

Classicismo, Coordenação Modular e Habitação

Classicism, Modular Coordination and Housing

Danilo Matoso Macedo

Graduado em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 1997), Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 2002), Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental (ENAP, 2004). É arquiteto da Câmara dos Deputados desde 2004. É fundador e editor da revista de Arquitetura e Urbanismo MDC. Possui escritório próprio desde 1996.

website: www.danilo.arq.br

e-mail: correio@danilo.arq.br

Elcio Gomes da Silva

Graduado em Arquitetura e Urbanismo (UnB, 1995), Mestrando em Arquitetura e Urbanismo (UnB, 2007), É arquiteto da Câmara dos Deputados desde 2002. Possui escritório próprio desde 1995.

e-mail: elcio.gomes@camara.gov.br

Resumo

A Arquitetura Moderna tem seu fundamento no Racionalismo Clássico franco-germânico do final do século XIX, dele herdando a estratégia de adequação de princípios formais e estruturais clássicos às tecnologias e métodos construtivos contemporâneos. O cerne desta poética clássica pode ser sistematizado em *taxis*, *genera* e *simetria*. *Taxis* é a malha de eixos ordenadores e o princípio da tripartição. *Genera* é o caráter da edificação, representado em suas proporções e seu sistema de elementos decorativos. *Simetria* é o modo como os elementos de *genera* são dispostos pela *taxis*, compondo ritmos com suas figuras. A obra teórica e arquitetônica de Le Corbusier destaca-se na reinterpretação desses princípios segundo postulados industriais modernos. Através deste caminho, *taxis* reduz-se a módulo, e a *simetria*, esvaziada do *genera*, torna-se *Coordenação Modular*, associada à industrialização de componentes construtivos. Conquanto em alguns países esta prática tenha sido levada a cabo com sucesso, no Brasil a adoção da tradição clássica destinada à construção de monumentos acabou por não adequar-se efetivamente ao prosaísmo da habitação. Identificada a ascendência clássica formal do conceito de Coordenação Modular, pode-se dissociá-lo do conceito de industrialização da construção habitacional, abrindo-se os caminhos para novas teorias e práticas.

Palavras-chave: Arquitetura Clássica, Arquitetura Moderna, Coordenação Modular, Habitação Popular, Industrialização da Construção Civil, Le Corbusier.

Abstract

Modern Architecture has its roots on french-german XIXth century's Classical Rationalism, from whom it inherits the strategy of associating classical principals – either formal and structural – to contemporary technologies and constructive methods. This classical poetics can be explained in terms of *taxis*, *genera* and *symmetry*. *Taxis* is the grid of axes and the principle of tripartition. *Genera* is the character of the work, represented through its proportions and decorative elements. *Symmetry* is the way in which the *genera* elements are put in order through *taxis*, with rythms and figures. Le Corbusier's theoretical and architectural work stands out on reinterpreting these principles in modern industrial terms. Following this path, *taxis* is reduced to module, and *symmetry*, emptied of any *genera* becomes *Modular Coordination*, bound to mass-production of building components. Although this strategy proved to be effective in some developed countries, in Brazil classical tradition developed as an instrument to build monuments didn't succeed in building prosaic housing programmes. Once the classically formal origin of Modular Coordination is identified, it can be detached from mass-producing of housing, opening new ways for theoretical and practical approach.

Palavras-chave: Building mass-production, Classical Architecture, Le Corbusier, Modern Architecture, Modular Coordination, Low-cost Housing.

CLASSICISMO, COORDENAÇÃO MODULAR E HABITAÇÃO¹

O módulo ordena a construção. A regularidade é uma das características consideradas *atemporais* em arquitetura. No século XX, entretanto, a modulação tornou-se sinônimo de padronização e de industrialização construtiva. Pretendemos aqui mapear esta associação entre módulo construtivo e industrialização, problematizando-a e apontando possíveis soluções para os impasses apresentados.

Um dos núcleos geradores da Arquitetura Moderna fundou-se na tradição do Racionalismo Clássico europeu. Expoentes como Le Corbusier, Walter Gropius e Mies van der Rohe tiveram influência direta de Auguste Perret e Peter Behrens, mestres daquela corrente de pensamento, que aliava racionalidade construtiva contemporânea a princípios ordenadores de feição clássica.

Peter Behrens foi um dos fundadores do *Deutsche Werkbund* em 1907. O grupo, constituído por artistas das mais variadas formações, tinha por princípio promover a emancipação individual através da arte, e a emancipação artística através da indústria. Para tanto, baseavam-se na definição de *objetos-tipo* passíveis de expandir os campos da indústria por meio do design. Com este intuito, era natural que a arquitetura fabril também fosse tornada objeto de arte. Este foi o caso dos galpões da companhia elétrica AEG, projetados por Behrens a partir de 1908, onde princípios clássicos de ordenação destacaram os edifícios, articulando suas fachadas em padrões métricos claros e composições tripartites.²

Já o francês Auguste Perret, formado na tradição da *Beaux-Arts* francesa, via o classicismo como um sistema *natural* de arquitetura, uma constante histórica a ser seguida e adaptada às novas técnicas construtivas, como o concreto armado. Este material era usado por Perret na forma de um sistema patenteado em 1897 pelo construtor François Hennebique, constituído por um conjunto monolítico de lajes, vigas e pilares dispostos de modo análogo ao que vinha sendo feito nos esqueletos metálicos (Fig.01).³ Este sistema era também coerente com a origem *tectônica* ou *carpinteira* que historiadores franceses, como Auguste Choisy, atribuíam à arquitetura clássica (Fig.02).

A técnica que desafiou os arquitetos a tentativas de adaptação do cânon clássico de fato era nova: o uso edilício de elementos de aço e ferro fundido constituiu, no século XIX, uma verdadeira experiência de industrialização e pré-fabricação

¹ Dedicamos este artigo a Fernanda Brasileiro e Ascanio Merrighi.

² Cf. FRAMPTON, *Modern architecture*, p.109-115.

³ Cf. FRAMPTON. *Modern architecture*, p.37-40.

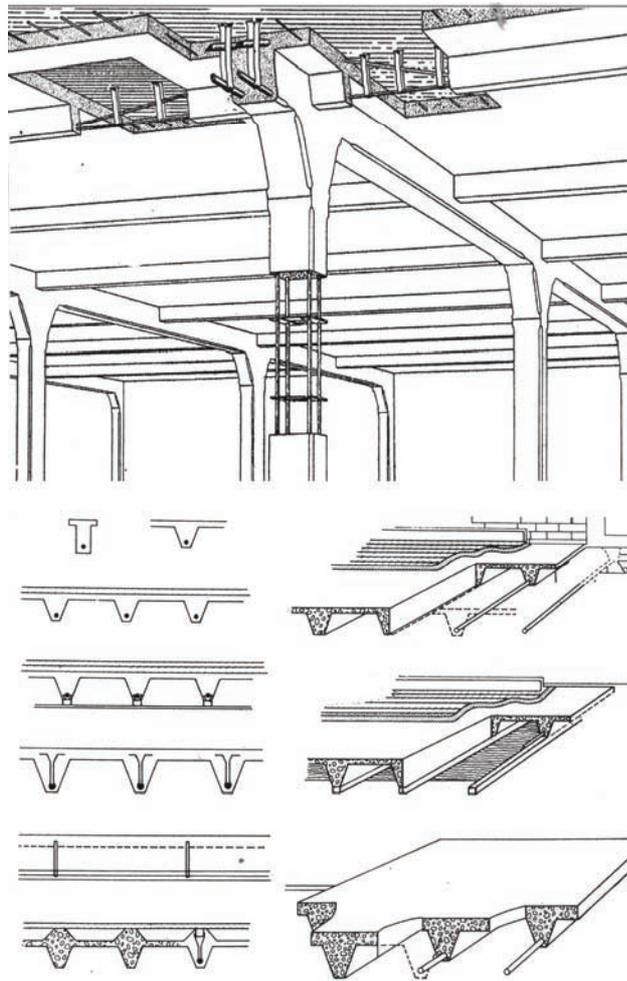


Fig. 01 – Sistema construtivo em concreto armado de Hennebique, patenteado em 1897.

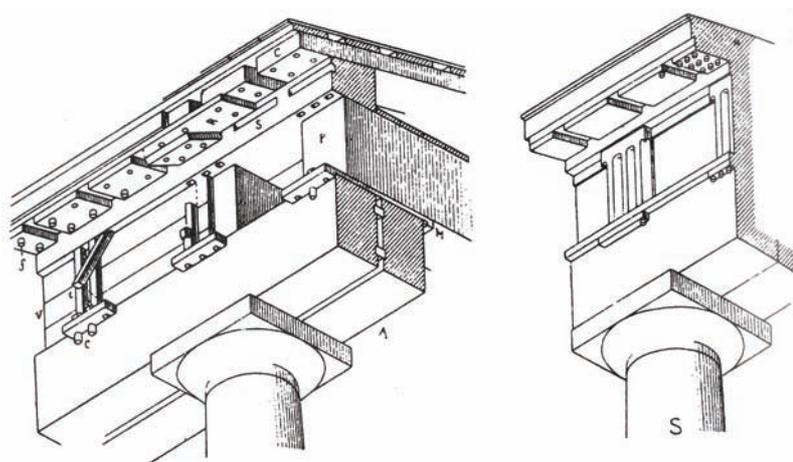


Fig. 02 – Origem *carpinteira* da ordem Dórica, segundo Choisy.

modular. Empresas como a de James Bogardus⁴ forneciam componentes, elementos e edifícios inteiros que eram fabricados nos Estados Unidos e Europa, vendidos por meio de catálogo, transportados e montados em virtualmente qualquer parte do mundo. No Brasil, por exemplo, a arquitetura destinada às estações ferroviárias é, em grande parte, construída segundo este procedimento.

