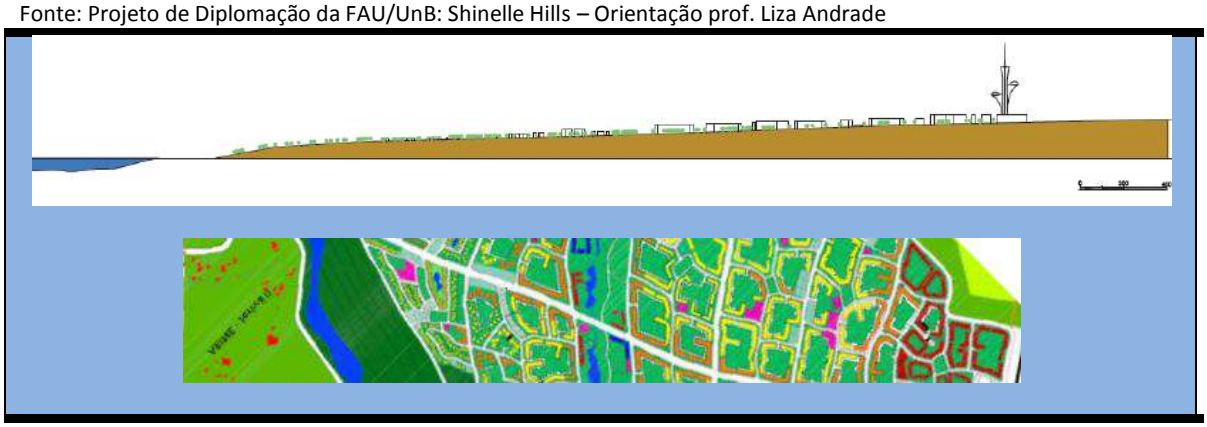


Figura 6.47 – Transecto da densidade construída do novo parcelamento
Fonte: Shinelle Hills

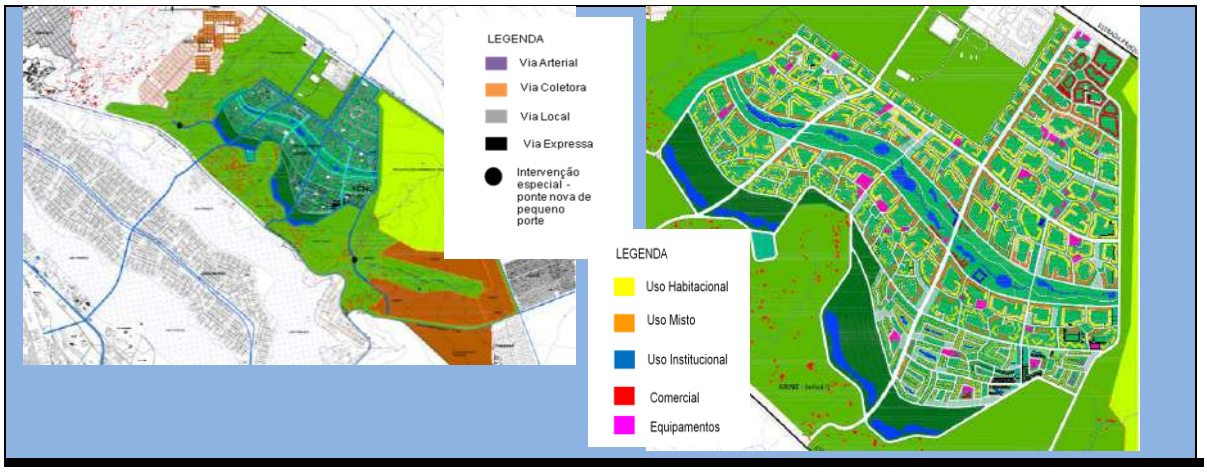


Figura 6.48 – Mapa do sistema viário e de uso do solo do Projeto "Urbanismo Ecológico Inclusivo" para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari
Fonte: Projeto de Diplomação da FAU/UnB: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade

Em quase todo o parcelamento foi previsto uso misto (cor laranja) nas vias mais integradas para alimentar a vida urbana. As vilas têm 35 a 40 hectares, com uma população prevista de 7.000 a 7.500 pessoas, com predominância de habitações multifamiliares e previsão de agricultura urbana. Na região logo abaixo do parque central, estão previstas habitações de interesse social unifamiliares e pequenas chácaras para cultivo de alimentos (**Figura 6.49**).

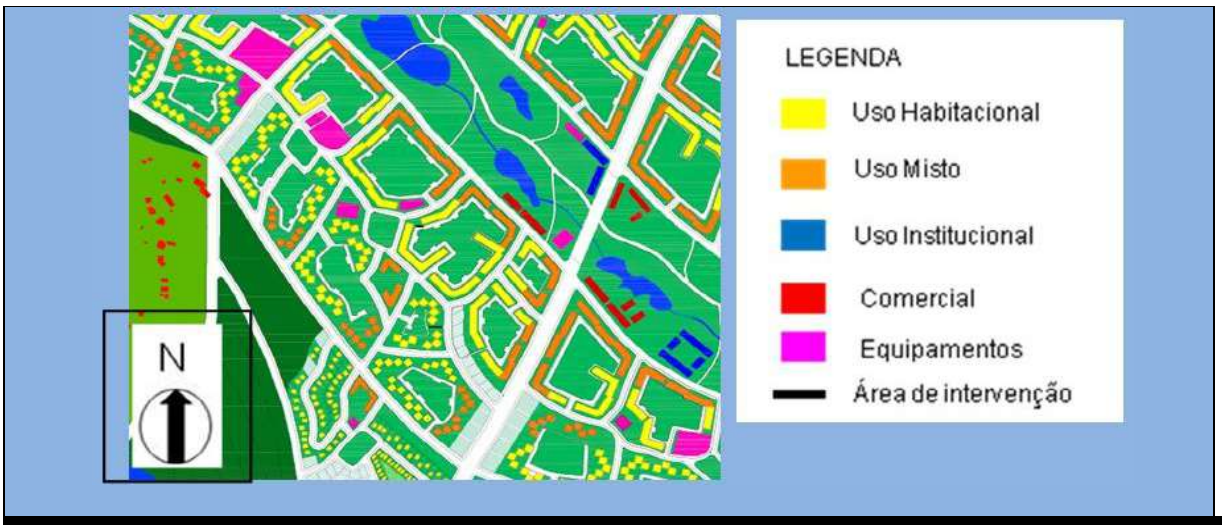


Figura 6.49 – Detalhe de uma Vila Urbana
Fonte: Shinelle Hills

O sistema viário foi pensando a partir das vias existentes, como a via principal que corta o Etapa 2 bem no meio, no sentido transversal, ligando a DF 001 à via paralela ao Lago Paranoá, e a via que liga o Corredor Eixo Norte, incluída no Plano de Mobilidade Urbana do DF para ligar a futura 4ª ponte (Figura 5.86). Esta via sairá da L4 Norte até conectar a BR-020, próxima a Sobradinho, com faixa exclusiva para o transporte coletivo (**Figura 6.50**)

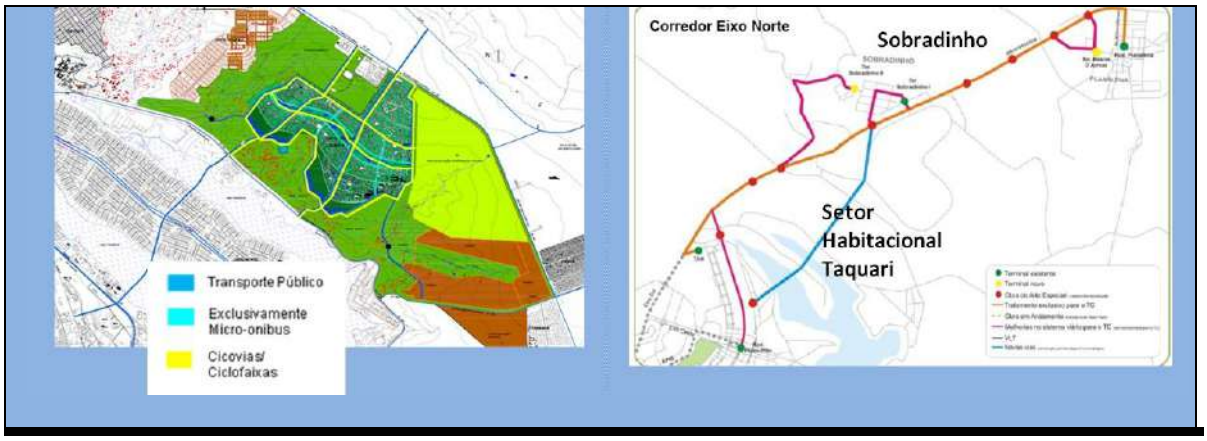
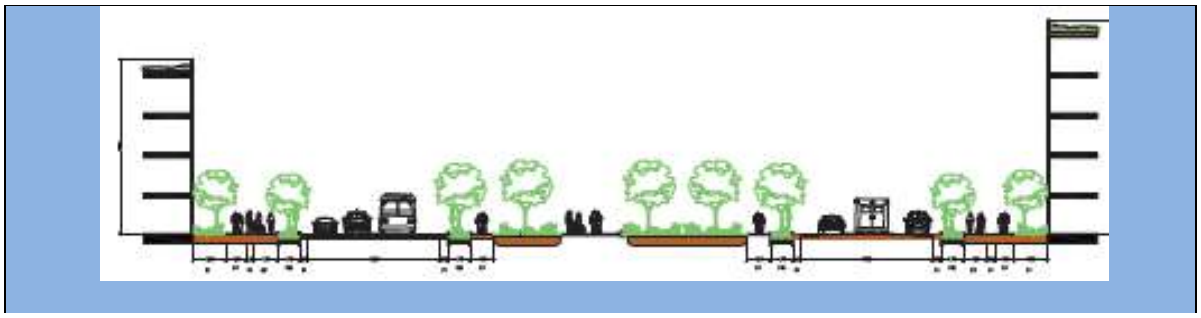


Figura 6.50 – Mapa ilustrando modais, transporte público, micro-ônibus e ciclovias e ciclofaixas e mapa do Plano de Mobilidade do DF
Fonte: Shinelle Hills e SEDABH

A **Figura 6.51** ilustra os cortes das caixas de vias, arteriais, coletoras e locais. Todas com aplicação de jardins de chuva e biovaletas. A via paralela ao parque é composta de um sistema binário de mão única de, cada lado do parque.



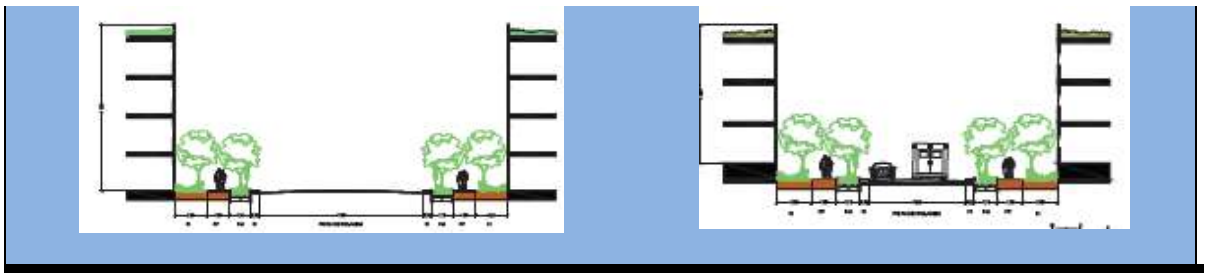


Figura 6.51 – Cortes da vias arteriais, coletoras e locais.
Fonte: Shinelle Hills

A análise sintática do projeto de Shinelle Hills para a Etapa 2 revelou um desenho, não só com valores de integração global superiores aos encontrados no projeto da TERRACAP, como também uma quantidade um pouco maior de eixos bem integrados à malha.

Nas análises de medida de escolha foram encontrados desempenhos superiores, em todos os raios de abrangência analisados (5.000, 2.000 e 500 metros). Nas análises com raios de 5.000 e 2.000 metros, os resultados foram muito próximos aos da análise de integração global, coincidindo com as vias mais integradas. Na análise com raio de 500 metros foram identificadas algumas vias que apareciam com menos integração que no mapa global, mas que também possuem potencial de movimento, pelo fato de terem sido escolhidas para se alcançar as vias mais integradas da malha (aqui, provavelmente, o maior potencial seria para que não se criem ruas desertas).

A análise de integração local (R3) mostrou que na proposta de Shinelle haviam mais vias bem integradas (com cor amarela), sendo estas ainda melhor distribuídas na malha, criando poucos pontos de baixa integração (segregação).

O padrão de ocupação do solo do DF, marcado pela descontinuidade de sua malha, com assentamentos separados, uns dos outros, por grandes vazios urbanos conectados apenas por algumas vias, dificulta que novos assentamentos alcancem bons valores de integração, uma vez que isso requereria grandes obras para criar novas vias, interligando a malha e causaria grandes impactos nos corpos hídricos da região (**Figura 6.52**).

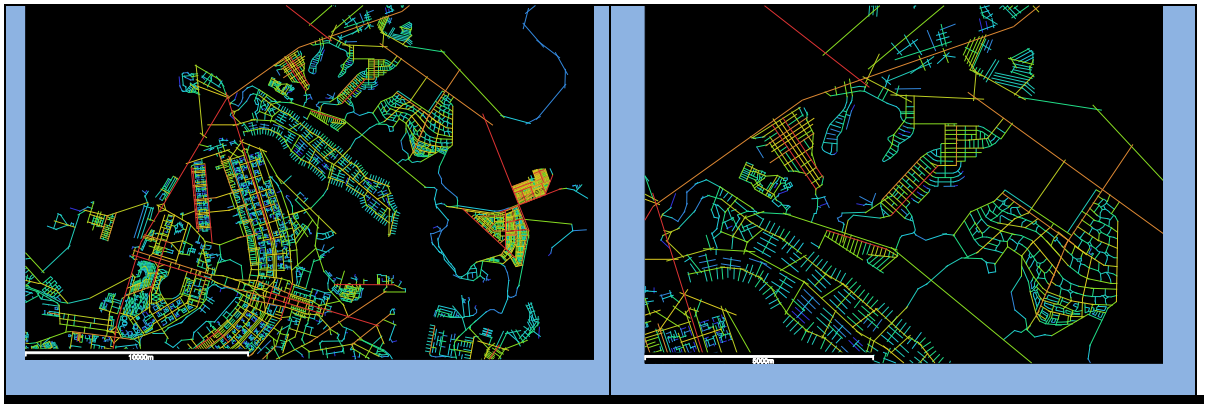
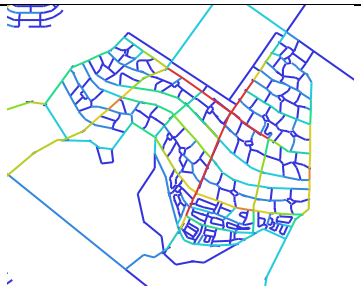
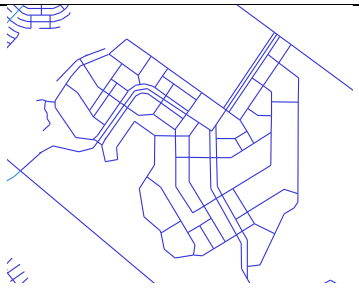
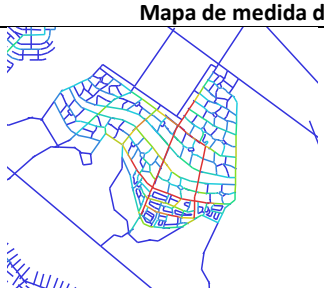
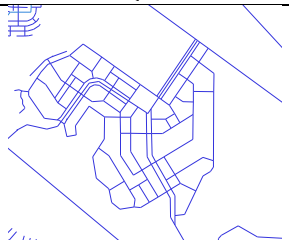
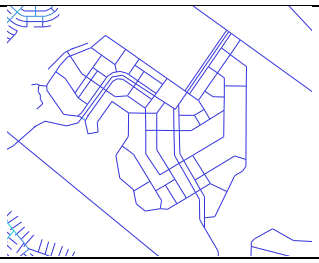


Figura 6.52 – Mapa de integração global (Rn) e local (R3) do Projeto "Urbanismo Ecológico Inclusivo" para a Etapa 2 do Setor Habitacional Taquari
Fonte: Mapa Jamil Tancredi e Projeto de Diplomação da FAU/UnB: Shinelle Hills – Orientação prof. Liza Andrade

Tabela 6.17 - Avaliação da sustentabilidade espacial

MAPAS	AVALIAÇÃO
Mapa de integração global (Rn) da Etapa 2 do SHTQ	
Proposta de Urbanismo Ecológico Inclusivo	**Proposta da TERRACAP (2012)**
Mapa de integração local (R3) da Etapa 2 do SHTQ	
Mapa com medidas de escolha raio de 5.000 metros	
	
Mapa de medida de escolha com raio de 2.000 metros do SHTQ.	
	
Mapa de medida de escolha raio 500 metros	
Proposta de Urbanismo Ecológico Inclusivo (Shinelle Hills)	**Proposta da TERRACAP**
	

6.7 Síntese analítica do capítulo

Este capítulo teve a intenção de demonstrar os procedimentos metodológicos, sistematizados a partir dos resultados dos métodos que foram apresentados ao longo dessa pes-

quisa sobre padrões espaciais e desenho urbano sensível à água, para serem aplicados no estudo de caso da região do Setor Habitacional Taquari, localizado na sub-bacia do Lago Paranoá e na bacia do Paranoá.

Foram analisadas as diretrizes contidas nos planos do território para a área de expansão do estudo de caso para avaliar o desempenho da sustentabilidade ambiental e espacial, por meio da análise do cruzamento dos mapas de sensibilidade ambiental com o mapa axial da Sintaxe do Espaço, que avalia a lógica social do espaço urbano.

Inicialmente, como embasamento para elaborar os procedimentos metodológicos, partiu-se das dimensões-chave de conexão em relação à ecologia e desenho urbano para integrar os conhecimentos e atores envolvidos: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana.

O roteiro metodológico foi dividido em duas partes: análise dos padrões globais para entender o suprassistema paisagem, a bacia hidrográfica e aplicação dos padrões espaciais locais do ecossistema urbano, na escala de desenho urbano, no subsistema da comunidade, para promover o movimento emergente, mas partindo da premissa de que o suprassistema da paisagem alcançasse o desenho urbano sensível água.

