

# A pré-fabricação: objetivos e perspectivas

Eng.º Theodoro Rosso

Com mais propriedade deveria falar em *industrialização da construção*, já que a *pré-fabricação*, como veremos, nada mais é que uma fase ou uma etapa na aplicação de uma metodologia industrial à construção.

O impacto com que o homem e o seu meio foram atingidos pela *revolução industrial* foi tão formidável, e suas consequências sócio-econômicas foram tão tremendas, que o mundo atravessa hoje uma crise orgânica tão profunda que não parece exagerado afirmar que talvez somente uma nova civilização poderá garantir nossa sobrevivência. Desde o início dessa revolução se produziu uma transformação de ambiente que dificilmente poderia ser prevista. Escala e intensidade dessa transformação aumentaram num ritmo sem precedentes, mas desordenadamente, e causas e efeitos foram se confundindo e ainda se confundem dando lugar a anomalias incompreensíveis. O desenvolvimento conseqüente atingiu os povos com escalas diferentes de intensidade, no tempo e no espaço. Assim, hoje, dividimos países em: desenvolvidos e subdesenvolvidos, confundindo os aspectos sociais e os econômicos. Na realidade todos os países, embora em grau diferente, são socialmente subdesenvolvidos.

## ENGENHARIA CIVIL, CONSTRUÇÃO E REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A engenharia contribuiu e indiretamente sofreu as conseqüências dessa revolução, mas nem todos os seus setores progrediram com um mesmo grau de intensidade.

De fato, o objetivo de estudo e o campo de ação da Engenharia Civil visam fornecer ao *desenvolvimento econômico* de um país os instrumentos que se convencionam chamar de *infra-estrutura*, isto é: estradas, ferrovias, portos, canais, usinas hidrelétricas etc. Além disso a Engenharia Civil, em colaboração com a Arquitetura e o Urbanismo, procura satisfazer uma das *necessidades primordiais do homem*: a *habitação*. Para alcançar seus objetivos a Engenharia Civil obedece a princípios, define sistemas, adota métodos e processos operativos. Devemos portanto reconhecer que há algo de errado nesses métodos e processos, e ainda hoje os homens, na sua grande maioria, não estão em condições de viver numa habitação decente. A culpa não é evidentemente somente dos engenheiros, por uma falta de visão histórica ou de sensibilidade social. As causas são inúmeras e as principais devem ser procuradas na explosão demográfica, nos fenômenos urbanos, na ausência de recursos. Devemos contudo reconhecer que a Engenharia não soube atualizar-se de forma a adequar seus métodos às exigências de uma maior produtividade, de uma melhor coordenação, de um planejamento mais eficiente. A trágica situação da habitação

no mundo é motivo para meditar. Calcula-se que, para assegurar uma habitação razoável para todos no ano 2000, será necessário construir um bilhão de habitações no século atual. O Prof. Van Ettinger, diretor do Bowcentrum de Rotterdam, calculou o montante dos recursos necessários, inclusive os destinados à construção dos edifícios que o desenvolvimento ordenado de nossa sociedade exige, tais como escolas, hospitais, mercados, edifícios para administração pública e as inversões para execução da infra-estrutura. Para conseguir esses recursos as rendas nacionais mundiais, no seu global, deveriam aumentar em média de 3% ao ano. Essa taxa de crescimento pode ser considerada em geral bastante elevada para países que se encontram na etapa inicial de seu desenvolvimento. (A taxa de crescimento da economia brasileira foi no ano passado de cerca de 2%). Diante de algarismos tão significativos parece não haver dúvida que nós, engenheiros, temos por obrigação dar uma contribuição, eficaz e consciente, e uma objetiva solução do problema.

## PRODUTIVIDADE

Devemos portanto proceder a uma revisão crítica de nossos métodos. Estes, nos seus termos atuais, estão afetados por contrastes e incongruências que os invalidam em seus fundamentos. O objetivo é um aumento de *produtividade*. Esse aumento deve ser conseguido por métodos racionais que se adaptem a uma evolução lógica e ordenada de nossa economia, levando em conta nossas condições e nossos costumes e satisfazendo nossas aspirações mais imperativas: a produtividade se apresenta, portanto, como um conjunto de ações de ordem psicológica, de modificações estruturais, de desenvolvimento da organização e o progresso técnico, que permitam aumentar a relação entre o volume de produção e o número de horas de trabalho que ela exige, aproveitando ao máximo os recursos e os materiais disponíveis, assegurando outrossim, correlativamente, um melhoramento das condições físicas e morais dos trabalhadores. Esse objetivo será conseguido obedecendo a uma série de condições e normas pelas quais possa garantir-se:

- 1) continuidade de mercado,
- 2) continuidade das equipes,
- 3) continuidade das técnicas,
- 4) continuidade da execução,

e como corolário: repetição das operações.