A modulação, embora raras vezes enunciada, é a característica-chave da fusão entre classicismo e indústria a que racionalistas alemães e franceses almejavam na virada do século. Para aqueles arquitetos, era na ordem presente nos ritmos estruturais e no uso de proporções clássicas que residiria a garantia de qualidade plástica dos edifícios.

Desde o Renascimento, no século XV, a cultura arquitetônica ocidental recorreu ao estudo das obras da Grécia e Roma clássicas. A instrumentalização da história vinha do desejo de construção de identidades locais para as cidades-estado italianas a partir da recuperação de elementos culturais da poderosa Roma Imperial. Entretanto, os mil anos que os separavam dos períodos clássicos da arquitetura haviam apagado grande parte das tradições construtivas e da memória que permitiria o historicismo pretendido, ensejando a realização de pesquisas e levantamentos sistemáticos das ruínas romanas. Em 1414, Poggio Bracciolini publicou em Florença uma versão dos *Dez livros de Arquitetura*, de autoria do arquiteto romano do séc. I, Marcus Vitruvius Pollio. Embora recuperado sem ilustrações originais, o livro estabeleceu uma tradição tratadística sem precedentes na cultura ocidental, ensejando a publicação de diversos manuais análogos a partir de então. Com base nos princípios vitruvianos, nas pesquisas arqueológicas e nas próprias obras dos arquitetos renascentistas criou-se um cânon clássico ainda mais poderoso e abrangente que aquele que lhe deu origem. Numa sociedade cada vez mais regida pela ciência e pela razão capitalista, a regra clássica representava um **procedimento racional**⁵ convencional e socialmente aceito para a produção arquitetônica.

Alexander Tzonis e Liane Lefaivre fornecem-nos uma explicação contemporânea deste *procedimento*. Trata-se, antes de mais nada, de um cânon balizado pela lógica visual – *logos opticos* –⁶ das obras, que

(...) foram admiradas por séculos e continentes por sua persistência de *equilíbrio e simetria, foco e finalidade, e proporcionalidade e hierarquia*; por sua divisibilidade em distintos temas concisos; e por sua unidade, alcançada por plantas

⁴ Cf. FRAMPTON, *Modern architecture*, p.33.

⁵ Expressão alcunhada por John Summerson em SUMMERSON, *The classical language of Architecture*, p.46.

⁶ TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.2.

combinatórias gerativas explícitas, computáveis e padronizadas, pequenas em número, mas infinitamente flexíveis e adaptáveis.⁷

Estas qualidades são alcançadas através dos princípios da *taxis*, do uso de elementos de *genus*, e da *simetria*.

A *taxis* é o princípio ordenador da obra, constituído pela conformação do edifício a uma **malha** imaginária retangular ou polar, de intervalos regulares, bem como pela **tripartição**. A *taxis* é tridimensional, de modo que os componentes e elementos⁸ distribuem-se tanto em alinhamento com a malha como tripartidos em seu conjunto e detalhes. Assim, verticalmente, a fachada de um templo grego é constituída por entablamento, colunas, e estilóbato. As colunas são compostas por capitel, fuste e base, e assim sucessivamente até os mínimos detalhes construtivos (Fig.03).

O *genus*, ou *genera*, conhecido pelas *ordens* da arquitetura clássica,⁹ é a atribuição de um caráter codificado à obra. *Uma vez ordenada pela taxis (ou seja, seccionada e subseccionada), então uma composição arquitetônica está pronta para ser ocupada – ou povoada – por elementos arquitetônicos.*¹⁰ A forma e disposição dos elementos de *genus* seguem regras compositivas estritas, de acordo com sua classificação: Dórico, Jônico, Coríntio ou Toscano. Cada um destes gêneros possui seu próprio universo de componentes decorativos e proporções, embora sempre articulando os mesmos elementos: entablamento, coluna e embasamento. O poder de articulação de cada um deles incide no conjunto formal, num gradiente de esbeltez e leveza que parte do Dórico – *genus* de poucos detalhes, proporções mais robustas das colunas e decoração ritmada –, passando pelo Jônico – mais rebuscado, com proporções mais esbeltas das colunas e decoração fluida –, até o Coríntio – que

⁷ “these works have been adored throughout centuries and continents for their persistence of *balance* and *symmetry*, *focus* and *finality*, and *proportionality* and *hierarchy*; their divisibility through distinct, elementary, concise themes; and their unity through explicit, computable, standard, generative combinatorial plans, small in number but infinitely flexible and adaptable.” In TZONIS e LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.4.

⁸ Neste texto, usamos preferentemente os termos elementos e componentes em sua acepção dada pela NBR-13531/1995: “**Elemento da edificação** – Produto constituído de componentes construtivos definidos e articulados em conformidade com princípios e técnicas específicos da arquitetura e da engenharia para, ao integrar a edificação, desempenhar determinadas funções em níveis adequados. Exemplos: fundações, estruturas, coberturas, vedos verticais (paredes, esquadrias), revestimentos e acabamentos.[...] **Componente construtivo** – Produto constituído por materiais definidos e processados em conformidade com princípios e técnicas específicos para, ao integrar elementos ou instalações prediais da edificação, desempenhar determinadas funções em níveis adequados. Exemplos: portas, janelas, tijolos, blocos, painéis, colunas, vigas [...]”.

⁹ Tzonis e Lefaivre seguem a versão latina do livro de Vitruvius, onde as ordens são tratadas por *genus*. Concordamos com a ressalva destes autores e mantemos o uso do termo original do latim e seguido por estes autores. Cf. TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.35.

¹⁰ “Once an architectural composition has been ordered by *taxis*, once it has been laid out (that is, sectioned and subsectioned), then it is ready to be occupied, populated if you will, by architectural elements.” In TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.35.

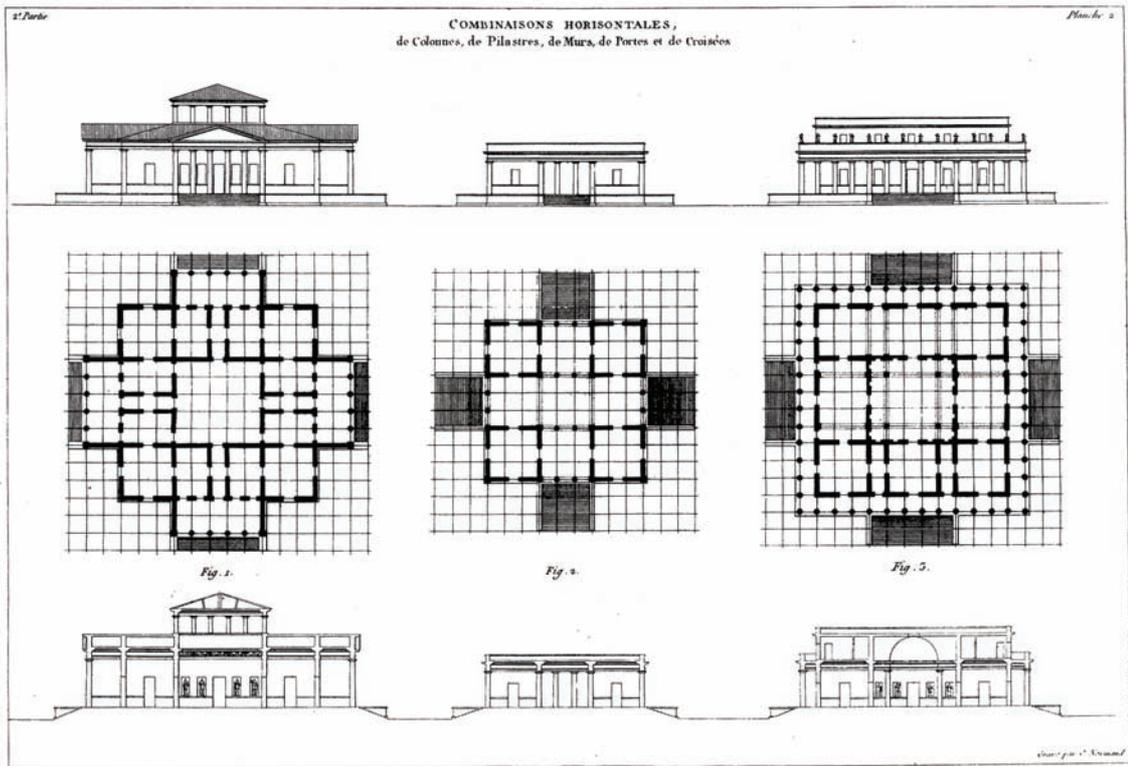


Fig. 03 – **Taxis** representada nos *Précis des leçons d'architecture*, J. N. L. Durand, 1823.



Fig. 04 – **Genus** Toscano, Dórico, Jônico, Coríntio e Compósito, segundo Claude Perrault, 1676.

acentua a delicadeza, leveza e fluidez do *genus* Jônico.¹¹ A tradição erudita clássica privilegia a leitura dos fustes das colunas e seus capitéis como componentes determinantes do *genus* (Fig.04).