A primeira parte foi dividida nos seguintes procedimentos: (1) análise da heterogeneidade da bacia hidrográfica e fluxos de água na área urbana; (2) análise da sustentabilidade ambiental, através da análise do planejamento regional sobreposição dos mapas do território (IAN MCHARG); (3) análise da Sintaxe Espacial para identificar as áreas mais integradas, o movimento natural das pessoas, as centralidades em relação à sensibilidade ambiental da região.

Na análise da heterogeneidade, foi realizado um cruzamento de dados sobre os fluxos de água e o contexto social na bacia do Paranoá. Foram desenvolvidos cruzamentos de pesquisas realizadas no campo da arquitetura e urbanismo, sobre a relação dos padrões de uso e ocupação do solo, tipos edilícios, consumo e renda da população e, no campo da geologia, sobre padrões espaciais e taxas de impermeabilidade e escoamento, considerando os respectivos impactos para o ciclo da água no meio urbano.

A correlação das pesquisas demonstrou que, quanto mais alta a renda, menor a densidade, menor o escoamento superficial e maior o consumo de água. Porém, o modelo de expansão urbana disperso causa impactos na bacia hidrográfica em áreas ambientalmente sensíveis de recarga de mananciais, o que também compromete a sustentabilidade ambiental.

Portanto, para manter o ciclo da água no meio urbano e promover a inclusão social é necessário: criar possibilidades de diversidade de padrões espaciais, uma heterogeneidade espacial, que atendam às diversas classes sociais, atreladas ao desenho urbano sensível à água, às técnicas de infraestrutura verde, ao saneamento ecológico, à agricultura e às técnicas permaculturais.

No estudo da sustentabilidade ambiental da área de estudo foi feita uma análise do planejamento regional, baseada em Ian McHarg, por meio dos planos do território - diretor, manejo, recursos hídricos e respectivos mapas, que contemplam diretrizes (normas) para a ocupação urbana. Com a superposição de mapas foi possível identificar as diretrizes propos-

tas, em termos de manchas da paisagem, corredores ecológicos, cursos d'água, tipos de solos, vulnerabilidade ambiental, densidades propostas e conexões viárias.

No caso da expansão do Setor Habitacional Taquari, embora os planos e zoneamentos descrevam a área como sendo ambientalmente sensível, eles apenas sinalizam a necessidade de preservação do local, mas não definem diretrizes claras de como o local poderia ser utilizado para minimizar os impactos. Salvaguardando as APPs, a única medida de proteção é a proposta de zoneamento de baixa densidade, entre 15 a 50 ha para todo o setor, e a manutenção das aéreas rurais remanescentes.

No que diz respeito à preservação dos recursos hídricos, embora os planos enfatizem a necessidade de soluções mais sustentáveis e da preservação de áreas de recarga e dos corpos hídricos, eles aparentemente falham em não criar diretrizes mais diretas e efetivas.

No mapa de sensibilidades ambientais integradas do ZEE, que inclui sensibilidades à erosão, aos prejuízos na capacidade de recarga de aquíferos e às perdas de cobertura vegetal nativa, com exceção do Taquari 1, todos os trechos apresentam níveis elevados de sensibilidade ambiental, necessitando de cuidados na implantação de assentamentos para não causar impactos nas proximidades do Lago Paranoá, que servirá de abastecimento à 600 mil pessoas.

A lógica da expansão urbana espalhada ou difusa, no território do DF, aumenta as áreas de solo impactado e as distâncias e o tempo de trajeto, a serem percorridos diariamente pela população, resultando em um sistema de transporte público caro e ineficiente. Além disso, causa prejuízo à qualidade de vida da população e ao meio ambiente, devido ao maior consumo de combustíveis e emissão de poluentes. Nas várias análises da sintaxe espacial, desenvolvidas pelo professor Frederico de Holanda e pesquisadores associados, constatou-se que a malha da Brasília metrópole se caracteriza por um tecido urbano descontínuo, no qual, à diversidade configuracional das partes, somam-se vazios a separá-las.

Para a análise da sustentabilidade espacial foi utilizada a ferramenta da sintaxe espacial, utilizando-se o software *Depthmap*, a partir do mapa axial do DF, já desenvolvido pelo grupo DIMPU. Os resultados da análise da sintaxe espacial apontam que a área mais integrada no âmbito global com infraestrutura existente não está recebendo propostas de adensamento e usos mistos. Por outro lado, os novos trechos propostos nas áreas mais sensíveis, devido aos baixos valores de integração às fragilidades ambientais existentes, não deveriam ser implantados ou precisariam seguir o modelo de baixas densidades conforme os princípios de sustentabilidade, mantendo as características rurais existentes.

A segunda parte de aplicação dos padrões foi dividida nos seguintes procedimentos: (1) parâmetros relacionados à resiliência; (2) parâmetros relacionados ao contexto social; (3) parâmetros relacionados aos fluxos de água. Foram testadas soluções de desenho urbano para os ecossistemas urbanos na disciplina de Projeto de Urbanismo 1 e Trabalho Final de Graduação da FAU-UnB, com a aplicação dos padrões baseada nos parâmetro de resiliência, com os princípios de sustentabilidade e da permacultura para o SHTQ.

Os parâmetros para alcançar à resiliência foram baseados nos princípios de sustentabilidade e ancorado por mecanismos de resiliência nos três âmbitos - ambiental, social e econômico. É necessário manter os processos ecológicos adaptativos e dos fluxos naturais, emergir de processos sociais inclusivos e justos para qualquer grupo social e, por fim, proporcionar suporte econômico para satisfazer a qualidade de vida de todos os cidadãos.

No modelo de composição dos projetos urbanísticos propostos, a abordagem da visão sistêmica se concretiza, a partir da implantação dos princípios de sustentabilidade ambiental aplicados ao planejamento e desenho urbano. Procurou-se demonstrar, por meio de cenários futuros, que o uso apropriado da centralidade no trecho 1, com o adensamento da estrutura urbana existente, com habitações coletivas, serviço e comércios permeando o grid urbano, proporcionaria um melhor aproveitamento do "movimento natural" e da infraestrutura preexistente; desde que aplicados os padrões de desenho urbano sensível à água, infraestrutura ecológica, saneamento ecológico e permacultura.

Por sua vez, explorando o potencial para uso rural com a produção de alimentos no trecho 3, seguindo o modelo de Ecovilas, o desenho urbano poderia acompanhar as curvas de nível para a drenagem natural, seguindo o caminho natural das águas pluviais. Além da aplicação dos padrões espaciais selecionados, baseados nos princípios de sustentabilidade, o projeto também teve como fundamento os princípios da permacultura para estimular a criação de um ambiente equilibradamente produtivo, rico em alimentos, economia de água e energia e construções mais sustentáveis, incluindo uma infraestrutura socioeconômica.

Quanto ao contexto social, esse projeto, intitulado "Ecovila Urbana da Ecobacia do Urubu", desenvolvido por Natália Lemos, é uma demanda do movimento ambientalista "Salve o Urubu", liderado pelas ONGs Oca do Sol e Instituto Sálvia. Ele tem como objetivo apresentar ao Governo do Distrito Federal a aplicação de padrões urbanos mais sustentáveis, que sirvam de modelos de ocupação para resguardar as nascentes da microbacia do Córrego Urubu. A exigência do movimento é de que o projeto contemplasse o modelo de ecovila, com baixas densidades e técnicas permaculturais para produção de alimentos no local.

Assim, o desenho do assentamento proposto seguiu a lógica da sustentabilidade ambiental, considerando as vulnerabilidades ambientais e riscos decorrentes dos efeitos da urbanização em algumas áreas do entorno. Além disso, para obter um bom desempenho da forma urbana, foi feita uma análise, avaliação e programação baseada nas dimensões morfológicas dos lugares.

Quanto à análise sintática do projeto, foram encontrados valores de integração global (Rn) inferiores aos encontrados no projeto da TERRACAP. Mas, ao proceder com as análises de integração local (R3) e *choice* (medida de escolha), os desempenhos locais foram melhores. Isto demonstra que, mesmo o projeto tendo como objetivo atender à sustentabilidade ambiental da região, foi possível melhorar o desempenho da sustentabilidade espacial, apesar de não ter sido este o foco.

No projeto da Gleba A da Etapa 2, desenvolvido por Shinelle Hills, o objetivo foi demonstrar o procedimento metodológico para aplicação dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos no nível da comunidade e no nível da paisagem. A intenção foi tentar comprovar, por meio da aplicação dos padrões e projeção de cenários baseado no desenho urbano sensível à água, que é possível atender às duas dimensões da sustentabilidade, ambiental e espacial.

Após analisar as diretrizes dos planos, foi feita uma análise do projeto da TERRACAP quanto ao zoneamento da Etapa 2 e propostas de adensamento. No mapa de zoneamento de uso do solo, identificou-se que houve uma preocupação com a conexão de áreas verdes na forma de parques, mas, até certo ponto, pois a mancha verde não atravessa o bairro entre uma ponta e outra, como deveria ser um verdadeiro corredor ecológico.

Apesar de existir uma via parque, o bairro é cortado por uma via de circulação pesada que divide o setor em três partes. Mesmo apresentando um ponto central, não configura um núcleo integrador, uma centralidade urbana. Apesar de haver uma tentativa de integração entre o uso comercial e residencial, ainda há uma separação de manchas. Questiona-se o fato de os parâmetros de ocupação com 6 pavimentos estarem na parte mais baixa do terreno, mais próxima ao lago, na direção contrária ao transecto natural. Não se considera a contenção final e a velocidade das águas pluviais, visto que a densidade mais alta ficou no nível mais baixo.

Foi feita uma programação para o novo projeto, baseada nas dimensões morfológica dos lugares e, posteriormente, uma pequena aproximação da seleção dos padrões urbanos mais sustentáveis. A intenção foi demonstrar que o ecossistema urbano se adéqua ao conceito de Vila Urbana, com o potencial de emergir, ao longo do tempo, dentro do espectro hierárquico na direção do suprassistema da paisagem da bacia do Lago Paranoá e, simultaneamente, contemplar os fluxos de água no processo de desenho.

Assim, o projeto foi dividido em 14 Vilas Urbanas de 35 a 40ha, com uma população prevista de 7000 a 7.500 pessoas e um total de 98.125 pessoas (densidade bruta de 131 hab/ha) na Gleba A, com densidade similar à de Vauban, em Freiburg, na Alemanha, modelo de resiliência urbana. A partir da aplicação dos princípios de sustentabilidade da dimensão ambiental, constatou-se que ainda era necessário avançar na proposição de padrões para o desenho urbano sensível à água.

Foram selecionados os padrões de água, sistematizados no capítulo anterior. Como resultado, foi projetado um corredor ecológico, no centro do parcelamento para conectar os dois lados das matrizes existentes, à oeste e à leste, e um cinturão de *wetlands* no nível mais baixo do terreno para amortecer às águas pluviais e tratar as águas negras da Etapa 2.

Com a aplicação do transecto, foram estabelecidos parâmetros de densidade construtiva, variando, desde a área mais densa, na parte mais alta, com cinco pavimentos mais térreo, passando pela região logo abaixo do parque central, onde estão previstas habitações de interesse social unifamiliares, com quatro pavimentos, até a parte mais baixa, com pequenas chácaras para cultivo de alimentos. Em quase todo o parcelamento foi previsto uso misto nas vias mais integradas para alimentar a vida urbana.

O sistema viário foi pensando a partir das vias existentes, como a via principal que corta a Etapa 2, no sentido transversal, ligando a DF 001 à via paralela ao Lago Paranoá, e a via que liga o Corredor Eixo Norte, incluída no Plano de Mobilidade Urbana do DF, para ligar a futura 4ª ponte. A via paralela ao parque é composta de um sistema binário, de mão única, em cada lado do parque. Todas as vias foram pensadas com jardins de chuva e biovaletas.

A análise sintática do projeto de Shinelle Hills para a Etapa 2 revelou um desenho, não só com valores de integração global superiores aos encontrados no projeto da TERRACAP, como, também, uma quantidade um pouco maior de eixos bem integrados à malha. Nas análises de medida de escolha foram encontrados desempenhos superiores, em todos os raios de abrangência analisados.

Com isto, ficou demonstrado que é possível conciliar a sustentabilidade ambiental e a sustentabilidade espacial nessa proposta de desenho urbano, confirmando duas hipóteses desta tese.

A visão transdisciplinar aceita a dualidade da sustentabilidade ambiental e a sustentabilidade espacial, com soluções diferenciadas de desenho urbano, uma regional, direcionada para os padrões no nível da paisagem; e outra, com padrões espaciais direcionados para a vida na comunidade urbana. Os fluxos de água incorporados na infraestrutura ecológica e no desenho urbano sensível à água podem funcionar como elemento integrador entre as dualidades existentes.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO

Diante das questões apresentadas no âmbito do planejamento ambiental urbano no Brasil e após o levantamento teórico-metodológico realizado na pesquisa, o objetivo principal desta tese foi fazer conexões importantes entre o campo disciplinar do Desenho Urbano e da Ecologia (da cidade e da paisagem), por meio do estudo dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos. A intenção é contribuir com procedimentos metodológicos, com enfoque transdisciplinar, para o processo de desenho urbano sensível à água.

Há diferentes graus de transdisciplinaridade que, dependendo dos estudos realizados, podem se aproximar mais da multidisciplinaridade, da interdisciplinaridade ou da disciplinaridade. Nesta pesquisa, o estudo tem caráter interdisciplinar, fazendo a conexão entre a Ecologia e o Desenho Urbano, porém, tem objetivos transdisciplinares, tais como os novos estudos sobre os padrões espaciais e os fluxos de água.

A noção de sustentabilidade urbana ainda é aplicada de maneira dicotômica, quanto à questão da densidade urbana, gerando conflito de visões nos planos do território. A sustentabilidade espacial é defendida pelos arquitetos urbanistas, que procuram promover a cidade compacta, favorecendo a aglomeração das populações urbanas e os sistemas de transportes mais sustentáveis; por outro lado, a sustentabilidade ambiental é defendida pelos cientistas ambientais, com ações preservacionistas, que sustentam o modelo de cidades mais verdes e autossuficientes, com densidade populacional menor.

A visão transdisciplinar aceita a dualidade da sustentabilidade, ambiental e espacial, com soluções diferenciadas de desenho urbano, uma regional, com ênfase nos padrões no nível da paisagem, outra com ênfase nos padrões espaciais, direcionados para a vida na comunidade urbana.

A razão dialógica da transdisciplinaridade permite associar grandes unidades teóricas concorrentes e antagônicas. O princípio agrega dois termos que, aparentemente, são dicotômicos, mas se tornam complementares, permitindo manter a dualidade (diversidade individual) no sentido da unidade (sociedade). Este princípio estabelece uma relação entre as ciências naturais e as ciências humanas, sem reduzir umas às outras.

Lembrando o pensamento taoista, quando a oposição representa polaridades contrárias no interior de um todo que as engloba, tem uma função benéfica e importante. A lógica do terceiro incluído, um dos pilares da transdisciplinaridade, permite o cruzamento de diferentes olhares, construindo um sistema coerente e permanentemente aberto. Perde-se a existência de uma verdade absoluta.

Em se tratando da temática da sustentabilidade, em suas várias dimensões, torna-se relevante a lógica do terceiro termo incluído e o princípio dialógico multidimensional. Os fluxos de água, incorporados na infraestrutura ecológica e no desenho urbano sensível à água, podem funcionar como o elemento integrador entre as dualidades existentes na sustentabilidade urbana.

Como se trata de uma pesquisa teórica/metodológica, as hipóteses apresentadas aqui estão colocadas no campo de possibilidades de soluções, como respostas às questões de pesquisa. Apenas no estudo de caso é possível identificar claramente algumas hipóteses apresentadas.

As pesquisas no âmbito da pós-graduação no Brasil ainda seguem a lógica cartesiana, com estudos especializados baseados na crença de que o conhecimento científico é reflexo do real, com provas empíricas, dados verificáveis por diferentes observações/experimentações e prova lógica, com coerência das teorias.

Em situações complexas, como a questão da sustentabilidade - que demonstra a relação de interdependência do homem com a natureza, nem tudo é verificável, quantificável, mesmo com simulações e projeções de cenários futuros.

Assim, optou-se por dividir esta pesquisa em três partes: verificação dos resultados alcançados, conexões realizadas ao percurso e contribuição final da pesquisa.

7.1 Verificação dos resultados alcançados

7.1.1 Questão 1 - Hipótese 1

A ausência da visão sistêmica é fruto da falta de conexão entre as ciências ecológicas e as ciências sociais, refletida na dualidade existente no planejamento urbano ambiental. Assim, essa pesquisa procurou testar a hipótese de que os estudos sobre o pensamento sistêmico, com padrões de organização e pilares da transdisciplinaridade, podem contribuir para conectar as áreas do conhecimento, as ciências ecológicas e as ciências sociais, no âmbito da Ecologia e do Desenho Urbano.

A Ecologia é uma ciência integradora e holística, enquanto o Desenho Urbano, como ciência, nasceu da interdisciplinaridade dos conhecimentos, principalmente por estudiosos que viam a cidade como sistema. Acredita-se no potencial transdisciplinar de ambos, com o reconhecimento de padrões de organização, ou seja, da configuração de relações entre os componentes do sistema.

Essa aproximação foi demonstrada por meio das análises sobre padrões de organizações espaciais. Os estudos interdisciplinares nas décadas de 1960 e 1970, que tiveram forte influência do estruturalismo (originário da Sociologia), do pensamento complexo (originário da Biologia) e da ciência da complexidade, colocam o campo disciplinar do desenho urbano como uma “ciência urbana”, capaz de auxiliar a integração de saberes, por meio da visão da “cidade vista como um sistema complexo”.

O conceito da cidade vista como sistema está ancorado na segunda tendência da ecologia urbana. Esses estudos relacionam a questão social à configuração espacial e identificam o movimento da auto-organização do sistema, na ordem orgânica e nas propriedades emergentes.

O comportamento complexo é uma característica determinante do ser vivo. Qualquer sistema, físico ou social, que tenha muitos elementos, indivíduos e/ou subsistemas interativos, pode ser considerado um sistema complexo. A ordem da natureza é de grande complexidade e não perceptível aos humanos, no primeiro momento, como é a ordem racional. Existem regras que lhe dão origem, uma auto-organização, que está baseada na noção de emergência de certos padrões que resultam da interdependência das partes, que, ao mesmo tempo, podem retroagir sobre elas.