A continuidade de mercado é conseguida pela análise da demanda e pela programação das inversões; a continuidade das equipes é obtida pela coordenação e articulação do trabalho dos arquitetos, dos engenheiros e das empresas. A arte de construir é um ato coletivo e é necessário

chegar-se a uma maior unidade de ação. A continuidade das técnicas consegue-se pela unificação, pela padronização e pela coordenação dimensional. A continuidade da execução é alcançada pela racionalização dos canteiros e da mão-de-obra mediante um planejamento das intervenções e uma adequada coordenação das mesmas. A unidade total será lógica conseqüência da integração de todas as operações: o financiamento, o estudo do programa, a concepção, a condução e o controle da execução. As melhores condições para efetivar um programa dessa natureza devem ser procuradas, portanto, na divisão das fases operativas, retirando dos canteiros todas as operações de fabricação, de forma a reduzi-las em número e deixando nos canteiros somente as operações de montagem. Operações de fabricação são então repetitivas pela aplicação das séries de produção. As operações de canteiro são repetitivas pela aplicação das seqüências de montagem. Nas duas fases é possível a aplicação de princípios de racionalização, da divisão das funções, da especialização do trabalho, assegurando melhores condições e salários.

## PRÉ-FABRICAÇÃO

Como primeiro resultado de uma aplicação parcial ou integral, sistemática ou não desses princípios, nasceu a *pré-fabricação*. A solução concreta dos problemas de metodologia industrial aplicada à construção serve-se de fases operativas correlatas: a *pré-fabricação* é uma delas. Portanto a *pré-fabricação* não é fim para si mesma, nem de outro lado pode ser definida uma metodologia, mas somente um processo através do qual parcialmente uma metodologia se concretiza. Ela portanto deve ser precedida e seguida por outros momentos ou fases operativas com seqüências determinadas.

Não tratarei de suas características executivas (problemas de ordens estritamente técnica e organizativa que devem ser resolvidos caso por caso ou seja montagem, juntas, etc) a não ser nos aspectos que determinam a classificação de seus vários processos. Julgo mais importante nesta palestra examinar os demais componentes, que embora pertençam a campos diferentes, afetam diretamente a construção e sua problematidade metodológica. Estou me referindo aos problemas de produtividade e de consumo, exigências de qualidade e de função do produto, condições e características de mercado.

Tratemos, entretanto, de definir melhor o sentido do termo *pré-fabricação* e de classificar seus sistemas e processos mais importantes.

## DEFINIÇÕES

Muito provavelmente não existe ainda uma definição que possa ser aceita por to-

dos os que estudam ou aplicam esta nova disciplina, entendida como uma subdivisão ou especialização da Engenharia Civil. A definição mais recente é a que foi aprovada pelo 1.º Congresso Internacional realizado em Milão, em junho de 1962: "A pré-fabricação é o método industrial pelo qual são fabricados em usinas, elementos construtivos em condições de serem utilizados nas obras mediante operações de prevalente montagem". Outra definição que transcrevo do Dicionário da Técnica e da Organização da Produção, de Zanichelli, diz o seguinte: "A pré-fabricação é um princípio de organização de uma construção em função do qual um certo número de elementos são executados em local diferente daquele em que serão utilizados".

O "Comercial Standard CS 125/47" do "Prefabricated House Manufacturer's Institute and U.S. Department of Commerce" refere-se especificamente às casas pré-fabricadas e diz: "Casa pré-fabricada é aquela que tem paredes, lajes, e cobertura compostas por painéis ou elementos de dimensões várias, executados numa fábrica antes de serem colocados em obra sobre as fundações do edifício. Isso a distingue da casa executada por métodos convencionais que, pelo contrário, é construída "in loco" peça por peça".