Os *genera* carregam consigo diversos simbolismos. Primeiramente por terem sido desenvolvidos e construídos para templos religiosos dedicados a deuses antropomórficos gregos e romanos: deidades que tinham características e personalidades humanas. Os templos e seus *genera* dialogaram de maneira viva ao longo da história com estes valores, ressemantizando-se mutuamente. Além disso, na Roma Imperial, a arquitetura passou a ser um instrumento de dominação, estendendo o campo simbólico de cada *genus* arquitetônico à determinação de classes e posições sociais nas cidades. *De fato, a própria origem do termo clássico vem desta distinção. 'Clássico' diz respeito à ordem social dos 'classici', o nível mais alto da estrutura hierárquica social da Roma antiga, juxtaposta à mais baixa: a dos 'proletarii'.*¹²

Além destas metáforas sociais, o *genus* relaciona a arquitetura ao homem num nível ainda mais próximo:

Alguns traços do pensamento divinatório aparecem em Vitruvius, particularmente na sua definição de '*decor*'[...]. Esta noção, ele sugere, dita qual *genus* é apropriado ao culto de cada deus. [...] De onde as proporções dos membros do templo devem lembrar aquelas de *hominis bene figurati memborum* (*De Architectura*, lv.III, cap.I, para.1), os membros de um corpo humano bem formado. Vitruvius aqui é certamente pré-racional. Ele afirma ainda que as seções de uma coluna – o capitel, o fuste, e a base – são derivadas das principais divisões do corpo humano – a cabeça, o tronco e os pés (*De Architectura*, lv.III, para.1).¹³

Estas relações entre corpo humano e arquitetura estão no cerne do princípio clássico da *simetria*. O termo aqui é usado num sentido mais amplo que o da *simetria bilateral*, a que remete na linguagem cotidiana:

Simetria é a coerência entre os membros da obra mesma, e a relação entre as diferentes partes e o esquema geral, de acordo o padrão estabelecido por uma parte. No corpo humano há um tipo de harmonia simétrica entre antebraço, pé, palma, dedo e outras partes menores; e assim ocorre nas obras perfeitas. No caso de templos, a simetria deve ser calculada a partir da espessura de uma coluna ou de um triglifo."¹⁴

¹¹ O *genus* Toscano é considerado inferior aos gregos por sua origem romana, embora a rigor seja mais elaborada que a ordem Dórica.

¹² "Classical means related to the social order of the *classici*, the highest rank of the social structure of ancient Rome, juxtaposed to the lowest, that of the *proletarii*." in TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.1.

¹³ "Of course, some traces of the divinatory thinking do appear in Vitruvius, in particular in his treatment of what he called *décor* [...]. This notion, he suggests, dictates which *genus* is appropriate to the cult of particular deities [...]. Hence the proportions of the members of the temple must resemble those of a *hominis bene figurati memborum* (*De Architectura*, bk.III, ch.I, para.I), the members of a well-formed human body. Vitruvius here is certainly prerational. He goes so far as to claim that the sections of the column – the capital, the shaft and the base – are derived from the main divisions of the human body – the head, the body, and the feet (*De Architectura*, bk.III, para.I). In TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.36-37. Ver também VITRUVIUS, *The ten Books on Architecture*, lv.I, cap.II, para.5.

¹⁴ "Symmetry is a proper agreement between the members of the work itself, and relation between the different parts and the whole general scheme, in accordance with a certain part selected as standard. Thus in the human body there is a kind of symmetrical harmony between forearm, foot, palm, finger, and other small parts; and so it is with perfect buildings. In the case of temples, symmetry may be calculated

Trata-se aqui, portanto, de todo o sistema de proporções do edifício e do modo como se dispõem os elementos de *genus*:

Há dois tipos de relações no nível compositivo da simetria, dois esquemas: um determinado pelo *ritmo* e um, tomando de empréstimo um termo da música e retórica clássicas, governado por *figuras* arquitetônicas, tanto *evidentes* quanto *súbitas*.¹⁵

Para tratar de *ritmo*, Tzonis e Lefaivre não se restringem à imagem das colunas, lidando com elementos *tensionados* – pilares, estátuas etc – e com elementos *não-tensionados* entre eles – vazios, panos lisos de paredes etc –, de modo a configurar o *ritmo* e o *padrão métrico* de uma obra clássica (Fig.05). Assim, Vitruvius classifica os templos pela relação entre as celas internas e o padrão métrico à sua volta,¹⁶ pelo número de colunas da fachada frontal,¹⁷ e pela distância do intercolúnio¹⁸ – com módulo no diâmetro da base da coluna, conforme já citado acima.

As *figuras* arquitetônicas são articulações específicas dos elementos ou de suas unidades compositivas. A expressão geométrica destas figuras define os *traçados reguladores* da obra. Formam-se então relações entre quadrados, retângulos, círculos. É a composição de *figuras* que ordena a fusão entre *taxis* e *genera*.

Tendo visto sumariamente alguns dos princípios clássicos passíveis de apropriação pelos arquitetos modernos, vejamos alguns caminhos pelos quais esta nova síntese ocorreu.

Quando Le Corbusier, que trabalhara com Behrens e Perret, propõe o esqueleto *Dom-ino* em 1914, alia a lógica construtiva do concreto armado à criação de um *objeto-tipo*, passível de produção em massa. O esqueleto de concreto armado de ascendência clássica, desenvolvido por Hennebique e Perret, ganhava agora uma nova feição, com o viga embutido numa laje dupla.

O desejo de produção industrializada da habitação estava no cerne da tentativa dos arquitetos do *Deutsche Werkbund* de emancipação artística popular através da indústria, e de fato este grupo foi o primeiro a tratar a habitação popular para trabalhadores como elemento de desenho industrial.¹⁹ Entretanto, no caso das *Maisons Dom-ino* não se trata apenas de um componente construtivo padronizado, mas de toda a estrutura da obra. O ordenamento clássico se fazia presente na *simetria*

from the thickness of a column, from a tryglyph, or even from a module." VITRUVIUS, *The ten Books on Architecture*, lv.I, cap. II para.4.

¹⁵ TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.117.

¹⁶ Prostilo, anfi-prostilo, periptero.

¹⁷ Distilos, tetrastilos, hexastilos, octostilos etc

¹⁸ Pincostilo(1,5D), sistilo(2D), diástilo(3D), areostilo(>3D) – D=diâmetro da coluna medido em sua base.

Para explicações das três classificações anteriores, Cf. TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.118-119 e BOLTSHAUSER, *História da Arquitetura*, v.III, p.882-884.

¹⁹ Cf. FRAMPTON, *Modern architecture*, p.114.

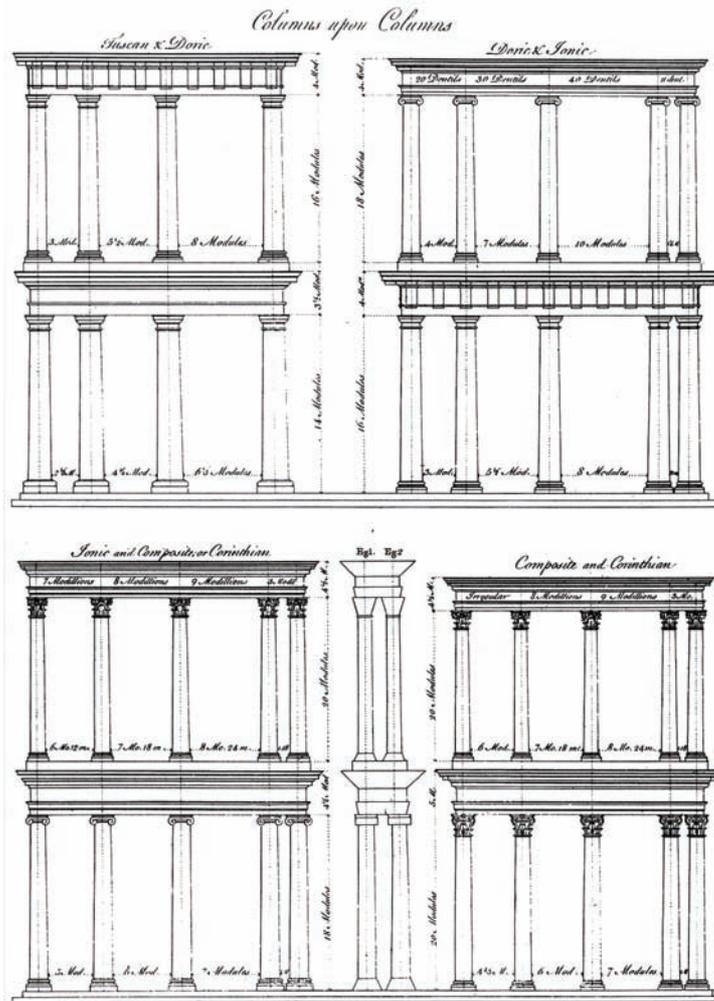


Fig. 05 – Simetria no intercolúnio em padrões rítmicos aplicados à Genera.