O foco do pensamento sistêmico é o entendimento do padrão de organização, que é uma configuração de relações características de um sistema em particular. Lembrando Frit-

jof Capra “o entendimento da vida começa pelo entendimento do padrão”, o padrão de organização. A vida é dotada de uma unidade fundamental, os diversos sistemas vivos apresentam padrões de organização semelhantes que a evolução operou por bilhões de anos, mesmo que os padrões sejam cada vez mais elaborados.

As novas propriedades emergem porque os componentes “interagem”, não porque a natureza básica dos componentes é modificada. As partes não “se fundem” do modo que se encontram, mas interagem para produzir novas propriedades únicas. Essa propriedade das hierarquias integrativas torna os sistemas mais resilientes do que aqueles sistemas que têm o mesmo número de elementos não-hierárquicos.

A Ecologia trata do estudo científico de padrões e processos influenciando a distribuição e abundância de organismos, as interações entre organismos, e a transformação e fluxo de energia, matéria e informação. O “padrão de organização” é uma configuração de relações características de um sistema em particular. O estudo da forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões, padrões de organização da rede autogeradora, da força geradora.

Porém, ainda é necessário considerar o caráter mental dos fenômenos sociais, a “dimensão hermenêutica” ou interpretativa. A linguagem humana, por ser de natureza simbólica, envolve, antes de tudo, a comunicação de um significado, corporificado em matéria, como textos escritos, artefatos, que é transmitido culturalmente de geração em geração.

O campo da Arquitetura e Urbanismo, reconhecido por dar forma à matéria em artefatos gerando significados, abrangendo o nível dos ambientes construído e natural, o das relações sociais e o da subjetividade humana, pode contribuir para o estudo da forma, dos padrões de organização, que, por sua vez, fazem parte dos estudos da Ecologia. Assim, neste contexto as ciências sociais aplicadas estão diretamente relacionadas às ciências ecológicas.

7.1.2 Questão 2 - Hipótese 2

O distanciamento entre o planejamento urbano e o desenho urbano, que se iniciou na segunda metade do século XX, ainda predomina no Brasil, dificultando a abordagem da ecologia da cidade. Os estudos multidisciplinares desenvolvidos com o planejamento urbano buscavam olhar a cidade como uma entidade global, fazendo com que a problemática urbana se tornasse objeto de várias disciplinas. Porém, ao receber a colaboração de várias áreas do conhecimento, deixaram de explorar a potencialidade do desenho urbano enquanto ciência.

Nos congressos da Associação Nacional em Planejamento Urbano e Regional prevalece a vertente multidisciplinar, com predomínio da visão não espacializada, ignorando-se o potencial do desenho urbano, como ciência capaz de fazer a leitura dos efeitos concretos da urbanidade e sua interface com a heterogeneidade espacial da nova ecologia da cidade.

Conforme demonstrado no estudo de caso, o planejamento urbano de zoneamentos, no Brasil, se distanciou dos estudos da forma urbana; trabalha com diretrizes gerais, não “toca o chão”. Não valoriza a heterogeneidade espacial da escala mais refinada. Isso tem dificultado a interface com a abordagem ecológica científica do urbanismo, tais como os estudos sobre ecologia urbana ou ecologia da cidade.

O estudo sobre padrões de organização ou padrões espaciais é uma ferramenta importante para conectar áreas do conhecimento. No entanto, ainda é possível inferir uma dicotomia existente nos modelos propostos para a cidade sustentável e seus padrões espaciais: ora estão baseados na arquitetura da paisagem, com interface da ecologia da paisagem e da ecologia "na" cidade, para cidades "mais verdes"; ora estão fundamentados nas propriedades emergentes e na totalidade dos sistemas, na arquitetura mais humana e social, afinados com a nova ecologia "da cidade", direcionando para "cidades mais compactas".

A visão transdisciplinar aceita os vários níveis de realidade e a dualidade existente. A sustentabilidade urbana, incluindo a ambiental e a espacial, requer soluções diferenciadas de desenho urbano: uma regional, direcionada para a paisagem; outra local, direcionada para a vida na comunidade urbana. No entanto, a paisagem pode se encontrar nos dois níveis. Ora as soluções de desenho podem estar integradas, ora podem tender para determinado nível de realidade, depende da sensibilidade ambiental da região.

Assim, demonstrou-se no estudo de caso que, em uma mesma região, é necessário considerar a aplicação dos padrões espaciais que atendam às duas sustentabilidades, a ambiental e a espacial, dependendo dos estudos da sensibilidade ambiental e do movimento natural das pessoas, refletido na malha viária. Os métodos levantados no capítulo 2 contribuíram para ilustrar a dualidade existente nos estudo sobre arquitetura sociológica e da paisagem, requerendo, para isso, uma visão transdisciplinar que aceita essa dualidade.

7.1.3 Questão 3 - Hipótese 3

O urbanismo sustentável, que está sendo introduzido no Brasil para a aplicação da infraestrutura verde, obedece à lógica dos modelos da cidade planejada dispersa, com baixas densidades ou com a concentração de edifícios em altura, isolados no lote, levando à morte do espaço público e à exclusão social.

Em se tratando da manutenção do ciclo da água no meio urbano, em áreas de sensibilidade ambiental, o que prevalece são diretrizes para projetos urbanísticos, com baixas densidades ou edifícios em altura isolados, sob a guarda do "urbanismo sustentável", tipicamente de classes de renda mais alta. Geralmente, são condomínios isolados do contexto urbano e não promovem a totalidade do espaço urbano e a heterogeneidade espacial.

Na capítulo 4, os resultados encontrados nos estudos da Agencia de Proteção Ambiental (EPA, 2006), durante os últimos anos, sugerem que o desenvolvimento de baixa densidade nem sempre é a melhor estratégia para proteger os recursos hídricos, no contexto regional de outras bacias hidrográficas, uma vez que mais estradas são construídas para o deslocamento. Ou, até mesmo, no nível da mesma bacia hidrográfica e do próprio lote.

Esta pesquisa buscou comprovar que, para se caminhar na direção do desenho urbano sensível à água, é necessário, primeiro, desenvolver estudos sobre ocupações ecologicamente sustentáveis. O estudo da forma permite o estudo das relações, qualidades e padrões. Assim, o estudo sobre padrões espaciais no contexto da heterogeneidade espacial, sob a ótica da ecologia, urbana e da paisagem, e do desenho urbano podem contribuir para a visão transdisciplinar dos ecossistemas urbanos.

Com os estudos mais aprofundados, nos capítulos 2 e 3, sobre alguns métodos e procedimentos relevantes de desenho urbano, no contexto do "urbanismo ecológico" e suas interfaces com todas as ecologias - humana e urbana, "na" e "da" cidade, e ecologia da pai-

sagem (que considera a heterogeneidade espacial no contexto da cidade), tentou-se demonstrar que os padrões espaciais são mais importantes para alcançar a resiliência urbana do que a questão dos modelos de cidades e suas densidades.

São estudos (ou níveis de realidade) já desenvolvidos no campo do desenho urbano, por vários autores detentores de conceitos, princípios, códigos, estruturas e padrões de organização para o processo de desenvolvimento do ecossistema urbano. Por meio dos estudos do *Cary Institute of Ecosystem Studies*, dos EUA, foi possível identificar que, para promover uma integração maior entre os estudos em Desenho Urbano e Ecologia, é necessário considerar 4 dimensões-chaves: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana.

7.1.4 Questão 4 - Hipótese 4

No Brasil, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentra-se na área de conhecimento das Engenharias, que, muitas vezes, não está conectada às áreas de Ecologia e Desenho Urbano; que, por sua vez, estão distantes da área de recursos hídricos.

Nota-se, também, que essas pesquisas não estão conectadas às outras realidades, como a forma urbana e seus padrões de ocupação, os tipos edilícios e sua relação com renda e o consumo de água e impactos nos ecossistemas. Isso contribui para gerar conflitos no planejamento do território, pois, nas tomadas de decisão, sempre haverá polaridades quanto às densidades das ocupações urbanas.

O grande desafio para os planejadores do espaço urbano é conciliar as demandas para a sobrevivência do ser humano de forma sistêmica, com densidades de ocupação e seus benefícios sociais, em equilíbrio com os processos naturais, como o ciclo da água urbano. Considerando a cidade como sistema complexo, como o “ecossistema urbano” associado aos processos naturais, é necessário incorporar, simultaneamente, o nível do subsistema da comunidade e do suprassistema da paisagem, para entendimento dos fluxos de água.

Acredita-se que os estudos sobre os fluxos de água, incorporados na infraestrutura ecológica e no desenho urbano sensível à água, podem funcionar como elementos integradores entre as dualidades existentes. Ao mesmo tempo em que o desenho urbano sensível à água é uma necessidade, ele pode ser uma solução para os conflitos e dualidades existentes, como a lógica do terceiro termo incluído, um dos pilares da transdisciplinaridade.

No capítulo 4 foram levantados vários manuais australianos do Programa WSUD, dos manuais americanos da US-EPA (2005 e 2006), Manual LID Prince Georges' County (1999), da pegada hídrica, de infraestrutura verde (HERZOG, 2013), das técnicas de ecossaneamento, da agricultura urbana, do urbanismo agrário do site Duany Plater-Zyberk & Company, da permacultura e da visão holística das técnicas hidráulicas dos incas.

Obteve-se, como resultado, uma síntese de padrões, que devem ser aplicados no desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e no nível da paisagem, que estão em consonância com os princípios de sustentabilidade urbana.

7.2 Conexões ao longo da pesquisa

O pensamento simplificador disciplinar é incapaz de conceber a unidade e a multidimensionalidade. Ele destrói os conjuntos e as totalidades, isolando todos os objetos do seu meio ambiente e o observador da coisa observada.

Conforme analisado por Edgar Morin, apesar de as abordagens sistêmicas desenvolvidas na primeira metade do século XX não terem construído um quadro geral consistente, elas contribuíram para criar uma nova forma de pensar. Ainda é necessário avançar para que o pensamento sistêmico não seja apenas um termo genérico ou simplificador. Morin recomenda três noções básicas: (1) a noção de sistema como unidade complexa, um todo que não se reduz a soma de suas partes constitutivas; (2) a noção ambígua e fantástica, considerando o dualismo existente na natureza do ser humano; e (3) a noção transdisciplinar, que permite conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências.

Quando se faz uma pesquisa multidimensional com vistas à transdisciplinaridade e o pensamento sistêmico, mesmo que ainda no nível interdisciplinar, como esta tese, o mais difícil é restringir o universo da pesquisa, porque as questões-problema estão interrelacionadas.

A questão não é apenas analisar a natureza do objeto de cada ciência, mas, também, os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização. Por um momento, pensou-se em separar os capítulos a partir da natureza de cada ciência, por exemplo, da ciência ecológica e da ciência do desenho urbano, ou mais especificamente, da ecologia urbana e da ecologia da paisagem, da arquitetura sociológica e da arquitetura da paisagem. No entanto, a pesquisa perderia o sentido da multidimensionalidade.

Partiu-se, então, do pressuposto de que a dualidade seria parte do processo metodológico dialógico, num esforço "ecológico mental[177]". Portanto, a dualidade esteve presente em quase todos os momentos da pesquisa, seja entre o pensamento cartesiano e o pensamento sistêmico complexo, física clássica e física quântica, ciências sociais e ciências ecológicas, sustentabilidade ambiental e sustentabilidade espacial, planejamento urbano e desenho urbano, cidade planejada e cidade não planejada, padrão orgânico e padrão reticulado, padrão irregular e padrão regular, cidade verde e cidade compacta, altas densidades e baixas densidades, paisagem e comunidade.

Considerando a questão da "não separação" como premissa, com um campo intelectual aberto, no qual o processo requer momentos de criatividade e inovações por parte do sujeito da pesquisa, aspectos aceitos pela transdisciplinaridade, foram feitas conexões importantes entre as origens das ciências e entre os tipos dos elementos dessas ciências.

Uma das conexões importantes foi desenvolvida no processo de análise da origem da Sociologia. Inicialmente chamada de Física Social, a Sociologia teve como fundamentos o positivismo do filósofo social Auguste Comte, calcado na Física Clássica e não na Biologia. Posteriormente, um dos fundadores da Sociologia Moderna, Émile Durkeim, acreditava que os fatos sociais (imateriais) eram causados por outros fatos sociais, tratados como se fossem materiais, analogamente às forças físicas.

Para Durkeim, a plena explicação dos fenômenos sociais tinha de combinar as análises causais e funcionais baseada na Física Clássica, com suas estruturas materiais, forças e

[177] Termo utilizado por Felix Guattari, necessário para o fortalecimento da Ecosofia.

relações lineares de causa e efeito, mas considerava as intenções e objetivos humanos. A ideia de Durkeim influenciou o estruturalismo e o funcionalismo.

Nesta tese, acredita-se que os funcionalistas influenciaram os planejadores urbanos, postulantes da existência de uma racionalidade social subjacente, que faz com o que os indivíduos ajam de acordo com as "funções sociais" de suas ações, de maneira que elas atendam às necessidades da sociedade.

Por sua vez, o estruturalismo e o pensamento sistêmico influenciaram grandes representantes da ciência do Desenho Urbano, tais como Christopher Alexander e Bill Hillier. O estruturalismo trata das estruturas sociais que estão subjacentes; apesar de considerá-las como materiais, compreendiam-nas como conjuntos integrados. Capra identificou que o termo "estrutura" aproximava-se bastante da forma pela qual os primeiros teóricos de sistemas utilizavam o termo "padrão de organização".

Valério Medeiros explica as diferenças entre os conceitos de estrutura e sistema. O primeiro se baseia nos estudos da linguística que identifica um texto, não apenas como um conjunto somado de palavras, mas como a relação entre verbetes que produzem as ideias codificadas pelo autor. Sistema, por sua vez, é um conjunto formado de regras de combinação e conceitos e pode ser subdividido em grupos subordinados.

Como ocorreram em paralelo, o estruturalismo teve uma aproximação com o pensamento sistêmico, originário da Biologia, que por sua vez, influenciou os estudos da ciência ecológica. O pensamento sistêmico nasceu em contraste à visão mecanicista, na Física, que, ao ser reforçado por leis estatísticas e leis da "desordem", contribuiu para o aparecimento de vários ramos da física moderna, como a física quântica, a teoria do caos, a ciência da complexidade.

O pensamento sistêmico está alinhado com a Física Quântica, que revelou a unidade do universo e demonstrou que não podemos decompor o mundo em unidades menores, com existência independentes. Não há partes, em absoluto; aquilo que é denominado parte é apenas um padrão numa teia inseparável de relações.

Chega-se à conclusão, mas ainda merece ser investigado com maior aprofundamento, de que a ciência do desenho urbano caminha na direção da Física Moderna e o planejamento urbano, ancorado nas ciências sociais, ainda incorpora os princípios da Física Clássica. Então, a solução para conexões entre as ciências sociais e as ciências ecológicas passa, também, pelas "ciências duras", fato já levantado por todos os autores que embasaram esta pesquisa, Basarab Nicolescu, Fritjof Capra, Edgar Morin, Félix Guattari, entre outros. Segundo alguns desses autores, a ciência social precisa passar por uma reformulação epistemológica, pois acredita-se que, no quadro atual e sob a ótica do pensamento complexo e transdisciplinar, ela foi a ciência que menos evoluiu.

Por meio dos estudos do *Cary Institute of Ecosystem Studies*, dos EUA, foram feitas conexões importantes, ainda inéditas no Brasil, como, por exemplo, a relação de proximidade entre a origem da Sociologia Urbana e a Ecologia Urbana. A Ecologia humana, da Escola de Chicago, foi a primeira manifestação dos estudos em Ecologia no âmbito das cidades, quando começaram a surgir os estudos regionais, numa tentativa de estabelecer uma área de influência das cidades e metrópoles relacionada à estrutura das regiões econômicas e culturais. Assim, paradoxalmente, originou-se a Sociologia Urbana.

O sentido ecológico desta abordagem se baseava no conceito de área natural, entendendo que as forças competitivas naturais tendem a produzir um equilíbrio também "natural" de adaptação social ao ambiente urbano. Apesar de ter ultrapassado os princípios da Ecologia com uma abordagem espacialista, criticada inclusive pela vertente do planejamento urbano, não tratou do desenho urbano e da paisagem de forma integrada. A abordagem espacial girava em torno de zonas concêntricas, nas quais a classe mais pobre se localizava na região central, próxima à área industrial, enquanto a mais rica, nas regiões mais afastadas, com separação de usos de trabalho e residência.

Nesse sentido, a visão sobre as zonas da cidade e sua relação com o desenvolvimento urbano não foi o suficiente para explicar as dinâmicas de crescimento urbano, como por exemplo, a acessibilidade à estrutura da expansão urbana para fora dos limites urbanos, por meio de construção de novas vias e rodovias. O foco exclusivo na diferenciação espacial e na competição como um norte de diferenciação, ignorava o papel das decisões individuais, baseado em desejos econômicos ou culturais.

Assim, com o decorrer do tempo, houve uma segregação entre o que seja teoria das relações sociedade-espaço e teoria da cidade, quando, na verdade, deveriam estar conectadas por serem campos parcialmente sobrepostos. Conforme já levantado pelo pesquisador Vinícius Netto, as teorias socioespaciais tendem a não incluir a riqueza da transformação urbana e tratam de um conjunto de relações sociais, que são parte de uma estrutura mais ampla, enquanto as teorias urbanas tendem a deixar de lado as relações entre o espaço urbano e os processos sociais. Isso é o retrato da abordagem do planejamento urbano no Brasil.

Pelo viés ecológico, a primeira tendência da Ecologia Urbana, que ocorreu na Escola de Chicago foi considerada muito abstrata e rapidamente conhecida como não reflexo da realidade, por não tratar das questões do meio físico associado ao meio biológico. Porém, ela influenciou a segunda tendência da Ecologia Urbana, a "cidade como sistema", por sua abordagem multidimensional, uma vez que incorporava o entendimento físico, político, econômico e social.

Muitos ecólogos ignoravam cidades e sistemas urbanos, preferiam estudar campos menos complexos ,que não incluíam os humanos. Os humanos sempre foram considerados como agentes de desequilíbrio e fora do sistema de interesse.

A partir da década de 1970, nasceu o programa O Homem e a Biosfera (MAB), da UNESCO, para Ecologia Urbana, com o objetivo de estudar assentamentos humanos sob a perspectiva de múltiplas disciplinas. Os ecólogos reconheceram que as cidades e as áreas agrícolas e florestais são lugares ecologicamente únicos e dignos de estudo. A ecologia ecossistêmica compreende as conexões metabólicas recíprocas, entre componentes físicos e biológicos do sistema.