É evidente que essas definições podem dar margem a dúvidas. De fato, os processos de fabricação são vários e nem sempre perfeitamente classificáveis. São pré-fabricadas, por exemplo, as casas monolíticas em concreto armado com concretagem "in loco", mediante uma única operação. Nesse caso não há elementos, montagem e oficinas. Por outro lado as definições já vistas poderiam de certa forma também adaptar-se às casas de tipo convencional, visto que essas utilizam elementos (tijolos, telhas, esquadrias, aparelhos, etc) fabricados em local diferente daquele em que são utilizados. Destarte o termo pré-fabricação, na verdade bastante genérico, inclui todo sistema que pretenda transformar o tradicional canteiro de obra, no âmbito do qual se desenvolvem todas as operações sucessivas da construção, desde o recebimento e estocagem dos materiais até sua utilização em obra, num canteiro de única e exclusiva montagem de elementos produzidos numa usina. A pré-fabricação se apresenta então como caminho válido, ou pelo menos como uma etapa fundamental num processo de industrialização da construção, para resolver o problema fundamental dessa atividade econômica: redução da incidência da mão-de-obra, redução dos tempos de execução, aprimoramento da qualidade tendo como resultado final o barateamento geral dos custos.

### 34 SISTEMAS E PROCESSOS DE PRÉ-FABRICAÇÃO

#### Sistemas

*Total* — pré-projetada integralmente:

- 1) por unidades construtivas completas em série limitada ou ciclo fechado;

- 2) por setores padronizados em série limitada ou ciclo fechado.

*Elementar Integrada* — pré-projetada integralmente — por unidades elementares padronizadas moduladas, combinadas em série ou ciclo aberto.

*Parcial* — não pré-projetada integralmente:

- 1) tradicional evoluída;
- 2) estrutural.

*Leve*

*Pesada*

*Processo de Montagem*

- 1) Horizontal;
- 2) Vertical.

*De Produção*

- Centralizada;
- Descentralizada;
- Usinas fixas;
- Usinas móveis.

Vejamos agora mais detalhadamente as classificações acima:

#### SISTEMAS DE PRÉ-FABRICAÇÃO

*Total — Pré-Projetada Integralmente:* trata-se de unidades residenciais ou construtivas completamente pré-fabricadas, com referência a um projeto preestabelecido em todos os seus aspectos, produzidas em usinas e montadas "in loco" por intermédio de equipamentos idôneos. Definimos em série fechada pois apresentam poucas possibilidades de variantes nas plantas e em acabamentos. Uma usina produz todos os elementos de um edifício que, portanto, não necessita em seu projeto de uma modulação ou padronização. Em geral os elementos são grandes e aproveitam integralmente a capacidade nos equipamentos de levantamento (torres Wolf). Quanto à estrutura são adotados dois tipos fundamentais: o de estrutura aporticada comum (lajes, vigas, pilares) e o de paredes portantes. O primeiro reflete o critério básico de manter flexibilidade de planta; o segundo, mais difundido, o critério de máximo aproveitamento da capacidade de levantamento dos guindastes e conseqüente redução do número de elementos de montagem. Este alia-se à uniformidade geral uma rigidez quase que absoluta de planta. Estes sistemas podem ser aplicados tanto na produção de residências unifamiliares como nas multifamiliares (apartamentos), sendo que esta última aplicação está mais generalizada na França, Países Escandinavos e da Europa Oriental. O tipo de estrutura aporticada, utiliza tanto a metálica como a de concreto armado, o de paredes portantes utiliza a de concreto armado. Podem ser executados em usinas fixas e móveis. Usinas fixas para produção de unidades residenciais deste tipo polifamiliares exigem, para que resultem economicamente con-