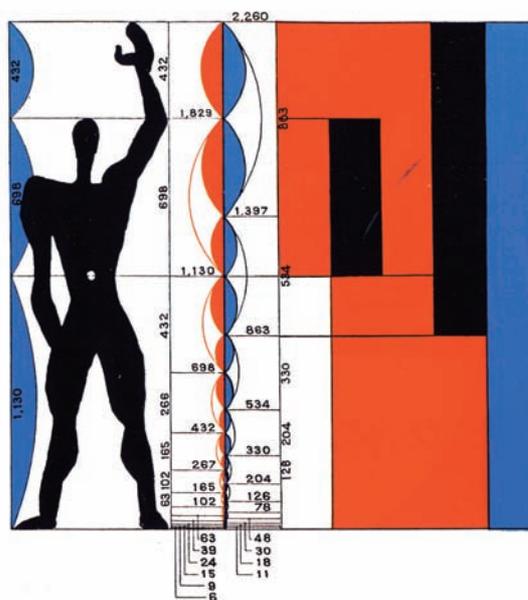


Fig. 06 – Modulor, sistema modular clássico desenvolvido por Le Corbusier nos anos 40.

do seu sistema de proporções, na tripartição da fachada, na *taxis* estrutural de cada residência e, em seu conjunto, no agrupamento modulado das unidades habitacionais, disposto segundo o que Tzonis e Lefaivre chamariam de *parataxis*.²⁰ Conforme veremos, Le Corbusier é talvez o caso mais marcante de tentativa de manutenção do cânon clássico na produção moderna.

Mesmo a emancipação intelectual e artística do mestre suíço – a partir de seu engajamento no purismo de Ozenfant e da publicação de *Depois do Cubismo*,²¹ em 1918 – era uma reação à desintegração da perspectiva e da representação clássica que o cubismo vinha promovendo na pintura e escultura. A partir de então, praticamente toda a sua produção teórica e arquitetônica está imbuída de um espírito declarado de releitura da tradição clássica a partir de um novo *lirismo*²² baseado nas técnicas construtivas contemporâneas e nos desejos socialistas de renovação social que a Alemanha e a recém-constituída União Soviética irradiavam por toda a Europa.

A publicação mais influente de Corbusier é, sem dúvida, *Por uma arquitetura*. Nesta coletânea de textos, o arquiteto enuncia explícita e recorrentemente os valores clássicos que legitimariam a sua atividade.

A *taxis* é enunciada nos *Três lembretes aos senhores arquitetos*, nos capítulos dedicados à *superfície* e à *planta*, onde explica: *deixar a um volume o esplendor de sua forma sob a luz mas, por outro lado, consagrar a superfície a tarefas quase sempre utilitárias é obrigar-se a encontrar na divisão imposta da superfície as linhas reveladoras, as geratrizes da forma*.²³ A origem destas linhas é explicada no capítulo seguinte: *a planta traz consigo um ritmo primário determinado: a obra se desenvolve em extensão e em altura segundo suas prescrições com conseqüências que se estendem do mais simples ao mais complexo conforme a mesma lei. A unidade da lei é a lei da boa planta: lei simples infinitamente modulável*.²⁴ Mais adiante, em outro capítulo dedicado às plantas, Corbusier é ainda mais explícito: *O eixo é talvez é primeira manifestação humana.[...] A ordenação é a hierarquia dos eixos, logo a hierarquia dos fins, a classificação das intenções*.²⁵

Os *genera* são tratados segundo dois pontos de vista: primeiramente, o arquiteto faz a negação dos sistemas decorativos ao repetir a epígrafe: *A arquitetura não tem nada a ver com os 'estilos'*.²⁶ Mais adiante, dedica um capítulo à exaltação da

²⁰ “Parataxis is one of the most compelling of classical inventions. It connotes a kind of taxis, a schema for concatenating formal units.” TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.243.

²¹ Cf. OZENFANT, Amedée et JEANNERET, Charles Edouard. *Depois do cubismo*. Trad.Célia Euvaldo. São Paulo: Cosac Naify, 2005. 88p.

²² Cf. LE CORBUSIER, *Precisões*, p.47.

²³ LE CORBUSIER, *Por uma arquitetura*, p.21.

²⁴ *Ibidem*, pp.27e32.

²⁵ *Ibidem*, p.133.

²⁶ *Ibidem*, p.13,21e27.

arquitetura grega e sua modenatura – *arquitetura, pura criação do espírito*. Ali é sugerida uma relação de coerência entre o caráter geral de uma edificação e a feição de seus componentes:

A planta da casa, seu cubo e suas superfícies foram determinadas, em parte, pelos dados utilitários do problema e, em parte, pela imaginação, a criação plástica. Já na sua planta, e por conseguinte em tudo o que se eleva no espaço, o arquiteto foi plástico; disciplinou as reivindicações utilitárias em virtude de um objetivo plástico que perseguia; *ele compôs*.

Então chegou esse momento em que era preciso gravar *os traços do rosto*. Ele fez intervir a luz e a sombra em apoio daquilo que queria dizer. A modenatura interveio. E a modenatura está livre de qualquer imposição; é uma invenção total que torna um rosto radioso ou envelhecido.²⁷

Mantém-se assim o conceito de atribuição de características humanas ao edifício, o qual pode ser atingido não mais pelos elementos decorativos, mas pela articulação geral dos elementos e componentes da edificação e suas proporções. Por exemplo, uma coluna esbelta é ainda hoje considerada *delicada*, ou *feminina* (ou Jônica, ou Coríntia), enquanto uma coluna menos esbelta ainda é considerada *austera*, *robusta*, *masculina*.

O conjunto de princípios clássicos mais abertamente adotado por Corbusier, entretanto, é a **simetria**. As referências mais diretas ocorrem na adoção de *traçados reguladores* e no capítulo: *A lição de Roma*. Os traçados reguladores atribuem relações geométricas específicas – quadrados, retângulos áureos – e módulos às composições de fachadas de edifícios históricos e de autoria do suíço. É neste capítulo que o arquiteto enuncia:

Para construir bem, para bem repartir os esforços, para a solidez e a utilidade da obra, as *medidas* condicionam o todo. O construtor tomou como medida o que lhe era mais fácil, o mais constante, o instrumento que podia perder menos: seu passo, seu pé, seu cotovelo, seu dedo. [...] criou um módulo que regula toda a obra; e esta obra está em sua escala, em sua conveniência, em seu bem-estar, *em sua medida*. Está na *escala humana*. Ele se harmoniza com ela; isso é o principal.

Mas ao decidir da forma do cercado, da forma da cabana, da situação do altar e de seus acessórios, ele seguiu por instinto os ângulos retos, os eixos, o quadrado, o círculo. [...]

Mas ao determinar as distâncias respectivas dos objetos ele inventou ritmos, ritmos sensíveis ao olho, nítidos nas suas relações. E esses ritmos estão no nascimento de comportamentos humanos. Ressoam no homem por uma fatalidade orgânica, a mesma fatalidade que faz com que as crianças, os velhos, os selvagens, os letrados tracem a secção áurea.

Um módulo mede e unifica; um traçado regulador constrói e satisfaz.²⁸

Vemos, portanto, que a argumentação de Le Corbusier é praticamente calcada naquela feita por Vitruvius, como vimos acima, ao tratar do tema da *simetria*. O arquiteto suíço, entretanto, avança rumo a uma concepção tridimensional dos *traçados reguladores* ao tentar apreender a *lição de Roma*. Este salto qualitativo eleva as figuras bidimensionais clássicas a sólidos geométricos puros.

²⁷ Ibidem, p.153

Os volumes simples desenvolvem imensas superfícies que se enunciam com uma variedade característica conforme se trate de cúpulas, de abóbadas, de cilindros, de prismas retangulares ou de pirâmides. A decoração das superfícies (paredes) é do mesmo grupo de geometria.²⁹

Caracterizada a filiação ao cânon clássico através da adaptação de seus princípios, resta a Corbusier reafirmar sua necessidade. É por meio da associação à indústria que ele o faz:

O Parthenon é um produto de seleção aplicado a um padrão estabelecido. Desde um século o templo grego já estava organizado em todos os seus elementos.

Quando um padrão é estabelecido, se exerce o jogo da concorrência imediata e violenta. [...]

O padrão é uma necessidade de ordem trazida para o trabalho humano.³⁰

A filiação ideológica de Corbusier ao *Deutsche Werkbund*, bem como a sua estreita relação com os construtivistas russos levam-no a propor a aplicação desta revisão do cânon clássico à habitação popular, a ser fabricada em série. É conseqüente a conclusão de *Por uma arquitetura* com um capítulo intitulado precisamente *Casas em série*.³¹ Entretanto, a exemplo das *Maisons Dom-ino*, Le Corbusier propõe que a unidade habitacional em seu conjunto seja um elemento de produção em massa, não necessariamente envolvendo modulação de seus componentes. Embora a composição esteja ordenada pela *taxis*, claramente presente no ritmo regular de suas estruturas, os elementos construtivos específicos parecem não estar ainda totalmente subordinados a uma malha de referência.

A subordinação das dimensões construtivas de elementos industrializados a uma *taxis* unificadora surge em seu *apelo aos industriais*, feito em 1925:

Apelo à grande indústria: pode-se fabricar uma nova janela combinável indefinidamente, numa escala nova, baseada no emprego do cristal ou do vidro espesso, e a aplicação de mecanismos de correr e de abrir.[...] Nós, arquitetos, estaremos satisfeitos com um *módulo fixo*. Com este módulo, *nós comporemos*.³²

É durante o *chômage* forçado da Segunda Guerra que Le Corbusier estabelece definitivamente um sistema de *simetria* que passa a regular por meio da *taxis* as suas composições. Ele dá a este sistema o nome de Modulor (módulo+número áureo). Trata-se de uma escala (chamada de vermelha) montada a partir de uma Progressão de Fibonacci ($a+b=c$, $b+c=d...$), com intervalo definido a partir de uma razão áurea ($\Phi=1,618...$, onde $(a+b)/a= a/b$). O número inicial é de 6 pés (183cm), correspondente, supostamente, à altura de um *policia inglês*.³³ Como os

²⁸ Ibidem, p.44.