Essa tendência da Ecologia Urbana foi perdendo força, pela falta de incorporação da heterogeneidade espacial dentro do sistema, criando uma dissonância entre Ecologia Urbana e a "fina" escala da realidade de muitos sistemas urbanos, a riqueza do detalhe dos "padrões espaciais urbanos".

A cidade vista como sistema, na segunda tendência da Ecologia Urbana, fazia analogia dos seres humanos aos organismos biológicos, mas, apesar de considerar a interação a influência dos humanos com o sistema, essa influência era do mesmo tipo que em qualquer

organismo biológico, não incluía uma diferenciação em aspectos culturais, por meio das quais comportamentos e escolhas podem ser vistos e influenciados.

Por outro lado, essa tendência, juntamente com outras ciências, como a da complexidade, influenciou o nascimento do desenho urbano. Os métodos utilizados no Urbanismo, do início do século XX, e do Planejamento Urbano foram considerados empiristas, instrumentais e idealistas pela crítica psico-comportamental, que analisava os efeitos da cidade, enquanto espaço, sobre o comportamento humano.

Os estudos interdisciplinares nas décadas de 1960 e 1970 colocam o campo disciplinar do desenho urbano como uma "ciência urbana", capaz de auxiliar a integração de saberes, pela visão da "cidade vista como um sistema complexo", e tiveram influência do estruturalismo e do pensamento sistêmico. Estes estudos relacionam a questão social à configuração espacial nos padrões espaciais e identificam o movimento da auto-organização do sistema na ordem orgânica e nas propriedades emergentes.

Os estudos em desenho urbano, atualmente, devem ser alinhados aos estudos da terceira tendência da Ecologia Urbana. Essa tendência é dividida em dois ramos.

O primeiro, denominado por Ecologia "na" cidade, estuda os padrões e processos ecológicos, que ocorrem em ambientes urbanos, e compara esses padrões com outros ambientes, verificando o modo pelo qual a urbanização interfere na ecologia das espécies animais e vegetais.

Nesse ramo, ecologistas urbanos consideram o impacto da urbanização em sistemas naturais remanescentes, incorporados na matriz urbana como sistemas de vegetação em lotes vagos, jardins, ou áreas de plantio intencionadas. Porém, nesse caso, essa abordagem trata de áreas verdes isoladas, as decisões humanas e atividades não são estudadas em conjunto; apesar de ser possível esta integração, não se considera a potencialidade da disposição do traçado urbano. Essa tendência tem interface com estudos da arquitetura da paisagem.

A abordagem do ecólogo da paisagem contrasta com a do ecólogo do ecossistema. O primeiro preocupa-se com estudos sobre heterogeneidade espacial, que englobam aspectos geomorfológicos e de recobrimento, tanto naturais, quanto culturais, enquanto o segundo busca entender as interações de uma comunidade com o sistema abiótico, num ambiente relativamente homogêneo. Assim, a ecologia da paisagem trouxe importante contribuição sobre estudos da relação recíproca entre heterogeneidade espacial e função dos ecossistemas. Esse aspecto repercutiu na ecologia "da" cidade, com uma abordagem mais abrangente do ecossistema urbano.

O segundo ramo é denominado por Ecologia "da" cidade e estuda as interações entre os sistemas sociais e ecológicos, de modo a propor planos e projetos que mantenham as funções vitais sociais e ecológicas, para um ecossistema urbano saudável. Esse ramo foca no sistema inteiro, não apenas nas áreas vegetadas. A ecologia da cidade é um avanço da segunda tendência da ecologia urbana: a cidade como sistema. A diferença é que as heterogeneidades sociais, biológicas e físicas que ocorrem ao longo da cidade são reconhecidas como características importantes e fazem conexão com processos e mudanças que ocorrem dentro dela.

A ecologia do ecossistema, atualmente, examina a maneira pela qual a contabilidade de fluxos e reservas está relacionada à identidade de espécies biológicas e à estrutura heterogênea do substrato e da comunidade biológica dentro dos ecossistemas. A variação na microescala mais refinada do desenho urbano começou a ser considerada para analisar a influência de heterogeneidade de micro e médias escalas nos padrões e processos dos ecossistemas.

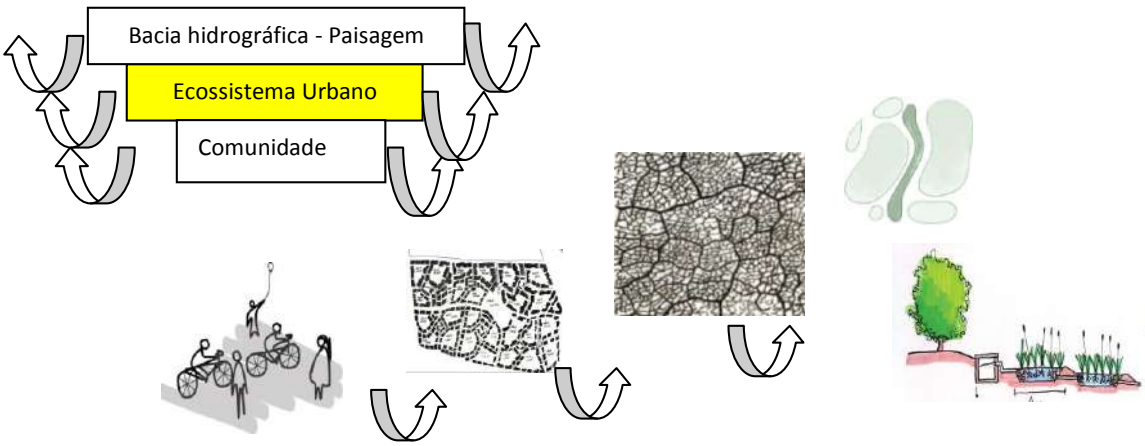
A heterogeneidade espacial é expressa em gradientes ou mosaicos, essenciais para explicar as interações e mudanças na cidade. Seres humanos e suas instituições são parte do ecossistema, não comparecem apenas externamente a ele. O papel dos seres humanos, em múltiplas escalas de organização social (famílias, bairros, instituições) está ligado às escalas biofísicas dos sistemas urbanos. Assim, a ferramenta do transecto se torna importante para avaliar os "ecossistemas urbanos".

O conceito de ecossistema urbano abrange todos os processos que sustentam os recursos naturais e humanos: culturais; fluxos de capital, pessoas e bens; e os fluxos de água, ar, nutrientes e poluentes. Portanto, ele é a interação dos componentes sociais, biológicos, físicos e do ambiente construído. O conceito de ecossistema urbano se torna útil para a conexão entre Ecologia e Desenho urbano, considerando uma área específica na qual a comunidade de populações e organismos e o ambiente físico se interagem, como se fossem o "nicho" dos organismos humanos, combinando o ambiente e suas características.

Porém, é necessário compreender, também, "as bordas" dos ecossistemas na paisagem, para entender como os fluxos de matéria e energia atravessam seus limites. As paisagens são áreas espacialmente delimitadas, de qualquer escala, que são internamente heterogêneas. Os sistemas ecológicos, entendidos como paisagens, enfatizam as interações espaciais, dos quais os organismos e os fluxos se ocupam.

Assim, chegou-se ao conceito de ecossistema urbano relacionado à questão da heterogeneidade espacial, que compreende os padrões espaciais urbanos do desenho urbano. Para especificar os padrões espaciais, é necessário definir um problema de pesquisa explícito, para estabelecer a característica focal e o retrato resultante, ou modelo, de heterogeneidade.

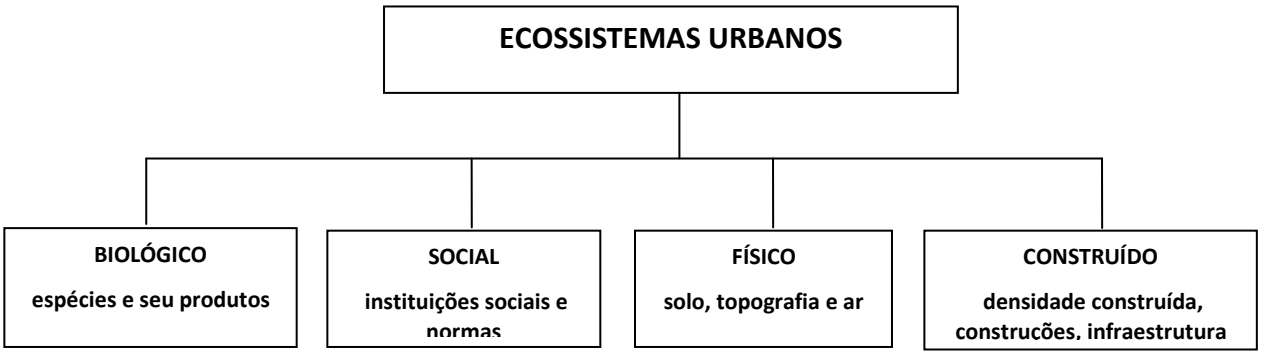
Por exemplo, no caso dessa pesquisa sobre padrões urbanos mais sustentáveis para o desenho urbano sensível á água, a quantidade de superfícies impermeáveis, coberturas arbóreas, tipos edilícios, a relação entre consumo de água e classe social, são muito importantes. Como também é necessário considerar na escala da comunidade de bairro, padrões urbanos que favoreçam, simultaneamente, o encontro das pessoas nos espaços públicos e o caminho das águas, a infiltração de água no solo, a compostagem de lixo e a produção de alimentos.



Portanto, para analisar o ecossistema urbano, chegou-se a conclusão de que é importante considerar a hierarquia tríplice do sistema urbano propriamente dito, que engloba: a comunidade, incluindo a população ocupante de certa área e o ambiente não vivo; seu subsistema; e o suprassistema da paisagem, que nesta pesquisa será considerada como sendo a bacia hidrográfica. A figura, a seguir, ilustra a hierarquia tríplice e os fluxos de água.

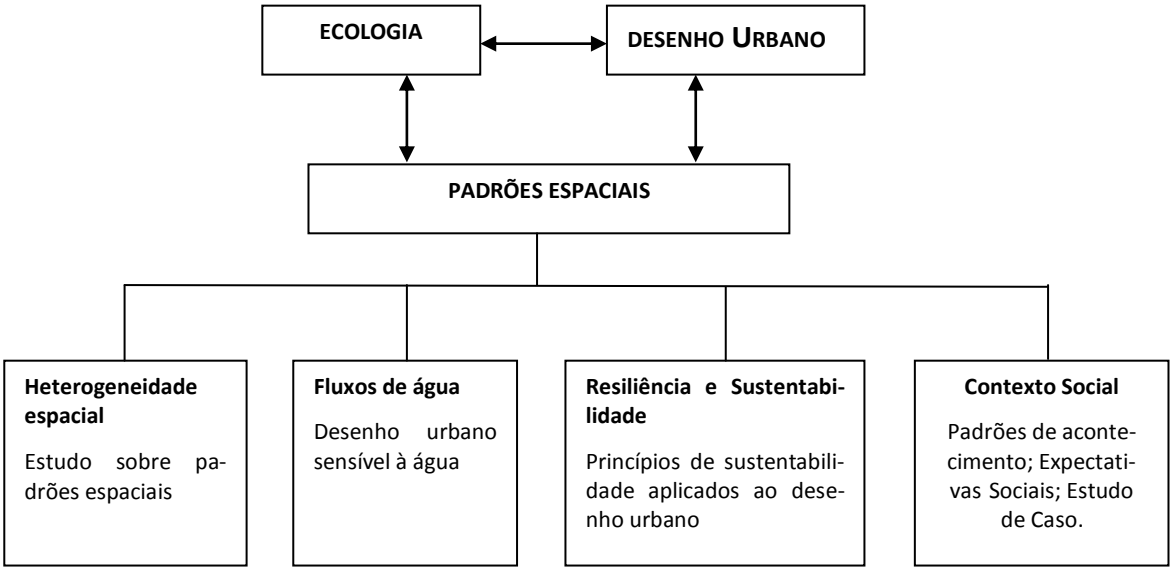
7.3 Contribuição final da pesquisa: roteiro metodológico

Inicialmente, como embasamento para elaborar os procedimentos metodológicos, considerou-se a cidade como um ecossistema urbano que engloba os componentes sociais, físicos, biológicos e do ambiente construído, como ilustrado no diagrama abaixo.



Em seguida, partiu-se das dimensões-chave de conexão em relação à ecologia e desenho urbano, propostas pelo *Cary Institute of Ecosystem Studies*, dos EUA, para integrar os conhecimentos e atores envolvidos: (1) heterogeneidade espacial; (2) fluxos de água na área urbana; (3) resiliência, adaptação e mudança e (4) atores sociais e agentes de organização urbana, conforme ilustrado no diagrama seguinte.

O roteiro metodológico foi dividido em duas partes: (a) análise dos padrões globais para entender o suprassistema da paisagem, da bacia hidrográfica; (b) aplicação dos padrões espaciais locais do ecossistema urbano na escala de desenho urbano, no subsistema da comunidade para promover o movimento emergente, mas considerando que o suprassistema da paisagem faz parte do desenho urbano sensível água.



A primeira parte abrange os seguintes procedimentos: (1) análise da heterogeneidade da bacia hidrográfica e fluxos de água na área urbana; (2) análise da sustentabilidade ambiental através da análise do planejamento regional sobreposição dos mapas do território (IAN MCHARG); (3) análise da Sintaxe Espacial para identificar as áreas mais integradas, o movimento natural das pessoas e as centralidades em relação à sensibilidade ambiental da região.

Na análise da heterogeneidade é imprescindível fazer o cruzamento de dados sobre os fluxos de água e o contexto social na bacia hidrográfica. É importante, também, levantar os dados existentes no campo da arquitetura e urbanismo, da geologia, da ecologia, da sociologia, das engenharias, e relacioná-los aos padrões espaciais, com informações sobre uso e ocupação do solo, tipos edilícios, consumo e renda da população, taxas de impermeabilidade e escoamento, manchas de vegetação, considerando os respectivos impactos para o ciclo da água no meio urbano.

Na análise da sustentabilidade ambiental da área de estudo é fundamental analisar o planejamento regional (Ian McHarg), por meio das diretrizes dos planos do território - diretor, manejo e recursos hídricos, e os respectivos mapas que contemplam as normas para a ocupação urbana. Com a superposição de mapas, é possível identificar as diretrizes propostas em termos manchas da paisagem, corredores ecológicos, cursos d'água, tipos de solos, vulnerabilidade ambiental, densidades propostas e conexões viárias.

Para a análise da sustentabilidade espacial, recomenda-se a ferramenta da sintaxe espacial, utilizando-se o software *Depthmap*, a partir do mapa axial da cidade ou da região a ser estudada. Verificar se na análise da sintaxe espacial a área mais integrada, no âmbito global com infraestrutura existente, está recebendo propostas de adensamento e usos mistos. E averiguar se os novos trechos estão sendo propostos nas áreas mais sensíveis e propor o transecto, de acordo com a densidade.

A segunda parte, de aplicação dos padrões, engloba os seguintes procedimentos: (1) parâmetros relacionados à resiliência; (2) parâmetros relacionados ao contexto social; (3) parâmetros relacionados aos fluxos de água.

Os parâmetros para alcançar à resiliência devem estar baseados nos princípios de sustentabilidade e suportados por mecanismos de resiliência nos três âmbitos - ambiental,

social e econômico. É necessário manter os processos ecológicos adaptativos, os fluxos naturais; emergir de processos sociais inclusivos e justos para qualquer grupo social; e proporcionar suporte econômico para satisfazer a qualidade de vida de todos os cidadãos.

Em primeiro lugar deve ser feito um transecto, corte transversal do terreno, com as definições das camadas representando o histórico do local e as respectivas densidades construtivas. Definir os núcleos centrais urbanos a áreas silvestres. Ele deve ser dividido em seis zonas (T-Zonas) que aumentam de intensidade de ocupação para as zonas mais altas (T5 e T6), passando pelas médias e baixas densidades (T4 e T3) e reduzindo para as regiões, até então intocadas (T2 e T1).

Além de definir a heterogeneidade espacial, o transecto deve contribuir na organização do posicionamento adequado da escala da agricultura, tanto do plano diretor quanto da arquitetura dos edifícios. A produção na cidade pode ser individual ou na escala do bairro.

Os tipos de padrões espaciais variam, desde pomar urbano, com frutas e hortaliças (árvores frutíferas, jardim escolar), horta de mercado (hortaliças anuais, flores e frutas, agricultura urbana), cruzamento na campina (hortaliças anuais, feno, pasto; aquicultura urbana, jardins comestíveis), até fazendas comunitárias e estufas caseiras (e comunitárias). Os alimentos podem ser acessados via incubadores de cozinha, cooperativas de alimentos, mercado de agricultores e agricultura. O transecto também deve estar alinhado ao zoneamento permacultural.

A definição da escala da Vila Urbana relacionando-a ao ecossistema urbano é importante. Foi fundamental considerar as Comunidades Urbanas de Christopher Alexander e pesquisadores associados e Vilas Urbanas de Christopher Mare. Outra referencia é o bairro de Vauban, em Freiburg, na Alemanha, modelo de resiliência urbana, que tem uma densidade aproximada de 130 habitantes por hectare.

Chegou-se à conclusão de que a relação de 35 a 40 hectares é o ideal para o subsistema da comunidade, com uma população prevista de 5.000 a 7.000 pessoas, com o potencial para emergir de forma gradual para cidades ou distritos, ao longo do tempo, dentro do espectro hierárquico, na direção do suprassistema da paisagem da bacia hidrográfica e, simultaneamente, contemplar os fluxos de água no processo de desenho.

Baseado em Jane Jacobs, recomenda-se para a escala maior de cidade, inserida na bacia hidrográfica, distritos com uma população entre 100 mil e 200 mil habitantes, dentro de uma área aproximada de 6 km2 com alta densidade, cada um com funções diferentes, mas um complementando o outro de modo complexo.

A delimitação de distritos compreende a junção de bairros que tenham interesses comuns, o que irá imprimir uma identidade funcional necessária para a sua coesão. Para ter um bom desempenho, o distrito deve ser formado por uma rede, cuja malha é constituída pelas vizinhanças de ruas, integradas por equipamentos maiores, como parques e edifícios públicos, garantidores da multiplicidade de usos desse tecido. Utilizar obstáculos físicos, quando necessários, como delimitadores.