venientes, condições de mercado definidas: isto é: cerca de 5.000 unidades escalonadas em 5 anos, com série de cerca de 800 de mesmo modelo, com raio de aplicação de 50 quilômetros (em condições peculiares até 100 km), com unidades de montagem (canteiros) com mínimo de 80 unidades construtivas em cada ponto. Para uma usina móvel, as características de produção são sensivelmente iguais às anteriores, mas as condições de trabalho mais precárias e a unidade de montagem, que neste caso confunde-se com a unidade de produção, deve ter uma produção assegurada no mínimo de 150 a 180 unidades locais, para um mínimo de rentabilidade. Uma usina fixa, com características acima assinaladas, exige uma inversão de ordem de 1,5 a 2 milhões de dólares. É evidente que para tanto deverá se beneficiar de condições de mercado e de financiamento favoráveis. Disso falaremos mais adiante na análise de opções, contudo não podemos deixar de notar que essas usinas justificam-se em países de densidade demográfica elevada como por ex., a Bélgica, com 267 hab./km<sup>2</sup> ou a Holanda, com 245, onde a distância entre grandes núcleos urbanos é da ordem justamente de 50 a 100 km. Num país como o nosso com densidade média de pouco mais de 9 hab./km<sup>2</sup>, a instalação de usinas com essas características poderá convir somente em casos muito especiais. Em certos casos, em lugar de pré-fabricar unidades residenciais completas, tem-se preferido produzir setores construtivos elementares. É o caso das unidades componíveis do Arq.º americano George Nelson, idealmente unidades paralelepípedas de metal e plástico, que podem ser juntadas em número variável de acórdio com as necessidades, para formar uma unidade residencial. No campo das unidades multifamiliares citaremos as produzidas noskombinats de Moscou (Novie Kusminski) e de Kiev, onde a usina produz blocos tridimensionais formados de paredes portantes e lajes, fundidos numa única peça e que constituem uma célula habitacional. A montagem é realizada por intermédio de enormes pontes rolantes móveis e desmontáveis. As séries, neste caso, são também fechadas e as variantes restritas. A modulação e a padronização nem sempre são dispensáveis.

#### PRÉ-FABRICAÇÃO ELEMENTAR INTEGRADA

As usinas em lugar de produzir unidades residenciais, fabricam séries de elementos padronizados no tipo e nas dimensões, em função de um módulo básico universal, o mesmo que é adotado nos projetos. As séries são abertas e uma usina pode mais facilmente adaptá-las a novas exigências, a produção não é necessariamente centralizada e os elementos, com características idênticas, podem ser produzidos por fábricas diferentes, possibilitando variedade e elasticidade da oferta, já que a modulação e a padronização permitem a intercambiabilidade dos elementos e a combinação das peças: a flexibilidade das plantas e a leveza dos elementos são

favorecidos. A combinabilidade dos elementos permite eventualmente adotar duas etapas na seqüência das operações de montagem: uma, ao pé da obra, onde a montagem de unidades pode dar lugar a setores elementares de maior peso, objetivando um aproveitamento racional da capacidade do equipamento de levantamento. Os elementos podem ser estruturais, de vedação, de revestimento e, nos casos de instalações, constituem conjuntos de equipamento, ou seja, blocos hidráulicos, blocos sanitários, blocos cozinhas etc. Cada firma poderá especializar-se em elementos diferentes e firmas já existentes poderão, através de uma evolução racional, atualizar sua produção. A aplicação total de unidades elementares padronizadas modularizadas dará lugar à pré-fabricação integrada de unidades construtivas. Chegamos à pré-fabricação total por um caminho um pouco mais longo, mas sem dúvida mais racional e definitivo, pois neste caso temos realmente uma aplicação integral do método industrial.

#### PRÉ-FABRICAÇÃO PARCIAL

1) *Tradicional evoluída*: trata-se de utilização em edifícios construídos de acordo com sistemas tradicionais, em função de projetos não modulados, de elementos isolados pré-fabricados, padronizados ou não, no intuito de já, em parte, aproveitar as vantagens da pré-fabricação sem fugir aos padrões convencionais. Não há propriamente aplicação de método industrial.

2) *Estrutural*: este tipo de pré-fabricação restringe-se às estruturas ou a seus elementos. Aplica-se em edifícios residenciais e especiais, mas sobretudo nos industriais. Foi também amplamente utilizada para a construção de pontes e obras de arte em geral. O desenvolvimento e aplicação sempre mais generalizada do concreto protendido, em vista de suas características peculiares, favorece especialmente este tipo de pré-fabricação.