²⁹ Ibidem, p.111.

³⁰ Ibidem, p.89.

³¹ Ibidem, p.159-188.

³² BOESIGER et STONOROV, *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète 1910-1929*. p.77

³³ Cf. LE CORBUSIER. *Le Modulor*, p.56.

intervalos são muito espaçados, Corbusier criou uma segunda escala (azul) dobrando os valores da primeira (Fig.06).

Como sistema formal, o Modulor é em grande parte derivado da cultura clássica. O uso de proporções definidas pela Seção Áurea é pitagórico, e a relação direta entre medidas da edificação e medidas do corpo humano presta contas ao *homem vitruviano*.³⁴ A justificativa para o uso desses elementos de *simetria* do *Modulor*, entretanto, remonta ao conceito de *escala humana*, proposto no século XIX por Viollet-le-Duc em seu *Dictionnaire Raisonné*, no verbete *escala*. Para o arquiteto medievalista francês,

O modo grego, que os Romanos não compreenderam, perdeu-se. No lugar destes princípios harmônicos, baseados no módulo abstrato, a idade média criou um novo princípio, o da escala. Ou seja, em lugar de um módulo variável de acordo com a dimensão do edifício, foi tomada uma medida uniforme, e esta medida uniforme é conferida primeiramente pela altura do homem, e logo pela natureza do material empregado.³⁵

Ou seja, para Viollet-le-Duc – e para Le Corbusier –, a escala humana é o princípio balizador das proporções clássicas. É através de sua repetição que se pode auferir a dimensão real do edifício. É a *escala humana* a justificativa das tentativas de habitação popular que o arquiteto vinha fazendo. Em *Précisions*, livro publicado em 1930, a conferência intitulada *Uma célula na escala humana*, advoga a redução da habitação individual à medida de uma cabine de transatlântico: 5,25mX3m. Os serviços e convívio social seriam providos por equipamentos urbanos complementares a conjuntos habitacionais coletivos, também como num navio. A *escala humana* a ser adotada na unidade habitacional é o módulo a ser repetido nas habitações populares coletivas, alinhados na *taxis*, segundo o caráter de determinado *genus*, e articulados segundo a *simetria*. A *escala humana*, na verdade, serviu de apoio conceitual a Corbusier na justificativa da adoção dos princípios formais clássicos – *classicii* – para a habitação popular – *proletarii*. Veremos mais adiante que esta transposição pode estar no cerne da relativa inviabilidade de alguns dos sistemas adotados nesse sentido.

A *Unité d'Habitation* de Marselha, projetada por Le Corbusier em 1947, seria o primeiro edifício construído pelo arquiteto a incorporar plenamente os princípios clássicos que ele mesmo vinha adaptando à tentativa moderna de produção industrial da habitação. Cumpre lembrar, entretanto, que, conquanto a *Unité d'Habitation* tenha

³⁴ Cf. VITRUVIUS, *The ten books on architecture*, lv.III, cap.I.

³⁵ “Le mode grec, que les Romains ne comprèrent pas, fut perdu. A la place de ces principes harmoniques, bases sur le module variable comme la dimension des édifices, il prit une mesure uniforme, et cette mesure uniforme est donnée par la taille de l'homme d'abord, puis par la nature de la matière employée.” In VIOLLET-LE-DUC, *Dictionnaire Raisonné*, vol.V, p.145.

sido construída com diversos componentes pré-moldados, poucos deles eram produzidos em série pela indústria. Na verdade, como sugere Curtis, a obra construída de Le Corbusier acabou sendo composta em sua maioria por metáforas artesanais da construção industrializada, dedicada não ao proletariado, mas à elite intelectualizada que compreendia o seu discurso.³⁶

Através desta visão da obra de Le Corbusier, acreditamos haver demonstrado a presença viva do cânon clássico na Arquitetura Moderna. Vimos ainda como este cânon passou a operar segundo novos ideais plásticos e a relação direta entre módulo, *taxis* e *simetria*. A cultura de vanguarda arquitetônica européia da primeira metade do século XX estava imbuída destes valores, difundidos através dos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna – CIAM. Vimos ainda como a idéia de industrialização da construção acabou sendo relacionada diretamente ao módulo clássico, onde o elemento construtivo padronizado seria regido pela *taxis*, construído e disposto segundo o caráter de um *genus* e articulado plasticamente segundo a *simetria*.

É esta cultura que embasa conceitualmente o surgimento da *Coordenação Modular* como disciplina na década de 1930. Sua primeira formulação nesse sentido é o *método modular cúbico* desenvolvido no livro “*The Evolving House*”, do norte-americano Alfred Farwell Bemis.³⁷ A partir dos apontamentos de Bemis surgiram os primeiros estudos desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa e, com base também nestas pesquisas, a *American Standards Association* (ASA), em 1936, iniciou um projeto que visava coordenar o dimensionamento de diversos componentes para o edifício. Desde então, os estudos e a aplicação da *Coordenação Modular* contaram com o envolvimento de vários países que passaram a conduzir as pesquisas em nível de cooperação internacional.

Esta nova disciplina reuniu sob uma mesma bandeira a racionalização, a padronização e a industrialização das partes da construção, factível apenas com o envolvimento dos agentes responsáveis pelo processo construtivo. Integravam-se os projetistas, a indústria dos materiais da construção e as empresas construtoras. Conforme detalha Franco, a coordenação dimensional e modular *levaria à padronização dos detalhes construtivos, que além de facilitar a execução e controle*

³⁶ “While Le Corbusier was preaching the virtues of mass-production dwellings and the vision of a transformed modern city, he was supporting himself with a practice based largely upon the construction of private houses, artist’s studios and villas for the well-to-do. In the France of the 20’s, agencies for large-scale urban reform were lacking. Even the small-scale Pessac experiment perhaps showed that Le Corbusier’s aesthetics were more suited to ‘cultured people’ (as Rasmussen put it) than to workers: that the architect’s universal values were more classbound than he might have hoped. In the 1920s ‘Esprit Nouveau’ was to become the cultural property of upper middle-class bohemia more than any other social group.” In: CURTIS, *Le Corbusier: ideas and forms*. p.71.

³⁷ Cf. CAPORIONI et al., *La coordinacion modular*, p.25.

*dos mesmos, permitiria a padronização das soluções e o desenvolvimento de alternativas cada vez melhores para as diversas situações padrão.*³⁸

Tratada agora como técnica alheia aos princípios clássicos que a originaram, a Coordenação Modular, difundiu-se largamente em países desenvolvidos da América e da Europa. Sua ênfase era agora não a plástica, mas a otimização construtiva dos componentes da construção aplicados a unidades habitacionais. Este enfoque tecnicista, entretanto, conservava o ideal de industrialização, ensejando na maioria dos casos o uso de elementos pré-fabricados. Na Alemanha, durante a Segunda Guerra,³⁹ Ernst Neufert criou um sistema baseado no módulo de 12,5cm, equivalente a um oitavo do metro, denominado sistema “octamétrico”. Em 1950, a primeira norma dimensional, a DIN 4172 (*Massordnung im Hochbau*), foi extraída dos trabalhos desse mesmo autor. Rosso destaca que *desde então, até 1965, 4.400.000 habitações foram construídas na Alemanha obedecendo ao sistema octamétrico, isto é, mais de 50% de todas as construções realizadas nesse período.*⁴⁰

Tanto na reconstrução da Europa no pós-guerra quanto na expansão interna norte-americana dos anos 50, a Coordenação Modular passou a reger a construção civil de habitações pré-fabricadas. A adoção indiscriminada de elementos semi-industrializados, levou ao predomínio da *taxis* sobre os outros princípios clássicos, em composições de conjuntos habitacionais de *genus* indefinido, carentes de *simetria* e, sobretudo, carentes de *escala humana*. São precisamente estes edifícios – geradores de uma paisagem árida e amorfa – os criticados durante a revisão crítica por que a Arquitetura Moderna passou nas décadas de 1960 e 1970.⁴¹

Os estudos desenvolvidos por organismos internacionais⁴² têm demonstrado que a Coordenação Modular pode ser considerada uma alternativa para viabilizar as construções de habitação de baixo custo. Isso foi possível em países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Itália, Noruega, Holanda, Inglaterra, Suécia e, ainda, Canadá e Estados Unidos graças a ações institucionais de controle e normalização da produção - que regem as ações da indústria dos materiais

³⁸ Cf. FRANCO. *O projeto das vedações verticais : características e a importância para a racionalização do processo de produção*, p. 221.

³⁹ Ou seja, simultaneamente à criação do Modular.

⁴⁰ Cf. ROSSO, *Teoria e Prática da Coordenação Modular*, p.18.

⁴¹ “The Loosian recognition of the loss of cultural identity that urbanization had brought in its wake returned with a vengeance in the mid 1960s as architects began to realize that the reductive codes of contemporary architecture had led to an impoverishment of the urban environment. The exact manner in which this impoverishment has come about however – the extent of which it is due to abstract tendencies present in Cartesian rationality itself or alternatively to ruthless economic exploitation - is a complex and critical issue which has yet to be judiciously decided. It cannot be denied that the tabula rasa reductivism of the Modern Movement has played a salient role in the wholesale destruction of urban culture; thus the emphasis that the ‘Post-Modernist’ critique has placed on respecting the existing urban context can hardly be discredited.” In FRAMPTON, *Modern Architecture*, p.290.

e do setor da construção civil - vinculadas aos subsídios financeiros, governamentais ou industriais, para a produção habitacional.