Nesse sentido, recomenda-se o uso da Sintaxe Espacial para verificar o movimento natural das pessoas na malha viária e o desempenho da malha em relação às centralidades, utilizando-se o conceito de centralidade difusa de Bill Hillier.

Christopher Alexander e pesquisadores associados propõem que as cidades estejam inseridas numa região de 8 milhões de pessoas para regiões metropolitanas. Curiosamente, Christopher Alexander et al., em 1977, em "Uma linguagem de padrões", e Edgar Morin, em " A Via", em 2013, com 46 anos de diferença, propõem regiões autônomas, como federações como limite de gestão do território, funcionando como verdadeiros Estados-Nações.

Para alcançar a resiliência, recomenda-se a aplicação dos Princípios de sustentabilidade, ambiental, social econômica de Andrade (2005) e Moehlecke (2011) na seleção dos padrões urbanos mais sustentáveis para os ecossistemas urbanos no nível da comunidade e no nível da paisagem, acrescidos dos padrões emergentes do urbanismo sustentável.

Quanto ao contexto social, é necessário ouvir as reivindicações das comunidades envolvidas e, se possível, contemplar a participação delas no processo de seleção de padrões. Entretanto, é necessário atender às expectativas sociais universais, para que o desenho urbano tenha um bom desempenho na forma urbana.

Dentro de uma visão mais holística, para melhorar o desempenho dos fluxos de água no espaço urbano, recomenda-se a seleção de alguns padrões espaciais para o desenho urbano sensível à água, que englobem, não só a infraestrutura ecológica, mas também o ecossaneamento, a agricultura urbana, o urbanismo agrário e a permacultura.

Chegou-se à síntese dos procedimentos metodológicos, descritos na tabela abaixo:

MÉTODO	PROCEDIMENTO	PRODUTO
PADRÕES GLOBAIS – Análise do suprassistema da paisagem para entendimento da bacia hidrográfica		
1.Análise da heterogeneidade espacial da bacia hidrográfica e fluxos de água	Cruzamentos de dados, fluxos de água e contexto social.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica: atmosfera, solo, vegetação. Padrões de uso e ocupação da bacia hidrográfica: percentual de áreas impermeáveis; tipologias predominantes; faixas de renda média da população; consumo médio de água.
2.Análise da sustentabilidade ambiental - planejamento regional e inventário ecológico	Análise da sustentabilidade ambiental pela análise da apropriação do solo urbano com sobreposição dos mapas do território (IAN MCHARG). Levantamento do solo, vegetação e biodiversidade, clima, comunidade e bacia hidrográfica.	Mapa com a localização dos diferentes tipos de solo e suas características; mapa de zoneamentos dos diversos ecossistemas e habitats identificados; gráfico com valores de temperatura, precipitação, umidade e demais fatores importantes; mapas de sensibilidade à intervenção urbana, às atividades recreativas e à agricultura; mapa com a localização das diferentes fontes de água encontradas, velocidade e fluxo da água nos períodos de chuvas intensas.
3.Análise sustentabilidade espacial - Sintaxe Espacial	Análise da sustentabilidade espacial por meio da sintaxe espacial para identificar as áreas mais integradas, o movimento natural das pessoas, as centralidades.	Mapa de integração, global (RN) e local (R3) Mapa com medida de escolha (5.000m; 2.000m e 500m) Mapas dos projetos existentes e dos projetos realizados.
PADRÕES LOCAIS - ECOSSISTEMAS URBANOS – Aplicação dos padrões na escala de desenho urbano no subsistema da comunidade com vistas ao suprassistema da paisagem para promover o desenho urbano sensível água.		
4.Parâmetro resiliência	Analisar o transecto da região e aplicar os princípios de sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental.	Corte Transversal do terreno com as definições das camadas representando o histórico do local e as respectivas densidades construtivas. Níveis de densidade, conexões, capacidade de suporte. Urbanismo Agrário e Zoneamento Permacultural Princípios de sustentabilidade: ambiental, social econômica. Seleção dos padrões urbanos mais sustentáveis para os ecossistemas urbanos no nível da comunidade e no nível da paisagem, incluindo padrões emergentes do urbanismo sustentável. Crescimento gradual a partir de Vilas urbanas – comunidade

		de 5000 a 7000 pessoas (40 hectares) Previsão de distritos de 100 mil a 300 mil pessoas.
5. Parâmetro contexto social – expectativas sociais	Contato com a comunidade local e participação na Câmara Técnica do Comitê de Bacia Rio Paranoá. Analisar o bom desempenho da forma urbana em relação às expectativas sociais e aos impactos socioambientais.	Reivindicações da Comunidade Local – Movimento "Salve o Urubu" e questões técnicas levantadas na Câmara Técnica Assoreamento do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá. Realidade socioeconômica e expectativas sociais Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização. Dimensão Bioclimática; Dimensão Funcional; Dimensão Econômica; Dimensão Copresencial ou Sociológica; Dimensão Expressivo-simbólica; Dimensão Topoceptiva.
6.Parâmetro fluxos de água	Escolha dos padrões relacionados à boas práticas do manejo das águas pluviais em todas as escalas BMP (US-EPA, 2006), saneamento ecológico, agricultura e permacultura.	Manutenção do ciclo da água no meio urbano. Padrões espaciais para o desenho urbano sensível à água; infraestrutura ecológica, saneamento ecológico, agricultura urbana, permacultura.

Os padrões espaciais para o desenho urbano sensível à água devem ser complementares aos outros estudados nos capítulos sobre métodos. Devem ser consultados juntamente com os outros para o desenvolvimento de projetos urbanos mais sustentáveis, ora mais voltados para a paisagem, ora mais voltados para a comunidade, dependendo do contexto.

Nessa pesquisa foram elaborados 38 padrões, descritos na tabela seguinte, que foram divididos em: (1) padrões globais, que definem a paisagem e a heterogeneidade espacial dos ecossistemas; (2) padrões globais, que definem a comunidade, bairros e agrupamento de edificações; (3) padrões locais para agrupamento de edificações ou edificações no lote.

Esta pesquisa foi o início de estudos sobre padrões espaciais dos ecossistemas para o desenho urbano sensível água, englobando os níveis da comunidade e da paisagem. Portanto, muitos estudos ainda devem ser realizados para que novas conexões sejam realizadas.

O conhecimento sobre o desenho urbano sensível à água requer muito mais detalhamento do que foi apresentado nesta pesquisa e ainda pode estar relacionado a outros fatores, além da manutenção do ciclo da água no meio urbano, como aspectos emocionais, culturais, espirituais e antropológicos.

Considerando que os padrões espaciais estão relacionados aos padrões de acontecimento, acredita-se que novos estudos possam contribuir para integrar áreas do conhecimento e, ao mesmo tempo, possam fortalecer as comunidades no sentido de alcançar a resiliência para enfrentar o futuro incerto frente às mudanças climáticas, à instabilidade econômica, ao aumento das desigualdades sociais.

DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA – (WSUD) – INFRAESTRUTURA VERDE – ECOSSANEAMENTO – AGRICULTURA URBANA- PERMACULTURA - HIDRÁULICA INCA
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A PAISAGEM E A HETEROGENEIDADE ESPACIAL DOS ECOSSISTEMAS
A.1 Visão holística transdisciplinar dos fluxos de água - (INCAS) A.2 Sobreposição de zoneamentos das dimensões morfológicas dos lugares - (LID e DIMPU) A.3 Parques urbanos centrais para drenagem A.4 Transecto para aplicação do urbanismo agrário e para infraestrutura verde - (URANISMO AGRARIO) A.5 Agricultura urbana e zoneamento permacultural A.6 Compostagem e preparo do solo - (LID) A.7 Reabilitação de canais de água - (WSUD) A.8 Parques lineares e corredores verdes - (HERZOG) A.9 Terraços para contensão de terra e para agricultura - (INCAS) A.10 Bioengenharia ou engenharia leve A.11 Canais de infiltração - (Permacultura) A.12 Lagoas e lagos - (WSUD) A.13 Bacias de sedimentação - (WSUD) A.14 Zonas úmidas de superfície - *wetlands* ou alagados construídos - (WSUD) A.15 Zonas úmidas para escoamento subsuperficial - *wetlands* ou alagados construídos - (WSUD)
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A COMUNIDADE, BAIRROS E AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES
A.16 Traçado das vias e macroparcelas - (LID E SINTAXE ESPACIAL) A.17 Tráfego calmo - (LID) A.18 Biovaletas ou valas com vegetação e faixas de proteção (WSUD) A.19 Jardins de chuva - (WSUD) A.20 Covas de árvores de jardins chuva - (WSUD) A.21 Pavimentos porosos - (WSUD) A.22 Trincheiras de infiltração A.23 Ruas compartilhadas A.24 Praças pequenas de bairro para infiltração
PADRÕES LOCAIS PARA AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES OU EDIFICAÇÕES NO LOTE
A.25 Casas sensíveis à água - (WSUD) A.26 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso ao ar livre - (WSUD) A.27 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso em descarga de banheiro - (WSUD) A.28 Traçado do terreno e paisagismo - (WSUD) A.29 Tetos Verdes - (LID) A.30 Iniciativas de conservação de água - (WSUD) A31. Sistema de reutilização de águas cinza (ECOSANEAMETO) A32. Tanque de evapotranspiração (ECOSANEAMENTO) A33. Banheiros de compostagem (ECO SANEAMENTO) A34. Living Machines ou máquinas vivas (ECO SANEAMENTO) A35. Armadilhas de Poluentes Brutos (GPTs) - (WSUD) A36. Filtração de areia e de profundidade para águas residuais - (WSUD) A37. A filtração por membranas - (WSUD) A38. Desinfecção

Recomenda-se, para as novas pesquisas a serem realizadas, que sejam feitos os cruzamentos com outras temáticas que contemplem às questões de desempenho, quanto à manutenção da biodiversidade, à informalidade no espaço urbano, pegada ecológica, qualidade da água, mobilidade e transporte, questões educacionais, sociais, antropológicas, culturais, estéticas, materiais de construção, conforto ambiental, eficiência energética, resíduos sólidos, relação de materiais de construção, conforto ambiental, eficiência energética, entre outros.

Afinal, muitos estudos já existem e com muita propriedade, o que está faltando é fazer as conexões transversais entre os conhecimentos especializados. É necessário buscar a comunicação entre a esfera dos objetos e a dos sujeitos que concebem esses objetos, dentro de uma visão holística, que procura a explicação no nível da totalidade, além da soma das partes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia Nicola Abbagnano**. São Paulo: Ed. Mestre Jou, 1982.

ACSELRAD, Henry**.** Os discursos da sustentabilidade urbana**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos Regionais, no1, Maio de 1999.**

_____. Sentidos da Sustentabilidade Urbana *In*: ACSELRAD, Henri. A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas populações urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

_____. Ambientalização das lutas sociais – O caso do movimento por justiça ambiental. Estudos Avançados 24 (68), Rio de Janeiro, 2010, p.103-119.

_____. Desregulamentação, contradições espaciais e sustentabilidade urbana. *In*: **Revista Paranaense de Desenvolvimento,** Curitiba, n.107, p. 25-38, jul/dez 2004.

_____. Vigiar e Unir: a agenda da sustentabilidade urbana? Revista Vera Cidade. Rio de Janeiro, ano 2, nº 2 , jul. 2007.

ACIOLY, Claudio e DAVIDSON, Jr. Forbes. Densidade Urbana e Gestão Urbana**. Mauad Editora, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.**

AGUIAR, Douglas Vieira de. Planta e corpo. **Elementos de topologia na arquitetura. Arquitextos** Vitruvius, N. 106.07, Março de 2009. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.106/70 > Último acesso a 16 de maio de 2014.

ALEXANDER, Christopher. **Notes on the Synthesis of Form**, Cambridge: Harvard University Press, 1964.

_____. **City is not Tree**. Publicada originalmente (em inglês) em Architectural Forum, vol. 122, nº 1, abril de 1965, pp. 58-62 (Parte I) e vol. 122, nº 2, maio de 1965, pp. 58-62 (Parte II).

ALEXANDER, Christopher; ISHIKAWA Sara; Murray, SILVERSTEIN; JACOBSON, Max; FIKSDAHL-KING, Ingrid; ANGEL, Shlomo. **A Pattern Language**. New York: Oxford University Press, 1977.

ALEXANDER, Christopher. **Urbanismo y parcipación**. Colección Punto y Línea. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1978.

_____. **The Timeless Way of Building.** New York: Oxford University Press, 1979.

ALEXANDER, Christopher; NEIS, Hajo, ANNINOU Artemis , KING Ingrid. A New Theory of Urban Design. New York: Oxford University Press, 1987.

_____. **The Nature of Order**. The Phenomenon of Life, Book One, Berkeley, California: Center for Environmental Structure, 2002a.

ANCAJIMA, Ronald. **Sistemas Hidráulicos Pre-Incas e Incas.** Atualizada em: 19 Jun. 2012. Acesso em: 03 dez. 2012. Disponível em: < www.hidraulicainca.com >, Último acesso a 16 de maio de 2014.

ANDRADE, Liza Maria Souza de. **Agenda verde X Agenda marrom: inexistência de princípios ecológicos para o desenho de assentamentos urbanos.** Brasília, 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2005.

_____, et al. Desafios para o Futuro Sustentável da ilha de Fernando de Noronha: a visão ecossistêmica da ocupação urbana. *In:* XIII ENANPUR – Planejamento e Gestão do Território: escalas, conflitos e incertezas, 2009, Florianópolis - Brasil. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

_____; MEDEIROS, Valério augusto soares. Análise da sustentabilidade espacial e ambiental na sub-bacia do Ribeirão do torto do Distrito Federal – Brasil. *In:* 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado, sustentável – Pluris, 2010, Faro - Portugal. **Anais...** Portugal: Instituto Superior de Engenharia/ Universidade do Algarve, Faro, 2010.

_____; MEDEIROS, Valério augusto soares; LEMOS, Natália da silva. O "movimento natural" das pessoas e o caminho das águas: resultados de projetos urbanísticos no DF baseados em princípios de sustentabilidade ambiental e espacial. *In:* Encontro Latino-Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2011, Vitória – Brasil. **Anais...** Vitória: PPGEC/Universidade Federal do Espírito Santo, 2011

_____; BLUMENSCHEIN, Raquel Naves. Cidades sensíveis à água, cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão? **Paranoá**, Brasília, 2013.

_____; BLUMENSCHEIN, Raquel Naves. Metodologia de Elaboração de Hidrograma Ecológico: um parâmetro para gestão sustentável de APPs urbanas nas margens dos cursos d água. In: II Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano: abordagens, conflitos e perspectivas nas cidades brasileiras, 2012, Natal, RN, - Brasil. **Anais...** Natal: Universidade Federal Rio Grande do Norte, 2012.

_____; RIBAS, Otto Toledo. Desenhando com água na Expansão do Paranoá – DF. *In*: 5º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável – Pluris, 2012, Brasília – Brasil. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

_____ et al. A insustentabilidade dos planos do Território no Distrito Federal. O caso do Setor Habitacional Taquari na Bacia do Lago Paranoá. *In* XV ENANPUR, Desenvolvimento, Planejamento e Liderança, Recife, 2013. **Anais...Recife,** Universidade Federal de Pernanbuco.

_____ et al. The (in) sustainability of the territory plans in the federal district: The case of the Housing Sector Taquari, at Lake Paranoá Basin. *In:* Ninth International Space Syntax Symposium, 2013, Seoul – South Korea. **Proceedings...** Seoul: Sejong, 2013.

ANDRADE, Renata Marson Teixeira de. Diagnóstico de percepção de risco ambiental e mudança climática no Núcleo Rural da Microbacia do Córrego do Urubu**.** *In*: VI Encontro Nacional da Anppas. **Anais.**..Belém - PA – Brasil, 2012.

ARAÚJO, Lara Agostinho; ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade. De Vauban para o mundo: trazendo a resiliência urbana do contexto local para o nível planetário. *In:* 6º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado, sustentável – Pluris, 2014, Lisboa – Portugal. **Anais...** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2014.

AU Entrevista. Jan Gehl fala sobre cidades e escala humana. Em entrevista concedida a Bianca Antunes. Dezembro, 2011 Disponível http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/215/jan-gehl-fala-sobre-cidades-e-escala-humana-250160-1.aspx

AURBACH, Laurence. Dense and Beautiful Stormwater management. Ped Shed Blog**. Maio de 2010. Acesso em agosto de 2013. Disponível em: < http://pedshed.net/?p=270 >, último acesso a 16 de maio de 2014.**

BARBASSA, A. P.; FONTES, A. R. M. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, 2003.

BARLOW, Maude. Água pacto azul, a crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo. São Paulo: M. Books do Brasil, 2009.

BARRETO, R. **Identificação de áreas susceptíveis a eventos extremos de chuva no Distrito Federal**, 2008. Dissertação de Mestrado em Geografia - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BARROS, Raquel Regina Martini Paulo. **Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto.** Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2008.

BARROS, Raquel Regina Martini Paulo; KOWALTOWSKI, Doris. Do projeto urbano ao detalhe construtivo "A Pattern Language" finalmente traduzida. Resenhas online, N. 137.01, Maio de 2013. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/12.137/4734 >, último acesso a 16 de maio de 2014.

BARLOW, Maude. **Água pacto azul, a crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo.** São Paulo: M. Books do Brasil, 2009.

BATTY, Michael AND LONGLEY, Paul. **Fractal Cities**. London: Academic Press London, 1994.

_____; XIE, Y..Preliminary Evidence for a Theory of the Fractal City. **Environment and Planning A**, Vol. 28,. London, 1996.

BERNARDES, Ricardo Silveira; SCÁRDUA, Martha Paiva; CAMPANA, Nestor Aldo (Orgs). **Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento.** Brasília: Ministério das Cidades, FUNASA, 2006.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**, Petrópolis: Ed. Vozes, 5ª edição, 2010.

BEZERRA, Maria do C. de L.; FERNANDES, M. A. (Coords.). **Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira.** Brasília: MMA/IBMARNR/IBAMA, 2000.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.) Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.**

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é e o que não é.** Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2012.

BRAGA, Bernard Rocha; MARTINS, Elizandro de Souza; IBRAHIM, Neder Lopes Abou. **Análise de vulnerabilidade climática num cenário de crescimento urbano na microbacia do Córrego do Urubu em 2019, Setor Habitacional Taquari – Trechos 2 e 3, Lago Norte** – DF. Artigo de TCC, Universidade Católica de Brasília – DF, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULUTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Documentos 48 Documentos 48: Agricultura Urbana. Distrito Federal, Planaltina: EMBRAPA, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Drenagem Urbana Sustentável: Manual para Apresentação de Propostas.** Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental 2006.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Levantamento do Estado da Arte na temática Cidades Sustentáveis.** Liza Andrade. Consultoria especializada, no âmbito do projeto BRA/OEA/O8/001, 2011.