#### PRÉ-FABRICAÇÃO LEVE E PESADA

Quanto ao peso, os sistemas de pré-fabricação são classificados em *leves* e *pesados*. Esta subdivisão não é muito racional e pode dar lugar a interpretações errôneas. São pesados os sistemas que utilizam elementos de peso unitário superior a 300 kg e leves os demais. Essa classificação traduz em geral a preocupação de diminuir o peso dos elementos. O problema da leveza é um problema de economia geral em qualquer tipo de indústria. Com o desenvolvimento do conhecimento científico dos materiais, uma das primeiras pesquisas realizadas foi a da economia quantitativa através do estudo da capacidade de resistência às tensões, objetivando utilizar seções mínimas. Atualmente os estudos que estão sendo realizados, no intuito de reduzir o peso das construções, tanto nas estruturas como nas partes específicas dos edifícios, abrangem dois campos distintos:

a) aplicação de sistemas de construção constituídos de elementos pré-fabricados de pouco peso.

b) aplicação de materiais leves, cujo uso, dependendo das circunstâncias, se ajusta mais ou menos aos métodos de construção convencionais, por exemplo: concretos leves ou celulares, elementos metálicos, elementos plásticos etc.

É certamente um paradoxo que o ser humano de 70 kg de peso, possa ser protegido com poucos quilos de roupa contra os rigores do inverno, possa locomover-se em automóveis com peso de 200 a 300 kg por pessoa ou em aviões supersônicos extraleves, e não obstante viva numa habitação com peso de 15 a 20 toneladas por pessoa. Somente será possível construir mais leve e mais barato com novos materiais: de fato diminuir o peso traz em geral condições negativas de transmissão de som e calor. Portanto a construção leve é um problema técnico difícil. Temos porém a considerar que a era dos plásticos poderá abrir perspectivas inteiramente novas nesse sentido, e não há motivo para que não nos preparemos para tirar delas o máximo proveito. Podemos facilmente profetizar que os plásticos terão na construção o mesmo impacto revolucionário que o concreto armado teve na primeira metade deste século.

#### PROCESSOS

*De Montagem*: podem ser horizontais ou verticais. De acordo com a planta e a altura do edifício e do equipamento disponível, a montagem pode desenvolver-se em sentido horizontal (por andar, como na construção tradicional) ou em sentido vertical, dividindo o edifício em setores.

*De Produção*: os processos de produção podem ser de dois tipos fundamentais: centralizados ou descentralizados. São centralizados quando numa única usina são produzidas unidades construtivas completas para pré-fabricação total, ou todas as unidades elementares padronizadas para uma pré-fabricação integral. São descentralizadas quando as unidades são produzidas em fábricas diferentes. É evidente que no caso de unidades residenciais ou construtivas completas, é mais conveniente uma produção centralizada e a esse respeito já lhes forneci alguns dados. Nos outros sistemas de pré-fabricação, a produção descentralizada apresenta vantagens indiscutíveis.

Quanto aos processos de produção, cabe ainda salientar que os mesmos podem se desenvolver em usinas fixas ou móveis. As usinas ou as fábricas fixas têm em geral custos de operação mais baratos, porque podem aproveitar-se de condições mais favoráveis sob o aspecto industrial. As usinas móveis levam vantagem toda vez que os raios de aplicação tornam os fretes antieconômicos. Contudo, estas usinas têm equipamentos mais rudimentares, menos aperfeiçoados, menos mecanizados e, embora mais baratos, também de vida útil menor. No campo de aplicação da pré-fabricação total, a escolha do tipo de usina mais conveniente será determinada por uma análise cuidadosa de todos os fatores que incidem no custo de operação e no custo final do produto.

Termina aqui a enumeração e descrição dos sistemas e processos de pré-fabricação. Vimos portanto, os objetivos a que se propõe a pré-fabricação e a forma pela qual até agora procurou-se atingir esses objetivos. Mas, como já frisei anteriormente, a pré-fabricação não é fim a si mesma, mas somente um processo através do qual parcialmente se concretiza a aplicação do método industrial. Evidentemente se pretendermos agora analisar as perspectivas de aplicação da pré-fabricação em nossos meios, o nosso estudo deverá abranger todas as fases operativas em que o método industrial se realiza.