O Brasil se insere entre os países precursores na adoção da cultura da Coordenação Modular. Em 1950, é publicada a primeira norma relacionada ao assunto – a NB-25 “*Modulação das Construções*” –, e nos anos de 1970 e 1980 a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT elabora as normas vigentes ainda hoje sobre o assunto. A análise dos princípios ali postulados revela com clareza a adoção dos princípios formais clássicos, confirmando a genealogia conceitual aqui traçada.

A **taxis** assume papel de destaque, com caráter fabril, batizada de **sistema de referência**, [...] formado por pontos, linhas e planos aos quais devem relacionar-se as medidas e posições dos componentes da produção.⁴³ Este sistema é materializado no **reticulado modular espacial de referência**, [...] constituído pelas linhas de interseção de um sistema de planos separados entre si por uma distância igual ao módulo e paralelos a três planos ortogonais dois a dois.⁴⁴ O módulo (M) é definido e padronizado com bastante clareza como a *distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência. Esta distância é o decímetro.*⁴⁵

O **genus** é unificado num sistema de elementos e componentes de medida modular: *painel modular vertical* (6M, 7M, 8M de largura),⁴⁶ *divisória modular vertical interna*,⁴⁷ *esquadrias modulares*,⁴⁸ *detalhes modulares de esquadrias*,⁴⁹ *forro modular*,⁵⁰ *tacos de madeira para soalhos*.⁵¹

A **simetria** é prescrita em normas dedicadas à definição de proporções e medidas da edificação, como as *alturas modulares de piso a piso*⁵² (nM/4) e a *altura modular de teto-piso*⁵³ (nM/4), bem como a determinação de duas *séries modulares de medidas*,⁵⁴ de razão 2M e 3M.

A predominância de uma *taxis* determinada, unívoca e absoluta é prescrita na norma dedicada a estabelecer os *princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente*:

⁴² Relatório do “*Committee on Housing, Building and Planning*”, publicado pelas Nações Unidas em 1970, trata da questão com uma abordagem a partir de casas modulares executadas em diferentes países.

⁴³ ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5706: Coordenação modular da construção. p. 1.

⁴⁴ *Ibidem*, p.1.

⁴⁵ *Ibidem*, p.1

⁴⁶ *Idem*, NBR 5714: Painel modular vertical.

⁴⁷ *Idem*, NBR 5721: Divisória modular vertical interna.

⁴⁸ *Idem*, NBR 5722: Esquadrias modulares.

⁴⁹ *Idem*, NBR 5728: Detalhes modulares de esquadrias.

⁵⁰ *Idem*, NBR 5723: Forro modular horizontal de acabamento.

⁵¹ *Idem*, NBR 5724: Tacos modulares de madeira para soalhos na construção coordenada modularmente

⁵² *Idem*, NBR 5710: Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e estrutural.

⁵³ *Idem*, NBR 5713: Altura modular de teto-piso.

ao se projetar segundo os princípios da coordenação modular de construção, devem ser estabelecidas medidas preferidas de acordo com a NBR 5726 [série modular de medidas], a fim de se poder determinar o quadriculado multimodular de referência.[...]

Torna-se necessário o prévio conhecimento dos componentes da construção, segundo suas dimensões e propriedades físicas, a fim de possibilitar um **perfeito posicionamento** dentro do quadriculado modular ou multimodular.⁵⁵

No Brasil, esta redução tecnicista dos princípios formais clássicos, associada ao uso de um vocabulário restrito de produtos industrializados, acabaria por limitar a adoção da Coordenação Modular, tal como normatizada. No campo da habitação, os problemas intensificam-se.

Entre nós, são identificadas iniciativas de produção de habitação popular a partir da década de 1920. O esqueleto estrutural de concreto armado passou a ser adotado nos conjuntos habitacionais construídos pelos Institutos de Previdência a partir da Era Vargas. Na década de 1960, os projetos habitacionais – financiados pelo governo ou pela indústria – passaram a ser abordados com foco principal na industrialização da construção, como consequência das iniciativas relacionadas à pré-fabricação.⁵⁶

Conquanto tenha-se firmado no Brasil uma tradição construtiva em esqueleto estrutural independente de concreto armado, a iniciativa centralizada que este tipo de empreendimento conota acabou por ser um incentivo à experimentação construtiva: argamassa armada, barro armado, soluções mistas, soluções de estruturas metálicas – e mais recentemente os módulos metálicos – e principalmente a alvenaria estrutural vêm sendo usados nas mais variadas configurações. O predomínio desta última – justamente a mais artesanal - verifica-se sobretudo na produção livre do mercado imobiliário voltado para a população de baixa renda e no incentivo institucional de órgãos públicos fomentadores das iniciativas de habitação, justificada por seu baixo custo. A Caixa Econômica Federal, por exemplo, tem estimulado e desenvolvido trabalho técnico visando estabelecer critérios para a execução de edificações multifamiliares de 3 a 5 pavimentos, com esse sistema construtivo.

Visando definir regras claras e precisas que assegurem a execução de edifícios com desempenho adequado e de custo coerente, a Caixa Econômica Federal objetiva estabelecer, através deste documento, os requisitos e critérios mínimos a serem atendidos no projeto e execução da estrutura de edifícios em alvenaria estrutural, para que possam ser financiados.

Estas condições mínimas foram estabelecidas tendo como base a normalização brasileira existente em agosto de 2001, bem como as recomendações internacionais para projeto e construção de edifícios multipavimentos em alvenaria estrutural, além do conhecimento tecnológico desenvolvido no Brasil e consolidado através

⁵⁴ Idem, NBR 5726: Série modular de medidas.

⁵⁵ Idem, NBR 5729: Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente. (grifo nosso)

⁵⁶ Cf.. KAPP et LINO. *A História da Habitação contada nas Revistas Especializadas*.

de pesquisas experimentais em Universidades e Institutos de Pesquisa, nos últimos 20 anos.⁵⁷

No Brasil a industrialização da construção em projetos habitacionais não tem logrado o êxito identificado em outros países. As soluções definidas em projetos de arquitetura nessa área, sempre relacionadas à modulação e à Coordenação Modular, nem sempre encontram correspondência nas diretrizes que tratam do intercâmbio entre elementos construtivos e seus similares.

As causas para este relativo insucesso da industrialização da construção ligada à Coordenação Modular são diversas. Entretanto, Pode-se aqui elencar algumas delas: a dominância das indústrias de materiais e sua relutância em fabricar ou importar produtos que atendam às demandas modulares; a inexistência de sistemas construtivos integrados completos – forçando a adoção de materiais artesanais mesmo em construções relativamente industrializadas –; a inviabilidade econômica devido ao custo tributário e logístico da indústria frente à construção civil; a diversidade climática do país, impedindo a adoção de sistemas unificados; a incapacidade dos sistemas padronizados em atender às situações específicas inerentes à habitação; a dificuldade em realizar a coordenação modular em espaços compartimentados em que o programa habitacional implica; a pouca qualificação da mão-de-obra tradicionalmente empregada em grande parte da construção civil.

O primeiro percalço é relação entre a indústria de materiais da construção e as empresas construtoras. A situação descrita por Mascaro e Mascaró em 1978, na qual cada indústria define sua padronização e os empresários fazem os ajustes necessários à compatibilização, ainda é identificada na prática projetual atual e nos desdobramentos ocorridos na execução das obras:

Aparentemente, o conjunto das indústrias de materiais e elementos para a edificação é um setor subsidiário da indústria da construção. Se assim fosse, a indústria de materiais e elementos dependeria das decisões tomadas na indústria da construção para a sua organização e ação. Mas, analisando a estrutura desse setor podemos concluir – apesar das interrelações não serem simples – que ele, geralmente, não se comporta como subsidiário do grande setor da indústria da construção, mas – e pela sua maior concentração econômica – como líder da atividade, impondo seus critérios – em muitos aspectos – nos mercados de intercâmbio com os produtores de edifícios.⁵⁸

As indústrias de materiais organizam sua produção com base nas demandas e observações de aspectos específicos do setor da construção civil. Entretanto, segundo Mascaro e Mascaró, *ao inverso da indústria manufatureira, os empresários de construção, que são os que têm uma posição centralizada no*

⁵⁷ CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico, p. 7.

⁵⁸ MASCARÓ et MASCARÓ, *As indústrias de materiais e componentes de construção no Brasil*, p. 21.

*mercado, têm, senão pouca, nenhuma possibilidade de decidir a tipologia de produção.*⁵⁹

Neste cenário, diante da ausência de sistemas unificados dimensionalmente e construtivamente, os produtos são ofertados segundo os critérios dimensionais definidos pela indústria, tornando a coordenação dimensional virtualmente impossível conforme o critério unívoco determinado pela norma. Agrava a situação a coexistência de materiais artesanais e materiais industriais incompatíveis entre si, que acabam por determinar as situações de improvisação para solucionar os problemas, bem como o uso de materiais normatizados com técnicas inadequadas, perdendo aqueles suas vantagens.

As dimensões geográficas do país e as características de diversidade de procedência dos materiais fazem com que as ações relativas ao emprego de determinado sistema construtivo sejam inviabilizadas pelo custo elevado, dentre outros, de transporte do material até o local da obra. Neste contexto, a indisponibilidade de indústrias de materiais da construção próximas às demandas é um dos fatores que concorrem para dificultar as ações que busquem a racionalização da construção habitacional.