LOEWEN, Andrea Buchidid. Forma urbis: sobre a concepção de cidade em Leon Battista Alberti. **história e-história**, Maio de 2004. Disponível em: < http://www.historiaehistoria.com.br/materia.cfm?tb=professores&ID=14 >, último acesso a 16 de maio de 2014.

CADENASSO M.L., PICKETT S.T.A. Three Tides: The Development and State of Urban Ecological Science. In: PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., MCGRATH Brian. **Resilience in Ecology and Urban Design. LinkingTheory and Practice for Sustainable Cities.** Springer Science. New York, 2013.

CADENASSO M.L., PICKETT S.T.A, McGRATH, Brian and MARSHALL, Victoria. Ecological Heterogeneity in Urban Ecosystems. In: PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., MCGRATH Brian. **Resilience in Ecology and Urban Design. LinkingTheory and Practice for Sustainable Cities.** Springer Science. New York, 2013.

CAESB. **Plano de Gestão e Preservação do Lago Paranoá:** Produto 1 – Levantamento, caracterização e situação atual. Brasília, 2003.

CAMARGO, Luís Henrique Ramos de Camargo. **A Geoestratégia da Natureza**. A Geografia da complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012.

CAMPOMORI, Maurício J. L.. A transdisciplinaridade e o ensino de projeto de arquitetura. Arquitextos 048.08. Vitruvius, 2004. Disponível em http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.048/588. Acesso em 03 de abril de 2014.

CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** Tradução Newton Roberval Eichemberg. São Paulo: Cultrix, 1996.

_____. **As Conexões Ocultas, ciência para uma vida sustentável.** São Paulo: Editora Cultrix-Amana Key, 2002.

_____. **A ciência de Leonardo da Vinci, um mergulho profundo no mestre da renascença**. São Paulo: Editora Cultrix-Amana Key, 2008.

_____. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Cultrix-Amana Key, 2006 (1982)

_____. **O Tao da Física: Uma análise dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. Lisboa: Editorial Presença, 3. ª Edição, 2009 (1989).

Cary Institute of Ecosystem Studies. Disponível http://www.caryinstitute.org/. Acesso em 06 de maio de 2014.

CATALÃO, V.; RODRIGUES, M. S. (Orgs.). **Água como matriz ecopedagógica: um projeto a muitas mãos**. Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Ecologia, 2006.

CHEN, Xiangqiang; WU, Jianguo. Sustainable landscape architecture: implications of the Chinese philosophy of "unit of man with nature" and beyond. **Springer Science+Business,** 2009.

CHOAY, Françoise. **A Regra e o Modelo. Sobre a Teoria da Arquitetura e do Urbanismo.** São Paulo: 2ª edição, Editora Perspectiva, 2010.

COELHO, Juliana Machado e ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade. Conflitos socioambientais no processo de aprovação do Plano de Ordenamento Territorial do DF. *In*: 5º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável – Pluris, 2012, Brasília – Brasil. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

COELHO-DE-SOUZA, C. H. **Proposta de Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Pequenos Municípios.** 2009. Dissertação Mestrado em Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

COSTA, Heloisa Soares de Moura; CAMPANATE, Ana Lúcia Goyatá; ARAÚJO, Rogério Palhares Zschaber. A Dimensão Ambiental nos Planos Diretores de Municípios Brasileiros. In: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves, MONTANDON e Daniel Todtmann (orgs). Os Planos Diretores Municipais Pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos. Ministério das Cidades/SNPU, 2011.

COSTA, Riceles Araújo. **Fengshui:** Em busca do Genius Loci. Fevereiro 2008. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.093/170 > último acesso a 16 de maio de 2014.

CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CBD). **Panorama de das Cidades e da Biodiversidade: Ações e Políticas**. COP 11. 11ª Conferência das Partes sobre Biodiversidade. Rede BiodivERsA, 2012. Tradução Ronaldo Costa, Ministério do Meio Ambiente. Original Disponível em www.cbd.int/authorities/cbo1.shtml. Acesso em 2014.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. **Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos em conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**, Suzi Huff Theodoro (org), Brasília: Garamont,2002.

_____. Proteccion de los cuerpos hídricos, Archivos del Presente, Fundación Foro Del Sur, **Revista Latinoamericana de Temas Internacionales**, año 9, Nº 35, Buenos Aires - Argentina, 2004.

_____. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável. **Rev. ciênc. exatas,** Taubaté, v. 12, n. 1, p. 37-46, 2006.

_____. **Água: gênesis, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Brasília, 2006. Disponível em: < http://www.comiteibicui.com.br/artigos/Agua%20Genesis,%20genero%20e%20sustentabilidade%20alimentar%20no%20Brasil.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

CHOAY, Françoise. **A regra e o modelo: sobre a teoria da arquitetura e urbanismo;** Tradução Geraldo Gerson de Souza; 2ª. Edição. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010 (1ª edição 1980).

CHOAY, Françoise. **O urbanismo, utopias e realidade, uma antologia**. São Paulo, Perspectiva: 1965.

COSTA, Heloisa Soares de Moura; CAMPANATE, Ana Lúcia Goyatá; ARAÚJO, Rogério Palhares Zschaber. A Dimensão Ambiental nos Planos Diretores de Municípios Brasileiros. In: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves, MONTANDON e Daniel Todtmann (orgs). **Os Planos Direto-**

res Municipais Pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos. Ministério das Cidades/SNPU, 2011.

COUNTY, Prince George.s. **Low-impact development (LID). An Integrated Design Approach**. Maryland: Department of Environmental Resource, 1999.

DAUNCEY, Guy e PECK, Steven. **12 features of sustainable community development: social, economic and environmental benefits and two case studies in sustainable community development in Canada**. Disponível em < http://www.peck.ca/nua/ > Acesso em: 15 de outubro de 2009.

DIAS, Genebaldo Freire. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana: as dimensões humanas das alterações ambientais globais** – um estudo de caso brasileiro (como o metabolismo ecossistêmico urbano contribui para as alterações ambientais globais). São Paulo: Gaia, 2002.

DIAS, L. T. **Modelagem dinâmica espacial do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Lago Paranoá-DF: 1998-2020.** 2011, Dissertação de Mestrado no Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

D'OTTAVIANO Ítala Maria Loffredo; FEITOSA Hércules de Araujo. Sobre a história da lógica, a lógica clássica e o surgimento das lógicas não-clássicas. In: V Seminário Nacional de História da Matemática, 2003, Rio Claro – Brasil. **Anais...** Rio Claro: UNESP, Abril de 2003.

DUANY, Andres; SPECK, Jeff ; LYDON, Mike. **The Smart Growth Manual**. McGraw-Hill Education, Nova York, 2009.

EITEL, Ernest J. **Feng Shui: A ciência do paisagismo sagrado na China antiga**. Tradução de Norberto de Paula Lima. São Paulo: Ground, 1985.

ENGELS, F. **A situação da classe trabalhadora na Inglaterra**. Rio de Janeiro: Global, [s.d.].

_____. **Using smart growth techniques as stormawater best management practices.** Washington, DC, 2005. Disponível em: < http://www.epa.gov/dced/pdf/sg_stormwater_BMP.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

ESCOBEDO, Melissa Aragón; ANDRADE, Liza Maria Souza de. Técnicas Hidráulicas Incas: estudo de soluções para amenizar os efeitos das mudanças climáticas no Peru. *In:* Encontro Latino-Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2013, Curitiba – Brasil. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013

EUFRÁSIO, Mário A.. **Estrutura Urbana e Ecologia Humana. A escola sociológica de Chicago** (1915-1940). São Paulo:Editora 34, 2013.

FONSECA, Fernando O. (org.). **Olhares sobre o Lago Paranoá**. Brasília: SEMARH/GDF, 2001.

FAO WATER. **Discovering water re-use**. Disponível em: < http://www.fao.org/nr/water/recyclingsociety/2_11_11.html >, último acesso a 16 de maio de 2014.

FAO. **The state of food and agriculture,** Lessons from the Past 50 years. Roma, 2000. Disponível em: < http://www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.HTM >, último acesso a 16 de maio de 2014.

FAO/ONU. **Afrontar la escasez de agua** - Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Roma. 2013. Disponível em: < http://www.fao.org/docrep/018/i3015s/i3015s.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

FAO/ONU. **The State Of The World's Land And Water Resources For Food And Agriculture** - Managing systems at risk. 2011. Disponível em: < http://www.fao.org/nr/solaw/solaw-home/en/ >, último acesso a 16 de maio de 2014.

FAO/ONU – Brasil. **O que você precisa saber sobre a fome em 2012** - Programa Mundial de Alimentos das Nações Unidas. Disponível em: < www.fao.org.br/oqvpssf2012.asp >, último acesso a 16 de maio de 2014.

FARR, Douglas. **Urbanismo sustentável**. São Paulo: Bookman Editora, 2013.

FOLADORI, Guillermo. A questão ambiental em Marx**. Revista Crítica Marxista**, n. 04. p. 140 - 161. São Paulo: Xamã, 1997.

FONSECA Fernando Oliveira, BRAGA NETTO Pedro (2001). **Parcelamentos irregulares na bacia do Lago Paranoá.**In: FONSECA, Fernando Oliveira (org). Olhares sobre o Lago Paranoá, Brasília, p. 259 a 264.

Frey, H., Bagaeen, S., Giachis, C., Faria, P. New approaches in urban development, presentation on Energy Days, Series 1, Day 8: Geothermal Energy & Energy in the Built Environment, Eindhoven University of Technology, Netherlands, Part 3, 11 Fevereiro 2010.

Disponível em: <www.tue.nl/fileadmin/content/onderzoek/ Eindhoven_Energy_Institute_EEI/EnergyDays/Serie_1_2008_2010/2010_02_11/Frey_Part3-1.pdf>. Acesso em: 22 abril 2014.

FRIAS, Ivan. **Doença do Corpo, doença da alma**. Medicina e Filosofia na Grécia Antiga. Rio de Janeiro: Editora PUC/Rio; São Paulo: Loyola, 2004.

GALDINO, Yara da Silva Nogueira, Andrade Liza Maria Souza de. **Ecologia de paisagem como abordagem metodológica para avaliação da sustentabilidade de bacias hidrográficas e fragmentos verdes urbanos.** In: 7º Seminário Internacional Espaço Sustentável, Inovações em Edifícios e Cidades. **Anais**... São Paulo, NUTAU, 2008.

GEHL, Jan. Cidades para pessoas. Tradução Anita Di Marco. São Paulo, Perspectiva,2013

GUATTARI, Félix. **As três ecologias**. São Paulo: Papirus,1990.

GUERREIRO, Rosália Maria. **Urbanismo Orgânico e a Ordem Implícita: Uma Leitura Através das Geometrias da Natureza.** Tese de Doutoramento apresentada em 2010, ISCTE-IUL Escola de Tecnologias e Arquitectura, 2010.

GLEICK, James. **Caos: la creación de una ciencia**. 2ª Edição. Barcelona: Seix Barral, 1994.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri**. Rios e Cidades. Ruptura e Reconciliação.** São Paulo: Editora SENAC, 2010.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT.** Brasília: Lei Complementar Nº 803, de 25 de abril de 2009.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Plano Diretor de Drenagem Urbana do DF - PDDU.** Brasília:Concremat Engenharia, 2009.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do DF - PGIRH**. Brasília: Ecoplan Engenharia, 2012.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília – PPCUB.** Brasília, SEDHAB, 2012.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Zoneamento Ecológico-Econômico do DF – ZEE.** Brasília, Greentec Tecnologia Ambiental, 2012

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. **Zoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá - ZAA**. Brasília,Technum Consultoria. 2007.

HASS, Robert. Aprendendo a conhecer uma bacia fluvial. In: STONE, Michael K. e BARLOW Zenobia (org.). Fritjof Capra e outros. Alfabetização Ecológica. A educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Pensamento/Cultrix, 2002, p.137-141.

HERZOG, Cecília Polacow. Cidades Para Todos - (re)aprendendo a Conviver Com a Natureza. Rio de Janeiro: Editora MAUAD, 2013

HILLIER, Bill. **Space is the Machine**. Cambridge: CUP, 1996.

HILLIER, Bill, HANSON, J. **The Social Logic of Space**. Cambridge: CUP, 1984.

HILLIER, Bill. 2009. Spatial sustainability in cities, organic patterns and sustainable forms. In: 7th International Space Syntax Symposium (ISSS), Stockholm - Sweden, 2009. **Proceedings…** Stockholm: School of Architecture and the Built Environment, 2009.

HILL, Kristina. **Urban Design and Urban Water ecosystems.** The Water Environment of Cities. Springer. 2009, pp 141-170.

HOLANDA, Frederico e KOHLSDORF, Gunter. **A arquitetura como situação relacional**. Grupo de pesquisa dimensões morfológicas no processo de urbanização – PPG-FAU/UnB. Brasília, 1994.

HOLANDA, Frederico de; Maria Elaine; KOHLSDORF, Gunter. Brasília, Mosaico Morfológico. In: IV Seminário sobre História da Cidade e do Urbanismo. Rio de Janeiro – Brasil. **Anais.**.. PROURB / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo-UFRJ, 1996.

HOLANDA, Frederico de. **O espaço de exceção**. Brasília: EdUnB, 2002.

_____. **Arquitetura sociológica.** Revista brasileira de estudos urbanos e regionais, vol. 9, n.1, p. 115-129, maio 2007. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2007.

HOLANDA, F.; Ribeiro, R.; Medeiros, V. Brasilia, Brazil: economic and social costs of dispersion In: 44th ISOCARP, Dalian – China, 2008. **Proceedings…** Dalian, 2008

HOLANDA, F. Be Aware of Local Properties. In: 6th International Space Syntax Symposium (ISSS), Istanbul - Turkey, 2007. **Proceedings…** Istanbul: Faculty of Architecture of Istanbul Technical University (ITU), 2007.

_____. Brasília: cidade moderna, cidade eterna. Brasília: FAU UNB, 2010.

HOPKINS, R., BRANGWYN, B. (2008) **Manual das Iniciativas de Transição** – como se tornar uma Cidade em Transição, um Município, Distrito, Vila, Comunidade ou mesmo uma Ilha, Versão 26, Produzido por Transition Network, Tradução de: C. Pinheiro.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALADAYA, M. M., MEKONNEN, M. M.. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Glo**bal. Tradução pelo Instituto de

Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil em parceria com a Water Footprint Network, 2011.

HOWARD, Ebenezer. **Cidades-Jardins de amanhã**. Tradução: Marco Aurélio Lagonego, Introdução: Dácio Araújo Benedito Otoni. São Paulo: Estudos Urbanos, Série Arte e Vida Urbana, Hucitec, 1996.

ICLEI-Brasil. **Gestão Integrada das Águas Urbanas** (GIAU). Kit de Treinamento SWITCH. Porto Alegre, 2011. Disponível em http://www.switchtraining.eu/portugues/ Acesso em 06 de maio de 2014.

ICLEI-Brasil. C**onstruindo Cidades Verdes: Manual de Políticas Públicas para Construções Sustentáveis**, Organizadores: L. V. Macedo, P. G. Freitas, 1ª ed., São Paulo, ISBN: 978-85-99093-04-7.

ICLEI-Global Reports (2011) **Financing the Resilient City: A demand driven approach to development, disaster risk reduction and climate adaptation**. Bonn, Alemanha, 2011.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** Coleção a, Martins Fontes, São Paulo; 1ª edição, 2000.

JANTSCH, E. Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education innovation. In: **OCDE**. Seminário Internacional sobre Interdisciplinaridade nas Universidades, p.108-9, 1972.

JOHNSON, Steven. **Emergência, a dinâmica de rede de formigas, cérebros, cidades e sofwares.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

KOHLSDORF, Maria Elaine. Breve Histórico do Espaço Urbano como Campo Disciplinar. IN: FARRET, Ricardo L.; GONZALES, Suely F.; HOLANDA, Frederico. B; KOHLSDORF, Maria Elaine. **O espaço da cidade, contribuição à análise urbana**. São Paulo: Projeto, 1985.

_____. **A apreensão da forma da cidade**. Brasília: EdUnB, 1996.

_____. Ensaio sobre o pensamento urbanístico. Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e urbanismo Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

_____.**Diretrizes gerais para as disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo.** Curso de Arquitetura e Urbanismo - Colegiado das disciplinas de Projeto de Arquitetura E Urbanismo do Centro Universitário UNIEURO. Brasília, 2006.

_____. Brasília, Mosaico Morfológico**. Anais** do IV Seminário sobre História da Cidade e do Urbanismo. Rio de Janeiro: PROURB / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo-UFRJ, 1996, pp. 680-687.

_____. et al.: Brasília, Permanências e metamorfoses. DEL RIO, V. et al. (orgs.): **Urban Design in Brazil** (no prelo).

KOSTOF, Spiro. **The city shaped. Urban Patterns and Meanings. Through History**. New York: Second edition Thames & Hudson, 1999.

KWOK, Alison G.; GRONDZIK, Walter T. The Greenstudio Handbook - **Environmental Strategies for Schematic Design.** Architetural Press, 2007.

LANCASTER, B. **Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond**, Volume 1: Guiding Principles to Welcome Rain Into Your Life and Landscape. Tucson, Arizona: Ed. Rainsource Press. 9ª Edição, 2009.

LEMOS, Natália. **Urbanismo Sustentável.** Monografia de TCC, Unieuro, Brasília, DF, 2009.

LEMOS, Natália S.; ANDRADE, Liza M. S. ; MEDEIROS, Valério A. S. . Análise da Política Urbana Brasileira sob a ótica da Agricultura Urbana. In: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - **PLURIS 2012**: Reabilitar o Urbano, 2012, Brasília - Brasil. Anais... Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

LEMOS, N.S., 2012. **Marcos legais e agricultura urbana no contexto da cidade sustentável.** Monografia de Especialização, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.

LEMOS, Natalia da Silva.; ANDRADE, Liza Maria Souza ; MEDEIROS, Valerio Augusto Soares. Urban planning through the prism of urban agriculture. In: **International Conference on Changing Cities : Spatial, morphological, formal & socio-economic dimensions.,** 2013, Proceedings… Skiathos island, Greece. Dept. of Faculty of Engineering, University of Thessaly, 2013.