#### CONTINUIDADE DE MERCADO

Essa primeira fase de estudo, a mais importante para qualquer tipo de indústria, deverá evidenciar: características e distribuição da demanda e continuidade na aplicação de recursos. A soma dos dados determinará o grau de continuidade de mercado. A continuidade será conseguida adaptando a produção às características de mercado, mediante uma escolha adequada do produto, uma localização apropriada das usinas ou fábricas, uma escolha racional dos processos e sistemas e do tamanho das usinas, objetivando satisfazer às exigências dos consumidores, corresponder às condições geográficas da demanda, aproveitar os recursos públicos ou privados disponíveis no tempo e no espaço, sem dar lugar a solução de continuidade. A importância das pesquisas de mercado que este estudo exige pode ser melhor aquilutada com o exemplo da "Lustron Corporation", indústria americana de fabricação de casas pré-fabricadas unifamiliares pelo sistema total. Com um investimento inicial de 35 milhões de dólares, um programa de produção de 40 mil unidades por ano, isto é, uma casa em cada 7 minutos de trabalho efetivo, e uma fábrica com cerca de 100 mil m<sup>2</sup> de área construída, essa indústria foi obrigada a suspender suas atividades depois de pouco tempo do início, por dificuldades financeiras conseqüentes de uma errônea avaliação das condições e da estrutura do mercado.

#### ANÁLISE DA DEMANDA

Já que o objetivo principal da construção civil é o suprimento das necessidades habitacionais do país, será interessante fazer um rápido apanhado da situação nacional nesse setor. Dados objetivos disponíveis não há muitos, embora possam ser assinaladas iniciativas isoladas dignas de louvor no campo das pesquisas e levantamento, e tentativas de equacionamento de notável interesse, como por exemplo, o estudo elaborado em 1958 pela SAGMACS e pela Comissão de Pesquisa Urbana da Prefeitura de S. Paulo sobre "Estrutura Urbana da Aglomeração Paulista" e o trabalho de autoria do Arq.<sup>o</sup> Simão Goldman, intitulado "Diretrizes para uma Política Nacional de Habitação". Desses estudos e de outras fontes foram tirados os dados que mencionarei a seguir. Nosso país possui atualmente mais de 75 milhões

de habitantes e em 1970 terá cerca de 95 milhões, conforme estimativas do Serviço Nacional de Recenseamento. É interessante notar que de 1870 a 1950 a população nacional aumentou em 5 vezes e que a população duplica cada 25 anos. Assim mesmo, pelas suas dimensões continentais, o Brasil apresenta uma das mais fracas densidades demográficas do mundo com cerca de 9 hab./km<sup>2</sup>. Além disso a distribuição dessa densidade é muito irregular, já que varia de 2.800 hab./km<sup>2</sup> na Guanabara, para 1 hab./km<sup>2</sup> nas regiões norte e centro-oeste (63% da área nacional). Quanto à qualidade das moradias, o censo de 1940 revelou que 65% das mesmas eram de madeira ou materiais inferiores e 82% destas se encontravam na área rural.

O censo de 1950 deu lugar a estimativas pelas quais o número de moradias era, na época, de mais ou menos 10 milhões, com 6,3 milhões na área rural e 3,7 milhões na urbana. Deste total, 50% eram consideradas absolutamente inadequadas. Atualmente com mais de 75 milhões de habitantes, o Brasil possui cerca de 15 milhões de domicílios: 8,3 na zona rural e 6,7 na urbana. O valor prático desses algarismos porém é muito limitado, pois o censo em questão incluiu na definição de domicílio também embarcações, veículos, barracos, pontes, galerias etc. Com esses critérios a média seria de 5,05 pessoas por domicílio. Uma estimativa do Arq.<sup>o</sup> Goldman indica como de 7,5 milhões de habitações o nosso *deficit* real atual. Considerando que a taxa de incremento anual da população brasileira é de 3,1% (uma das mais altas do mundo), teremos em 1970 cerca de 95 milhões de habitantes. No mesmo período poderão ser construídas, de acordo com os índices atuais da construção, cerca de 19 milhões de moradias. Portanto em oito anos para cobrir o *deficit* teríamos que construir 11,5 milhões de novas habitações, ou seja, 1,5 milhão por ano. Apenas em relação ao crescimento populacional necessitamos de 400 a 500 mil novas unidades. Se considerarmos que a Alemanha Ocidental constrói atualmente 500 mil habitações por ano, se tivéssemos as mesmas disponibilidades de recursos, levaríamos 24 anos para solucionar o problema. Entretanto em 24 anos a nossa população será de 150 milhões. Esses dados podem servir para uma avaliação superficial da demanda. Eles porém são por demais incertos para servir de base a qualquer planejamento. Trataremos então de melhor definir os objetivos da pesquisa.