Sobre esta questão, Mascaro e Mascaró sinalizam a notória distinção entre os potenciais industriais de cada região:

(...) a que apresenta as melhores condições para a instalação de novas indústrias de materiais e elementos da construção é a Região Sudeste, o que nos permite supor que seu mercado será o primeiro a incorporá-los, fato que trará, como conseqüência, uma evolução rápida dos métodos e sistemas construtivos mais modernos e eficientes que os hoje empregados. Esta situação contribuirá – sem dúvida – para acentuar a atual disparidade técnico-econômica já existente entre esta Região e as outras do País.⁶⁰

As especificidades das construções relacionadas às condições climáticas e aspectos sócio-culturais são outros fatores que nem sempre podem ser contemplados em soluções padronizadas para implementação em larga escala. Na região sul, por exemplo, a tipologia das edificações tem aspectos ligados às condições de variações térmicas que não necessariamente estarão presentes nas cidades do nordeste, diferenciando-se o custo total da edificação.

Do ponto de vista sócio-cultural, a viabilidade de determinado modelo de unidade habitacional está relacionada também com a aceitação de sistemas construtivos na pré-fabricação. Esses sistemas são aceitos ou rejeitados pelos empreendedores na proporção em que a relação entre qualidade e custo seja vantajosa em comparação à construção convencional. Nesse sentido, a informalidade na contratação de mão-de-obra e na compra de materiais pouco industrializados gera

⁵⁹ Ibidem, p. 35.

⁶⁰ MASCARÓ et MASCARÓ, *As indústrias de materiais e componentes de construção no Brasil*, p. 35.

uma vantagem tributária e logística de um canteiro de obras artesanal sobre o canteiro industrializado.

Outro aspecto relacionado à aceitação do edifício trata da imposição de determinado padrão de ordenamento espacial. A economia advinda da padronização e da uniformidade está relacionada à abordagem da unidade residencial ideal, definida em projeto, que, embora resolva as questões técnicas, não possui a capacidade de atender às mais diversas necessidades dos moradores. A partir disso ocorre a rejeição do plano previsto ou as modificações realizadas no espaço da unidade habitacional para atender a finalidades específicas.

Também ligada à organização dos espaços, a compartimentação inerente ao tema dificulta o emprego do uso de sistemas industriais. Característicos da configuração dos espaços para habitação de baixo custo, a otimização de áreas e o emprego conseqüente de dimensões mínimas, fazem com que a combinação e a permutabilidade de elementos, necessidades relacionadas à racionalização da construção, encontrem obstáculos ao emprego de produtos pré-fabricados.

Nas fases de execução, a mão-de-obra despreparada, característica na execução da arquitetura habitacional no Brasil,⁶¹ é uma das principais causas de erros e de imprecisões, fomentando uma cultura de desperdício de material e recursos humanos. Este quadro inviabiliza mesmo a adoção de elementos pré-moldados de menores dimensões – moldados no local da obra, utilizando mão-de-obra e recursos locais – que poderia representar uma transição rumo à industrialização. Há ainda o estímulo à adoção preferencial de mutirão e autoconstrução, de forma a minimizar os custos do empreendimento.⁶² Em ambos os casos, o amadorismo da mão-de-obra impediria a coordenação dimensional, dependente de precisão construtiva, e a industrialização, dependente de qualificação profissional.

Foi aqui elaborada uma visão panorâmica da apropriação moderna do cânon formal clássico, da coordenação modular e seus princípios, das dificuldades encontradas em sua implementação na construção de habitações. Vimos que a Coordenação Modular, como é tratada hoje, é a transposição do cânon formal clássico para os valores da Arquitetura Moderna. Vimos ainda que a Coordenação Modular, *per se*, não vem induzindo a Indústria Brasileira a padronizar as dimensões de seus produtos de acordo com as dimensões estabelecidas por norma.

Conclui-se, do exposto, que Coordenação Modular e industrialização da construção civil não estão intimamente relacionados. Esta relação foi construída

⁶¹ Cf. CABANAS, A certificação profissional baseada por competências - Mestre-de-obras. p.81-82

⁶² CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, Termo de Referência - Programa Morar Melhor Ação de Apoio à Habitação Popular, p. 1.

historicamente através do instrumental cultural dos arquitetos modernos, de formação clássica, no início do século XX. O cânon clássico existe há milênios sem indústria, e a indústria fabrica hoje em dia automóveis, computadores e uma infinidade de produtos de uso cotidiano sem necessidade de adequação a um módulo específico. Entretanto, a tradição clássica de aplicação da *taxis* aos edifícios prevalece ainda nas normatizações propostas como caminho único da industrialização da construção civil.

No redirecionamento desse percurso, podemos balizar-nos pelas propostas e tentativas de industrialização dos próprios arquitetos modernos europeus e norte-americanos atuantes na primeira metade do século passado. Tal é o caso de experiências como as *Casas em série* de Le Corbusier, as *Case Study Houses* norte-americanas, a *Plug-in City* do Grupo Archigram, as mega-estruturas dos metabolistas japoneses, dentre tantas outras. Entre nós, temos estudos nesse sentido de Sérgio Rodrigues, Sérgio Bernardes e Eduardo Longo.

Verifica-se, por um lado, que a habitação é um objeto de dimensões muito grandes, complexas e de elevado peso. Isso inviabiliza sua construção na indústria para transporte e montagem no local. Por outro lado, a construção *in-loco*, com componentes padronizados, modulados e articulados segundo o *habitus* da *taxis* clássica, tem sido a alternativa unívoca e inviável encontrada.

Uma opção relativamente pouco testada na realidade nacional, e que pode vir a tornar-se viável, é a industrialização e o transporte de elementos e cômodos inteiros industrializados e pré-fabricados – na habitação, seria o caso de instalações sanitárias, cozinhas, escadas. A complexidade e o alto custo atual de seus acabamentos e instalações complementares justificam a sua produção integral na indústria sem desvantagem econômica. Suas dimensões relativamente reduzidas os tornam passíveis de transporte por meios convencionais. A diversidade de soluções possíveis elimina os problemas de *genus* das habitações industrializadas do passado. É uma tecnologia que já foi adotada, por exemplo, nos conjuntos de sanitários do edifício Lloyds, projetado por Richard Rogers em 1978 (Fig.07). Neste último caso, trata-se, entretanto, de um edifício comercial afeito a um *genus* distinto do adequado a edifícios residenciais.

Para que este novo tipo de articulação entre solução local e indústria seja possível, é necessária uma readaptação do cânon clássico, adotando a coexistência de mais de um princípio de *taxis* numa mesma edificação. Como nos sugerem Tzonis e Lefavre: *como na música clássica, também na arquitetura a taxis age não tanto pela*

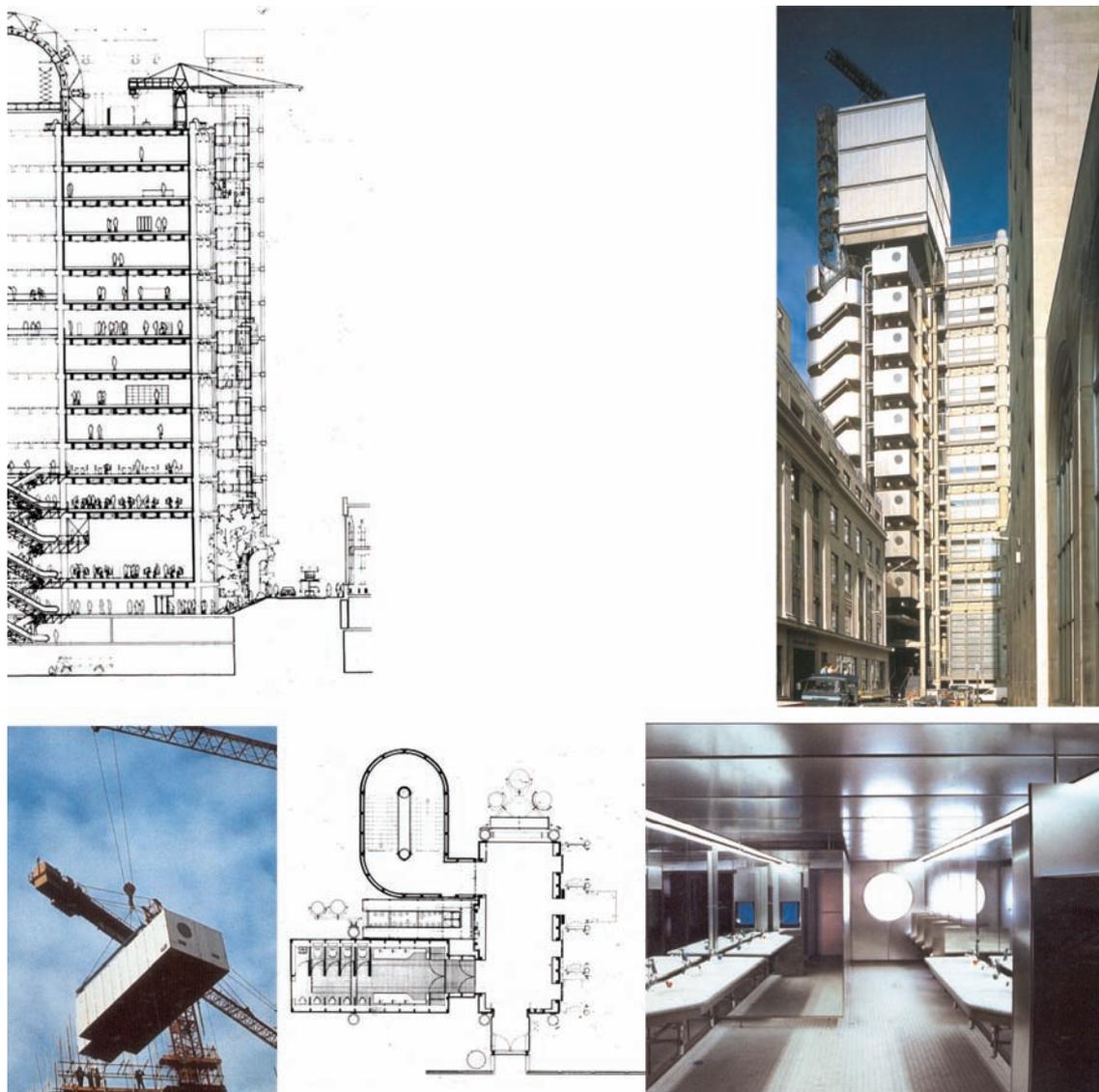


Fig. 07 – Revitalização do Lloyd - Edifício de escritórios projetado por Richard Rogers. Londres, 1978. Exemplo de elementos de média escala industrializados e montados no local: entre a pré-fabricação integral e a simples coordenação modular de pequenos componentes.