LIMA, Bruna Barbosa de e ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade. Certificações ambientais e sustentabilidade urbana, o caso do setor noroeste. *In*: 5º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável – **PLURIS, 2012**, Brasília – Brasil. Anais... Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

LIMA, Beatriz Loyola. ANDRADE, Liza Maria Souza de Andrade e HOLLANDA, Pedro Paulo T.M. Padrões de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano. *In:* Encontro Latino-Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis – **ELECS,** 2013, Curitiba – Brasil. Anais... Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013.

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

LYNCH, Kevin. **A Boa Forma da Cidad**e. Portugal, Lisboa, Edições 70, 2010

LLOSA, Jaime, PAJARES, Erick; TORO, Oscar. **Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas.** Perú: Ediciones Novaprint SAC, 2009.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de Calor nas Metrópoles.** São Paulo: Ed. Hucitec, 1985.

Lima, Beatriz Loyola. Andrade, Liza Maria Souza de Andrade e Hollanda, Pedro Paulo T.M. **Padrões de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano.** In: Encontro Latino-Americano De Edificações E Comunidades Sustentáveis – Elecs, 2013, Curitiba – Brasil. Anais... Curitiba: Universidade Federal Do Paraná, 2013.

LOYOLA, Rafael d. **Os métodos científicos e a pesquisa ecológica**. Programa de pós-graduação em ecologia da UNICAMP. Klepsidra. Revista de História, USP, sem data.

MCHARG, Ian. **Design with nature. Garden Cit, NY.** Published for the American Museum of Natural History Press, 1969, 25th anniversary edition, John Wiley & Sons, 1992.

WALLACE; MCHARG; ROBERTS ; TODD. **Woodlands new community guidelines for site·planning.** Philadelphia, Pennsylvania, 1973.

MARE, Christopher. An Historical survey of urban densities as a consequence of energy regime: descent into the urban village. In: **Ecocity 7**, São Francisco, Califórnia – USA, 2008. Proceedings... São Francisco: Nob Hill Masonic Center, 2008.

MASCARÓ, JUAN JOSÉ. **Vigência dos critérios (ambientais) de projeto de Le Corbusier.** Arquitextos, N. 102.03, novembro de 2008. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/94 >, último acesso a 16 de maio de 2014.

MEDEIROS, Valério Augusto Soares de. ***Urbis* Brasiliae, O Labirinto das Cidades Brasileiras.** Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2006

MEDEIROS, Valério Augusto Soares de. ***Urbis* Brasiliae, O Labirinto das Cidades Brasileiras.** Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2013.

MENEZES, P. H. B. J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 2010.

MEHAFFY, Michael; SALÍNGAROS, Nikos. **A tecnologia Sustentável de Christopher Alexander.** Setembro de 2011. Disponível em: < http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/A%20Tecnologia%20Sustentavel.html >, último acesso a 16 de maio de 2014.

METZGER, Jean Paul. **O que é ecologia de paisagen**s? São Paulo, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências USP, 2001.

MOEHLECKE, J. **Uma contribuição para o desenvolvimento de assentamentos humanos mais sustentáveis: identificação de padrões urbanos relacionados aos princípios de sustentabilidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. Do urbanismo à política urbana: notas sobre a experiência brasileira. In: COSTA, Geraldo Magela e MENDONÇA, Jupira Gomes. **Planejamento Urbano no Brasil: trajetória, avanços e perspectivas**. Belo Horizonte: Editora C/Arte, 2008.

MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. **As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil.**

MOLLISON, Bill; SLAY, R. M..**Introdução à Permacultura.** Tradução: André Luis Jaeger Soares. Brasília: MA/ SDR/ PNFC, 1998.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita. Repensar a reforma. Reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo.** Tradução de Eliane Lisboa. 3ª Edição. Porto Alegre: Editora Sulina, 2007.

MORIN, Edgar. Ciência com Consciência. (Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória) 8ª Edição - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, Edgar. **A Via para o futuro da humanidade**. Tradução de Edgard de Assis Carvalho, Mariza Perassi Bosco – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

MOUGEOT, Luc J. A.. Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks. In: BAKKER, N.; DUBBELING, M.; GÜNDEL, S.; SABEL-KOSCHELLA, U.; ZEEUW, H. (Ed.). **Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda.** Feldafing: Deutsche Sitffung für Internationale Entwicklung, 2000.

NASSAUER, Joan Iverson. Landscape as method and medium for the ecological design of cities. In: PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., MCGRATH Brian. **Resilience in Ecology and Urban Design. LinkingTheory and Practice for Sustainable Cities.** Springer Science. New York, 2013.

NETTO, Vinícius de Moraes. **O que a sintaxe espacial não é?** Arquitextos, N. 161.04 de Outubro de 2013. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.161/4916 >, último acesso a 16 de maio de 2014.

NETTO, Vinicius de Moraes; SABOYA, Renato. **A urgência do planejamento: a revisão dos instrumentos normativos de ocupação urbana**. Arquitextos – Vitruvius, n. 125.02, 2010.

NEWMAN, P., Scheurer, J. (2008). **Vauban: A European model bridging the green and brown agendas** (2008), Estudo de caso não publicado preparado para o Relatório Global sobre Assentamentos Humanos 2009, Disponível em: <www.unhabitat.org/grhs/2009>. Acesso em 02 maio 2013.

NEWMAN, P., Beatley, T., Boyer., H..**Resilient Cities: responding to peak oil and climate change**, Washington: Island Press, 2009.

NICOLESCU, Basarab. **O Manifesto da Transdiciplinaridade**. Tradução de Lucia Pereira de Souza. Editora Triom, São Paulo, 1999.

ODUM, Eugene P. Odum e BARRETT, Gary W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PARRY, Martin; EVANS, Alex; ROSEGRANT, Mark W.; WHEELER, Tim. **Climate Change and Hunger: Responding to the Challenge, World Food Programme**, 2009. Disponível em: < www.ifpri.org/sites/default/files/publications/wfp_fightingcchunger.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., MCGRATH Brian. Ecology of City as a Bridge to Urban Design. In: PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., MCGRATH Brian: **Resilience in Ecology and Urban Design. LinkingTheory and Practice for Sustainable Cities. Springer Science**. New York, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE SIENCIA E TECNOLOGIA. OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Governança urbana e pós-graduação: formação de saberes sobre a cidade.** Maio de 2013.

http://web.observatoriodasmetropoles.net/index.php?option=com_k2&view=item&id=243:saberes-sobre-a-cidade&Itemid=166&lang=pt .

ODUM, Eugene P.; BARRET, Gary W.**Fundamentos de Ecologia.** Tradução da 5ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

ONU-HABITAT. **Estado de las ciudades de américa latina y el Caribe,** 2012. Disponível em: www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=362&Itemid=235>. Acesso em: 09 maio 2013.

ONU. Rio +20. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. **O Futuro que queremos.** MMA, Brasília, 2012. Disponível em

http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/O-Futuro-que-queremos1.pdf Acesso em 05 de maio de 2014.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo, Cultrix, 1993.

Prince George's County. Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division. LID - Low-Impact Development Design strategies. 1999

PUGET SOUND ACTION TEAM [PSAT & WSU] - Washington State University Pierce County Extension. Low Impact Development: **Technical Guidance Manual for Puget Sound. Washington, 2005.**

QUEIROZ, José Jandson. **Ensaio sobre procedimentos de projetação urbanística** – Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, 2000.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004

REGISTER, Richard. **Ecocities, building cities in balance with nature**. Berkeley: Berkeley Hills Book, 2002.

REGAL, Alberto. **Los trabajos hidráulicos del Inca en el antiguo Peru**, ... Instituto Nacional de Cultura 1970.

RIBAS, Otto. **A sustentabilidade das cidades: os instrumentos de gestão urbana e a construção da qualidade ambiental**. Tese - Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2003.

RIBEIRO, Maurício Andrés. **Ecologizar pensando o ambiente humano**, Belo Horizonte: Roma, 2000.

RIVASPLATA, J. D. **El água de los incas: sistemas de Riego en el Perú prehispánico**. UAP, Universidad Alas Peruanas, Fondo Editorial, 2005.

RODRIGUES, Maria da Assunção Pereira. **Potencialidades da permacultura na arquitetura da paisagem no cerrado: uma contribuição à causa ambiental**, 2000. Dissertação - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2000.

ROGERS, Richard e GUMUCHDJIAM, Philip. **Cidades para um pequeno planeta.** Barcelona: [s.n.], 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos Romero. **Urbanismo sustentável**. Apostila para o Curso de Doutorado. Brasília: FAU/UnB, 2002.

RUEDA, Salvador. **Modelos de ciudad: indicadores básicos y las escalas de la sostenibilidade.** Barcelona: Quaderns – D'arquitetura e urbanismo – Collegio D' Arquitetos de Catalunya, 2000.

RUEDA, Salvador. Plan especial de indicadores de Sostenibilidad de La Actividad Urbanística de Sevilla. Barcelona, 2006. Disponível em: <htttp://www.bcecologia.net> Acesso em 06 de maio de 2014.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo: Studio Nobel : Fundação do desenvolvimento administrativo (FUNDAP), 1993.

_____. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2002.

SALINGAROS, Nikos A. **A teoria de Teia Urbana.** Tradução por Lívia Salomão Piccinini do texto on-line originalmente publicado no, Volume 3, 1998, paginas 53-71. Taylor & Francis Limited. Disponível em < http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-port.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

SALINGAROS, Nikos. **A linguagem de padrões e o desenho interativo.** Tradução por Lívia Salomão Piccinini do texto on-line originalmente publicado no Poiesis Architecture (Toulouse), nº15, 2003. Disponível em < http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/patterninteractive-port.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

SANT'ANA, D.R**. A social-technical study of water comsumption and water conservation in Brazilian dwellings.** Tese (Doutorado). Oxford Brookes University, 2011.

SANTIAGO et al. Potencial para a utilização de sistemas de wetlands no tratamento de águas residuárias: uma contribuição a sustentabilidade dos recursos hídricos no Brasil. **Natureza & Desenvolvimento,** v. 1, n. 1, p. 29-39, 2005.

SANTOS, Anthony Allison Brandão et al**. Legislação ambiental** (sistemas de cursos CREA/DF 04). Brasília: CREA/DF, 2004.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis**. Porto Alegre: Coleção Habitare, ANTAC, 2007.

SATTLER, Miguel Aloysio, ANDRADE, Liza Maria Souza de, BARROS, Raquel Regina Martini Paula, TENÓRIO, Gabriela de Souza. **Using collaborative distance learning in ecological design education: the case of more sustainable social housing projects in Brazil**. In: Ecocity World Summit 2009, Urban Ecological Foundations for Climate Solutions**.**

Sequeira, João B. M. 2010. **Os desenhos do De Architectura.** Revista Lusófona de Arquitectura & Educação, 3/4: 55 - 65.

SCHEINER, S.M.; WILLIG MR. **A General theory of ecology**. Theor Ecol 1:21-28, 2008.

SCHREIBER, Katharina Jeanne, ROJAS, Josué. **Aguas en el desierto: los puquios de Nasca**. Perú: Fondo editorial de la Pontificia Universidad católica del Perú, 2006.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012) **Cities and Biodiversity Outlook**. Montreal, 2012

SILVA, Antônio Soares de. Solos Urbanos. In.: GUERRA, A.J.T. (org.) Geomorfologia urbana. **Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.**

SOARES, Mariana da silva; DAL'AVA, Pedro Bias; RIBEIRO, Tânia Maria Santi. **Avaliação de risco e análise multitemporal (1989 – 2009) e de regime pluvial das áreas vulneráveis à erosão na microbacia do córrego do Urubu, Lago Norte – DF**. Brasília: universidade católica, artigo de TCC, 2009.

SOLUÇÕES PRÁTICAS ITDG. **Cambio climático, conocimientos ancestrales y contemporáneos em la región Andina.** Bolivia: Punto e encuentro, 2011.

SOLUÇÕES PRÁTICAS ITDG. **Gestión del água para enfrentar al cambio climático**. Peru: Depósito legal da Biblioteca Nacional do Peru. 2008.

SOLANO, Carlos. ***Feng Shui*:** KanYu, Arquitetura Ambiental Chinesa. 3ªEdição. São Paulo: Editora Pensamento, 2009.

SOUZA, Christopher Freire, CRUZ, Marcus Aurélio Soarez e TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012**.**

SPIRN, Anne**. Ecological urbanism:** A framework for the design of resilient cities. Massachusetts, EUA. Dezembro 2011.

SPIRN, Anne. Ecological urbanism: A framework for the design of resilient cities. Massachusetts, EUA, 2012. In: PICKETT, Steward; CADENASSO, Mary; MCGRATH, Brian, **Resilience in Ecology and Urban Design,** Springer**,** 2013.

SOUZA, Christopher Freire, CRUZ, Marcus Aurélio Soarez e TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012.

TAVANTI, Débora Riva e BARBASSA, Ademir Paceli. 161. **Contribuições do planejamento urbano às questões hidrológicas e ambientais.** In: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS 2010: Reabilitar o Urbano, 2012, Brasília - Brasil. Anais... Brasília: Universidade de Brasília, 2010

TENORIO, Gabriela de Souza. **Ao desocupado em cima da ponte**. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

TRANSITION NETWORK. **Manual das iniciativas de transição. Como se tornar uma cidade em transição, um município, distrito, vila, comunidade ou mesmo uma ilha.** Disponível em: <http://www.transitionnetwork.org/TransitionNetwork/TransitionNetwork>. Acesso em: 15 jan. 2011.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **A questão da drenagem urbana no Brasil*:* uma contribuição à discussão na conferência das cidades.** Brasília: mimeo, 2003.

TUCCI, Carlos. E. M. **Águas Urbanas**. Estudos avançados 22 (63), 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; MENDES, Carlos André. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.** Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental – Rhama. Consultoria Ambiental. Brasília, 2006.

US-EPA - United States Environmental Protection Agency. **Using smart growth techniques as stormawater best management practices**. Washington, DC, 2005. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth.

US-EPA United States Environmental Protection Agency's Development, Community, and Environment Division. **Protecting water resources with higher-density development.** Washington, DC, 2006. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth.

UNESCO – IHP. Urban Water Cycle Processes and Interactions. In: MARSALEK, J., JIMÉNEZ-CISNEROS B., KARAMOUZ M., MALMQUIST P., GOLDENFUM J. & CHOCAT B. **Urban Water Series.** Londres: Taylor & Francis, 2008.

UN-Habitat (ONU-Habitat) (2009) **Planning Sustainable Cities: Global Report On Human Settlements**. Londres: Earthscan, 2009.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. **Cities and Climate Change**: Policy directions. Reino unido: Abridged Edition, 2011.

VILLAFANA, Juan Fernando. **Sistemas Hidráulicos Incas**. Peru: Lluvia editores,1986.

TAVANTI, Débora Riva e Ademir Paceli. BARBASSA. **Contribuições do planejamento urbano às questões hidrológicas e ambientais.** In: Anais do PLURIS, Portugal, Faro, 2010.

THE WOODLANDS DEVELOPMENT CORPORATION. WALLACE, MCHARG, ROBERTS and TODD. **Woodlands new community guidelines for site·planning.** Houston, Texas, 1973.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

TUCCI, Carlos E.M. Águas urbanas. Estudos Avançados. v. 22, n. 63. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008

WSUD. **City of Melbourne WSUD Guidelines.** Applying the Model WSUD Guidelines. An Initiative of the Inner Melbourne Action Plan. Melbourne, 2008.

WSUD. Phillip Johnstone, Rachelle Adamowicz, Fjalar J. de Haan, Briony Ferguson and Tony Wong. Liveability and The Water Sensitive City. **Science Policy Partnership for Water Sensitive Cities.** Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities. Melbourne, Australia, 2012.

WSUD. Wong T.H.F., Allen R., Brown R.R., Deletić A., Gangadharan L., Gernjak W., Jakob C., Johnstone P., Reeder M., Tapper N., Vietz, G. and Walsh C.J. Blueprint2013 – **Stormwater Management in a Water Sensitive City**. Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2013.

WWF-Brasil . **A Pegada Ecológica de São Paulo - Estado e Capital e a família de pegadas.** Coordenação Geral: Michael Becker e Terezinha da Silva Martins; Fabrício de Campos; Juan Carlos Morales Brasília, 2012. Disponível em: < http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/pegada_ecologica_de_sao_paulo_2012.pdf >, último acesso a 16 de maio de 2014.

WWI. **Worldwacth Institute. O Estado do Mundo 2013. A sustentabilidade ainda é possível?** Organização: Erik Assadourian e Tom Prugh. Editora UMA – Universidade Livre da Mata Atlantica - Salvador, BA, 2013.

XU, Jun. **A Framework for site analysis with emphasis on Feng Shui and contemporary Environmental Design principles.** Virgínia, EUA. 30 de Setembro de 2003. Disponível em: http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-10172003-101905/, Último acesso a 16 de maio de 2014.

GLOSSÁRIO

Auto-organização – um comportamento complexo de um sistema com múltiplos agentes interagindo dinamicamente de diversas formas, seguindo regras locais, baseadas na noção de emergência de certos padrões que resultam da interdependência das partes que, ao mesmo tempo, podem retroagir sobre elas. Sistemas que usam componentes simples para construir inteligência de nível mais alto.

Bacia hidrográfica - é uma unidade da paisagem que tem limites naturais identificáveis. É uma região do solo, na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo, a parte mais baixa (o exultório), local de descarga de vazão de saída. A sua delimitação depende da identificação do curso de água ou do sistema de cursos de água e o sentido das curvas de nível para traçar uma linha contínua que inicie e termine no exultório, de modo que não cruze um curso de água.

Biofilia - o nome dado ao amor dos seres humanos à natureza, ou o amor à vida. Com o afastamento do homem da natureza, inúmeros problemas psicológicos podem ocorrer como estresse, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade.

Ciclo da água - o ciclo da água na Terra tem relação direta com o trinômio solo-vegetação-atmosfera e está sempre em mutação porque depende de movimentos de evaporação e transpiração. Assim, os fluxos de água não são constantes, estão sempre mudando, eles formam e estruturam os rios, as várzeas, as bacias hidrográficas, suas topografias e fronteiras.

Ciclo da água no meio urbano – considerado pela UNESCO como o balanço hídrico e a condução de estoques de água em áreas urbanas: captação, desenvolvimentos urbanos ou locais. As duas principais fontes de água são: abastecimento de água e precipitação. A gestão total se aplica às condições climáticas, fisiográficas, ambientais e socioculturais e também aos níveis de ocupação urbana.

Comunidade – é a totalidade dos organismos vivos que fazem parte do mesmo ecossistema, o qual inclui todas as populações que ocupam certa área e interagem entre si. A formação das comunidades urbanas é fruto dos padrões de comportamento das pessoas no espaço. A comunidade nesta tese é, baseada em Christopher Alexander, uma região da cidade com 7.000 pessoas inserida no ecossistema urbano.

Complexidade – é um tecido de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas como a visão ampliada do Universo no que há de físico, biológico e antropossocial. É um conjunto de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem o mundo de fenômenos. Apresenta traços da desordem, da ambiguidade e da incerteza. No âmbito urbano é uma ordem global construída a partir de interações locais.

Configuração urbana - um conjunto de elementos que se articulam no espaço urbano. A configuração de relações ou formas que se repetem, são denominadas de padrão de organização espacial.

Desenho Urbano – resultado da integração entre arquitetura e urbanismo, paisagismo e planejamento urbano, e tem interface com várias disciplinas que lidam com os fenômenos do espaço e da cidade como sociologia, psicologia, ecologia, engenharias, entre outras. Nesta tese o desenho urbano tem um grande papel na determinação da heterogeneidade espacial de sistemas urbanos, nas micros e macros escalas, pequenas ou grandes extensões espaciais que podem, reciprocamente, interagir com processos ecológicos e sociais contendo valor de design.

Desenho urbano sensível à água – é um termo utilizado pelo programa do governo australiano para promover cidades sensíveis à água (Water Sensitive Urban Design - WSUD). O programa enfatiza a questão da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos e tem como objetivo assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano.

Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização – o Grupo DIIMPU (FAU/UnB) relaciona expectativas sociais ao desempenho da forma urbana e seus atributos. A classificação de expectativas sociais gera taxonomia dos lugares, que são as dimensões com várias descrições de um mesmo lugar, segundo diferentes categorias e elementos analíticos subdivididos em subdisciplinas dento do campo da arquitetura e urbanismo: sociológica ou copresencial, funcional, bioclimática, econômica, topoceptiva e expressivo-simbólica.

Ecologia - tem um escopo amplo, mas o foco gira em torno das interações envolvendo organismos, estruturas e processos que eles geram ou são envolvidos. Atualmente, é considerada a nova disciplina holística, com raízes nas ciências biológicas, físicas e sociais, que tem como meta unir as ciências naturais e sociais.

Ecologia da Paisagem - subdisciplina da ciência da ecologia para aprofundar estudos sobre o relacionamento recíproco entre heterogeneidade espacial e função de ecossistema. O mosaico da paisagem é uma área heterogênea, composto por matrizes (maior elemento com ecossistemas e vegetação similares), manchas (áreas homogêneas) e corredores (faixas lineares).

Ecologia da Cidade – Estuda as interações entre os sistemas sociais e ecológicos, de modo a poder propor planos e projetos que mantenham as funções vitais sociais e ecológicas para um ecossistema urbano saudável. Foca no sistema inteiro, não apenas nas áreas vegetadas. Tem apoio da multidisciplinaridade para compreender o sistema ecológico social integrado, por sintetizar a compreensão ecológica de processos e organismos específicos, comportamentos sociais, e retornos entre eles.

Ecologia na Cidade – foca nas porções não construídas da paisagem, e pode ser motivada pela conservação do habitat ou espécie. Considera-se o impacto da urbanização em sistemas naturais remanescentes, incorporados na matriz urbana como sistemas de vegetação em lotes vagos, jardins, ou áreas de plantio intencionadas. Porém, nesse caso, essa abordagem trata de áreas verdes isoladas, as decisões humanas e atividades não são estudadas em conjunto, apesar de tornar possível esta integração.

Ecologia Urbana – pode ser dividida em três tendências marcantes em sua evolução. A primeira, teve início com a abordagem da ecologia humana e estrutura urbana da Escola de Chicago, com a compreensão social pela diferenciação espacial. A segunda, a cidade foi tratada como sistema, caracterizou como um organismo, mas ainda com estudos separados sobre metabolismo urbano e análise de populações de plantas e animais nos espaços verdes. A terceira e atual fase da ecologia urbana, a ecologia "da" cidade, tem uma abordagem mais abrangente do ecossistema urbano que trata dos componentes físicos, biológicos, sociais e do ambiente construído.

Ecossistema – conceito desenvolvido por Eugen Odum abrange a comunidade e o ambiente não vivo juntos como um sistema ecológico. É uma unidade que inclui todos os organismos (a comunidade biótica) em uma dada área interagindo com o ambiente físico de modo que um fluxo de energia leve as estruturas bióticas claramente definidas e à ciclagem de materiais entre componentes vivos e não vivos.

Ecossistema urbano – conceito adotado por pesquisadores Instituto Cary de Estudos do Ecossistema consiste em uma área específica na qual a comunidade de populações e organismos, e o ambiente físico interagem como se fosse o "nicho" dos organismos humanos, combinando o ambiente e as características do organismo. É a interação dos componentes biológicos, físicos, sociais e do ambiente construído. Portanto, compreende, também, populações urbanas, artefatos construídos, como edifícios, estradas e redes de esgoto, bem como a água, o solo e as plantas.

Espectro hierárquico – estudo desenvolvido por Eugen Odum sobre sistemas. É composto de 11 níveis integrados de organização: células, tecidos, órgãos, sistema de órgãos, organismo, populações, comunidades, ecossistemas, paisagens, biomas, ecosfera. Cada nível é constituído da totalidade de grupos de unidades de níveis inferiores: o ecossistema é composto por grupos de comunidades, e a paisagem é composta por um agregado de ecossistemas. À medida que os componentes do sistema, ou subconjuntos, combinam-se para produzir um todo funcional, maior, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior.

Estruturalismo - Os estruturalistas enxergam as estruturas sociais que estão subjacentes, apesar de tratá-las como materiais, compreendiam-nas como conjuntos integrados. O estudo da estrutura é baseado nos estudos da linguística, que identifica um texto não apenas como um conjunto somado de palavras, mas como a relação entre verbetes que produzem as ideias codificadas pelo autor.

Estrutura profunda – estrutura que está subjacente à forma urbana na superfície da paisagem, que engloba ao longo do tempo ritmos distintos para os quais todos os organismos dentro daquela paisagem respondem com os seus processos bióticos, geomorfológicos e climáticos em um determinado lugar. Abrange todas as escalas, desde a paisagem regional nos padrões de montes, rios e mares e a microescala até a escala da comunidade nos padrões da vegetação nativa e plantas individuais.

Formalidade - conceito desenvolvido por Frederico de Holanda está relacionado à condição de não espontaneidade, que se limita a fórmulas estabelecidas, convencionais. Na forma-espaço é caracterizado por enormes espaços abertos, inúmeros espaços sem aberturas (cegos), sem vida (mortos), residuais, com forte isolamento entre o dentro e o fora do ambiente construído. Na sociedade, implica em segmentação de pequenos grupos de iguais, especialização, impermeabilidade entre segmentos sociais e mais desigualdade.

Funcionalismo – os funcionalistas postulavam a existência de uma racionalidade social subjacente, que faz com o que os indivíduos ajam de acordo com as "funções sociais" de suas ações, de maneira que suas ações atendam às necessidades da sociedade.

Hidrograma ecológico – é o padrão de variabilidade temporal da vazão de um rio para permitir as condições desejadas entre o regime hidrológico e os ecossistemas na bacia hidrográfica. Outras variáveis ambientais devem ser associadas ao regime hidrológico como a temperatura da água, a concentração de sedimentos, nutrientes e oxigênio dissolvido, que por sua vez, interfere na manutenção dos ecossistemas associados ao rio: as estiagens, as cheias e o tempo e o período de sua ocorrência. Essas variáveis influenciam os elementos que compõem a integridade biótica: qualidade da água, suas fontes de energia, habitat físico e interações bióticas.

Hetoregeneidade espacial - variação entre algumas "características de interesse" em uma dimensão espacial. Apenas agora os ecólogos Instituto Cary de Estudos do Ecossistema

estão descobrindo como quantificar e mapear heterogeneidade urbana para que se possa testar como ela está conectada à função ecossistêmica. Este conceito, no que tange a escalas, é neutro. Isso significa que ela pode ser aplicada a qualquer escala temporal ou espacial.

Hierarquia Tríplice – para se estudar qualquer ponto (sistema) do espectro hierárquico é importante abordar os três níveis: o subsistema (o próximo nível abaixo), o sistema e o suprassistema (o próximo nível acima).

Ordem explícita/racional – tratada por Maria Rosália Guerreiro por ordem explícita ou mecanicista é encontrada no caso das máquinas ou cidades máquinas, constituída por partes independentes, modeladas de forma regular e com existências em diferentes partes da cidade, interagindo por algum contato externo e por forças que não efetuam mudanças nas suas naturezas essenciais. Produto de um pensamento consciente, da racionalidade humana, uma abstração e, portanto, expressa por meio da geometria euclidiana.

Ordem implícita/orgânica - indicada por Maria Rosália Guerreiro para estudos da totalidade indivisível dos organismos vivos, das cidades orgânicas, onde cada parte cresce no contexto do todo, de modo que não existe independentemente, interagindo com outras de maneira que ela própria é afetada nesta relação, por meio de um mecanismo de retroação. É uma ordem que está subjacente, emergente que depende das relações entre as partes, onde cada parte não pode ser prevista a partir de outra, mas apenas pela abordagem do todo indivisível, a totalidade. Todas as partes são diferentes e não correspondem a um arranjo regular.

Padrões - Formas repetitivas que a natureza utiliza para resolver problemas de adequação aos espaços, aos fluxos de energia, as relações e outras necessidades dos sistemas. Mas no espaço urbano, adotado por Christopher Alexander, diz respeito à uma identidade própria, um registro da harmonia entre os processos naturais e culturais,e os acontecimentos humanos ao longo do tempo. Esses padrões de acontecimentos formavam padrões de organização justapostos, entrelaçados e sobrepostos associados aos padrões geométricos de espaço que se repetiam, permitindo análise.

Padrões espaciais – padrão específico de ordenamento da estrutura urbana. Os padrões espaciais são estudados por Valério Medeiros como o modo de organização de qualquer sistema a partir da configuração das relações dos seus elementos, comparando semelhanças e diferenças entre sistemas distintos. A partir do estudo dos padrões de repetição é possível interpretar o fenômeno desta ou daquela maneira.

Paisagem - engloba uma área heterogênea composta de manchas de distintos habitats, entendidas como combinações física, química e informacional que diferem uma da outra em termos de padrões espaciais dentro delas. É composta de um agregado de ecossistemas em interação que se repetem de maneira similar por toda sua extensão. O padrão é determinado pela topografia, pelo ecossistema, pelo tipo de solo.

Pensamento Cartesiano – consiste no princípio da simplificação e da disjunção. As s partes são analisadas separadamente, reduzidas do conhecível ao manipulável - aparências ingênuas na realidade complexa dos seres vivos e do Universo.

Pensamento sistêmico – baseado na teoria geral dos sistemas, na concepção organísmica, que trata o organismo como totalidade ou sistema. O comportamento de um organismo vivo passa a ser analisado sob o ponto de vista de sua estrutura. À medida que a estrutura é alterada no decorrer do desenvolvimento do organismo e da evolução de sua espécie, o seu comportamento, também muda. O pensamento sistêmico é o entendimento do

padrão de organização, que é uma configuração de relações características de um sistema em particular.

Pegada ecológica – estudo desenvolvido, inicialmente, por William Rees e Mathis Wackernagel como um instrumento adicional de avaliação ambiental integrada, que permite estimar, em termos de área produtiva correspondente, o consumo de recursos e a capacidade de assimilação dos impactos ambientais gerados por uma determinada população ou economia.

Permacultura - criada pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren com a fusão de dois conceitos agricultura e permanente, é uma metodologia para o desenho integrado, que tem por finalidade projetar comunidades humanas que funcionem em harmonia com os ecossistemas, baseada na renovação cíclica ao invés da exploração linear.

Pilares da transdisciplinaridade – A noção transdisciplinar engloba a unidade da ciência e diferenciação das ciências, não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também, segundo os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização.

Planejamento Urbano – o planejamento da cidade é analisada como uma entidade global, o que torna a problemática urbana objeto de várias disciplinas como a sociologia, economia, geografia, engenharias, entre outros.

Planos do Território – são planos de organização do território na escala macro, relacionados a zoneamentos e conselhos gestores ou comitês específicos tais como: plano de ordenamento territorial, plano de manejo, plano de gestão integrada dos recursos hídricos, plano diretor de drenagem urbana, planos municipais de saneamento, plano de mobilidade urbana etc.

Princípios de sustentabilidade aplicados ao desenho urbano - formam uma estrutura sistêmica e integrada para auxiliar a entender o potencial para implantar assentamentos urbanos sustentáveis. Os princípios não se modificam em função de culturas, hábitos, estilos ou modismos, cabendo ao projetista adotar critérios e estratégias de acordo com cada região sejam diferenciadas quanto aos aspectos físicos (geologia, topografia e ecologia), culturais e socioeconômicos.

Propriedade Emergente - propriedade que emerge a partir da "combinação" dos componentes ou subconjuntos. Essas interações locais resultam em algum tipo de macro-comportamento observável, quando de um movimento de nível baixo resulta a sofisticação do nível mais alto.

Relações Topológicas - São relações espaciais similares ou idênticas, que ocorrem em diferentes escalas ou que se verificam em objetos e agregações de formas geométricas distintas. O modo de arranjo dos objetos no espaço é elemento determinante do comportamento espacial das pessoas. Na linguística e na gramática, é a colocação de determinadas categorias de palavras numa dada frase.

Resiliência Urbana - é uma importante ferramenta para se alcançar a sustentabilidade urbana. Trata-se da capacidade de se superar crises e de se regenerar e no âmbito urbano, trata da capacidade em responder à escassez de recursos naturais, às mudanças climáticas, aos problemas sociais.

Sistema – um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem que causam efeito no desempenho de uma função em sua totalidade. A cidade vista como sistema tem

uma abordagem multidimensional, uma vez que incorporava o entendimento físico, político, econômico e social.

Sintaxe espacial – ferramenta desenvolvida por Bill Hillier e Julienne Hanson que faz leitura dos sistemas complexos urbanos por meio de sua configuração, baseada na linguagem de sua estrutura. Analisa a configuração do traçado e as relações entre massa construída e vazios urbanos através de medidas quantitativas, as quais permitem entender aspectos importantes do sistema urbano para fins humanos, tanto nos edifícios quanto nas cidades, especialmente no que tange a acessibilidade e a distribuição de usos do solo. Nesta pesquisa, ampliou-se para fins ecológicos, com foco nos processos biogeoquímicos como os fluxos de água.

Sustentabilidade Ambiental – neste estudo é defendida por cientistas ambientais, com ações preservacionistas que sustentam o modelo de cidades mais verdes e autossuficientes, com densidade populacional menor em certas áreas da Cidade.

Sustentabilidade Espacial – nesta pesquisa é sustentada por arquitetos urbanistas que procuram promover a cidade compacta, favorecendo a aglomeração das populações urbanas e os sistemas de transportes mais sustentáveis.

Transdisciplinaridade – tentativa de construção de uma conceituação multidimensional, considerando vários níveis de realidade. Permite ao mesmo tempo conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências, não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também segundo os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização.

Transecto – um corte, uma seção ou o caminho através de uma parte do ambiente, mostrando uma gama de diferentes habitats. Ele estuda os muitos elementos que contribuem para as relações simbióticas dos habitats onde certas plantas e animais se desenvolvem. Trata-se de uma seção de uma grande área para demonstrar os níveis de urbanização. No âmbito urbano promove a compreensão do ambiente construído como parte do ambiente natural, por meio da metodologia de planejamento do transecto rural-urbano.

Teoria da Lógica Social do Espaço - desenvolvida por Bill Hillier e Julienne Hanson, reconhece uma lógica social, advinda do conhecimento da realidade e do ambiente construído, como sistemas de fenômenos discretos, que não pode ser reduzida à experiência individual subjetiva, os quais e formulam as questões urbanas em termos de relações e movimentos que esclarecem sobre as forças que governam o crescimento da cidade.

Totalidade - significa que os elementos de uma estrutura são subordinados a leis, e é nos termos dessas leis que a estrutura de um todo, ou sistema, é definida. É como se houvesse uma estrutura subjacente, fundamentando o ambiente construído, e isto faz com que ambientes bem sucedidos sejam vivenciados como um todo.

Urbanidade – conceito desenvolvido por Frederico de Holanda se refere ao modo como os espaços da cidade acolhem as pessoas e está relacionado à condição de informalidade dos espaços. Essa condição de urbanidade seria típica de sociedades e instituições não hierarquizadas, não ritualizadas, caracterizadas pela espontaneidade e pela improvisação. A forma-espaço dos assentamentos se traduz em pequenos espaços abertos, ricamente alimentados por entradas, ambiguidade dentro/fora, dialética local/global. Na sociedade, implica em continuidade de grandes grupos de diferentes, negociação contínua de papéis, mobilidade social e mais igualdade.

Urbanismo Ecológico – alia a teoria e a prática de desenho das cidades, ao planejamento urbano e à ecologia. Envolve questões de ética, política e desenho urbano e tem co-

mo objetivo contribuir com estudos para o ser humano adaptar-se ao seu ambiente, por meio de projetos de lugares mais sustentáveis, reconhecendo as ligações com os elementos da natureza e as questões de justiça ambiental.

Urbanismo Sustentável – o conceito adotado por Douglas Farr vislumbra o desenho urbano integrado por meio de padrões urbanos, incluindo o bom desempenho da infraestrutura, articulando a compacidade (densidade) e a biofilia (acesso humano à natureza). É aquele com um bom sistema de transporte público e com a possibilidade de deslocamento a pé, integrado com edificações e infraestrutura de alto desempenho.

Vazão - é a quantidade de água que passa na seção do rio por unidade de tempo que varia com o tempo e o espaço, os quais influenciam diretamente sua concentração. Utiliza-se m3/s ou l/s, para descrever esse parâmetro.

Vilas Urbanas – considerada por Christopher Mare unidades sustentáveis de 5.000 pessoas, autogovernadas, com subcentros mais densos e limites inexoráveis (larga faixa de parques, florestas, pasto, corredor de vida selvagem, mata ciliar e terras agrícolas). São pensadas para reestruturação orgânica do tecido urbano em um conjunto celular autossuficiente, automantido e com interfaces metabólicas entre as unidades.