*duplicação de fórmulas, mas através de novos padrões formais combinatórios.*⁶³ Assim, diante da possibilidade de impor uma regularidade dimensional à indústria, deve-se normatizar sistemas de ajuste modular no sentido lato, favorecendo o uso de sistemas autônomos numa mesma edificação: sistemas internamente coesos mas diversos entre si.

Apontamos para a flexibilização dos sistemas de uso da *taxis* e para adoção de elementos industrializados de média escala como alternativas às estratégias e tecnologias atuais com as que se tenta industrializar a construção habitacional no Brasil. Entretanto, muitas outras soluções são possíveis a partir do entendimento histórico aqui demonstrado, relacionando classicismo, Coordenação Modular e habitação.

Feita a constatação das relações conflitivas entre estes temas, enxergamos dois caminhos abertos. O primeiro passa pela tentativa de abandono definitivo dos cânones formais clássicos, rumo à síntese de objetos totalmente novos. Afinal, talvez a lógica monumental dos *classicii* não se ajuste convenientemente à lógica cotidiana dos *proletarii*. O segundo caminho passa pela alteração e ajuste do cânnon clássico de modo a fazê-lo funcionar adequadamente, encarada a monumentalização do cotidiano como uma característica típica de nossa sociedade e nosso tempo. Como nos lembra T.S. Eliot: *A ordem existente é completa antes da chegada da nova obra; pois para que a ordem persista depois da novidade, toda a ordem existente deve ser, mesmo que levemente, alterada.*⁶⁴

⁶³ "As in classical music, so in architecture, taxis acts not so much through the duplication of formulas as through new combinatorial formal patterns." In TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.27.

⁶⁴ "The existing order is complete before the new work arrives; for order to persist after the supervision of novelty, the whole existing order must be, if ever so slightly, altered." ELIOT, T.S. apud TZONIS et LEFAIVRE, *Classical architecture: the poetics of order*, p.173.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Publicações

BOESIGER W. et STONOROV O..(Ed.) *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète 1910-1929*. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser, 1999. 239p. (15ª reimpressão).

BOLTSHAUSER, João. *História da arquitetura*. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG, 1966. V.III.

CABANAS, Carlos Eduardo. A certificação profissional baseada por competências - Mestre-de-obras. In Seminário Ibero-Americano da Rede CYTED XIV, 2003, São Paulo. *Capacitação e transferência de tecnologia para habitação de interesse social : em busca de novas estratégias*. São Paulo: IPT, 2003. Anais p.79-84. v.1

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, *Termo de Referência - Programa Morar Melhor Ação de Apoio à Habitação Popular*, Brasília, 2003. 17p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - Diretoria de parcerias e apoio ao desenvolvimento urbano, *Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico*, Brasília, 2003. 37p.

CAPORIONI ; GARLATTI ; TENCA-MONTINI. *La coordinación modular*. Trad. Tomás Rodríguez. Barcelona: Gustavo Gili, 1971. 285p.

CURTIS, William. *Le Corbusier: ideas and forms*. London: Phaidon, 2003. 240p.

FRAMPTON, Kenneth. *Modern architecture: a critical history*. 3.ed. London: Thames and Hudson, 1992. 376p.

FRANCO, Luiz Sérgio. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1, 1998, São Paulo. EPUSP/PCC, 1998. p. 221-236.

KAPP, Silke et LINO, Sulamita, *A História da Habitação contada nas Revistas Especializadas*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS UFMG. - MOM - Belo Horizonte. Disponível em:
http://www.arq.ufmg.br/mom/ger_quadros/quadros_material.htm. Acesso em 06 de julho de 2007.

LE CORBUSIER. *Le Modulor: essai sur une mesure harmonique a l'échelle humaine applicable universellement a l'architecture et a la mécanique*. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser, 2000. 239p. (Edição fac-símile da primeira edição de 1950).

_____. *Por uma arquitetura*. 3ed.Trad. Ubirajara Rebouças. São Paulo: Perspectiva, 1981. 205p.

_____. *Precisões sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo*. Tradução de Carlos E. M. de Moura. São Paulo: Cosac & Naify, 2004. 295p.

MASCARÓ, Juan Luis et MASCARÓ, Lucia ; ERSE, V. T. M. ; ROLIM, F. . As indústrias de materiais e componentes de construção no Brasil. 1976. .São Paulo FAU-USP. 1978. 185p.

ROSSO, Teodoro. *Teoria e Prática da Coordenação Modular*. São Paulo FAU-USP. 1976. 224p.

SUMMERSON, John. *The classical language of architecture*. Cambridge: MIT Press, 1963. 80p.

TZONIS, Alexander et LEFAIVRE, Liane. *Classical architecture: the poetics of order*. Cambridge/London: MIT Press, 1992. 306p.

UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. *Modular Coordination Of Low Cost Housing*. USA, New York, 1970. 220p.

VIOLLET-LE-DUC, Eugene. *Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française du XI au XVI siècle*. Paris: Librairies-Imprimeries Réunies, s/d. vol.5. 566p.

VITRUVIUS, Marcus. *The ten books on architecture*. Trad. Morris Hicky Morgan. New York: Dover, 1960. 319p.

Normas técnicas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5706: *Coordenação Modular da Construção*. Rio de Janeiro, 1977. 4p.

_____. NBR 5707: *Posição dos componentes da construção em relação à quadrícula modular de referência*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.

_____. NBR 5708: *Vãos modulares e seus fechamentos*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5709: *Multimódulos*. Rio de Janeiro, 1982. 1p.

_____. NBR 5710: *Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e estrutural*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5711: *Tijolo modular de barro cozido*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5713: *Altura modular de teto-piso (entre pavimentos consecutivos)*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5714: *Painel modular vertical*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5715: *Local e instalação sanitário modular*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5716: *Componentes de cerâmica de concreto ou de outro material utilizado em lajes mistas na construção coordenada modularmente*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5717: *Espaço modular para escadas*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.

_____. NBR 5718: *Alvenaria modular*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.

_____. NBR 5719: *Revestimentos*. Rio de Janeiro, 1982. 1p.

_____. NBR 5720: *Coberturas*. Rio de Janeiro, 1982. 1p.

- _____. NBR 5721: *Divisória modular vertical interna*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.
- _____. NBR 5722: *Esquadrias modulares*. Rio de Janeiro, 1982. 5p.
- _____. NBR 5723: *Forro modular horizontal de acabamento (placas, chapas ou similares)*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.
- _____. NBR 5724: *Tacos modulares de madeira para soalhos na construção coordenada modularmente*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.
- _____. NBR 5725: *Ajustes modulares e tolerâncias*. Rio de Janeiro, 1982. 4p.
- _____. NBR 5726: *Série modular de medidas*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.
- _____. NBR 5727: *Equipamento para complemento da habitação na construção coordenada modularmente*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.
- _____. NBR 5728: *Detalhes modulares de esquadrias*. Rio de Janeiro, 1982. 2p.
- _____. NBR 5729: *Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.
- _____. NBR 5730: *Símbolos gráficos empregados na coordenação modular da construção*. Rio de Janeiro, 1982. 3p.
- _____. NBR 13531: *Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas*. Rio de Janeiro, 1995. 10p.

Fontes das Figuras

Figura 01

FRAMPTON, Kenneth. *Studies in tectonic culture: the poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture*. London: MIT, 1995. p.122.

Figura 02

CHOISY, Auguste. *Histoire de l'architecture*. Paris: Inter-livres, 1991. p.288 (Edição fac-símile).

Figura 03

FRAMPTON, Kenneth. *Studies in tectonic culture: the poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture*. London: MIT, 1995. p.45.

Figura 04

SUMMERSON, John. *The classical language of architecture*. Cambridge: MIT Press, 1963. plate 2.

Figura 05

TZONIS, Alexander et LEFAIVRE, Liane. *Classical architecture: the poetics of order*. Cambridge/London: MIT Press, 1992. p.133.

Figura 06

BOESIGER, W. (editor). *Le Corbusier: Oeuvre Complète 1946-1952*. 11ed. Berlin: Birkhäuser, 1995. p.179.

Figura 07

RICHARD ROGERS 1978-1988. *A+U Extra Edition*. Tokio: a + u, dez.1988. p.167.