Em primeiro lugar, o que é uma habitação decente?

De acordo com os padrões dos países socialmente mais desenvolvidos, seria aquela que garante:

- a) saúde, segurança e conforto;
- b) independência;
- c) serviços funcionalmente adequados;
- d) contato com a vida social comunitária.

Para um país com dimensões continentais e características físicas, ecológicas, antropológicas tão diversificadas como é o caso do Brasil, é difícil estabelecer um padrão universal aceitável para todas as regiões do país. Os critérios para a definição desse padrão deverão ser de extrema simplicidade para que os agentes dos censos possam proceder às suas avaliações de uma forma a mais objetiva possível. Frente à escassez de habitações e à necessidade de renovação das que se tornam inabitáveis pela ação do tempo, temos que estabelecer um critério padrão para definir em algarismos a soma dessa escassez e dessa necessidade. Temos que cotejar numericamente a relação habitação/habitante. Essa relação apresenta dois aspectos de uma mesma realidade: o atual efetivo e o ideal desejável.

O primeiro representa a disponibilidade de tantas habitações para tantos habitantes. Contudo, para estabelecer uma relação objetiva, devemos afastar os motivos de imprecisão e equívoco que reinam em relação aos termos habitação e habitantes.

#### DEFINIÇÃO DE UNIDADE DE MEDIDA PARA HABITAÇÃO

Dizer-se tantas famílias para tantas casas não tem significado prático, pois uma família compõe-se de várias pessoas e uma casa de vários cômodos. Como é difícil determinar-se o número médio de cômodos para cada unidade habitacional, talvez seja mais conveniente adotar-se uma definição que faça referência à superfície total ou à habitável. A SAGMACS, no estudo já mencionado, adotou a unidade de superfície definida como quota de espaço por habitante de superfície de construção residencial, com valor médio de 20 m<sup>2</sup>/hab. A propensão para uma unidade de superfície é também favorecida pelo fato que os cálculos de custo e necessidade de materiais são mais imediatos.

#### DEFINIÇÃO DE UNIDADE DE MEDIDA DE HABITANTE

Aqui cabe fazer algumas observações. A utilização pura e simples de relação indivíduo/habitação ou família/habitação pode levar a distorções. De fato, aceitar uma informação que assinala que em 1954 existia uma média de 4,7 pessoas por habitação na Europa, enquanto na França no mesmo ano a média era de 2,9, como uma demonstração de que a França apresentava condições melhores, seria um erro já que não estão assinalados os desvios da média.

Assim, enquanto na França adotou-se a unidade de 8m<sup>2</sup> de peça principal por indivíduo habitante, a União Soviética considera como ótima teórica a unidade de 13m<sup>2</sup> por indivíduo e adotou, por várias razões econômicas a unidade 8m<sup>2</sup>/indivíduo. O polimorfismo do problema habitacional, para cuja solução a pré-fabricação constitui um instrumento, no âmbito da aplicação de uma metodologia industrial, exige uma definição simples, mas rigorosa, das unidades habitante e habitação, cuja

relação expressa em cifras a deficiência de habitações. Esta relação servirá para a elaboração de mapas para definir a densidade e a distribuição geográfica dessa deficiência.

Uma vez determinada a relação habitante/habitação já temos em nosso poder um elemento importante; a determinação, porém, da necessidade de habitações é mais difícil. Para essa finalidade devemos dividir o campo de pesquisa em dois setores: um estático e outro dinâmico. Antes, porém, de definir esses campos de pesquisa, deve ser estabelecido outro padrão muito importante: a idade média de uma habitação. Este problema deve ser analisado e resolvido de antemão, pois a idade média de duração e o prazo para depreciação de uma habitação, afetam diretamente o equacionamento geral da produção e do financiamento. Nesse sentido talvez seja conveniente rever os critérios de durabilidade da habitação em seu aspecto construtivo. A habitação é tradicionalmente um bem duradouro: é pago por uma geração e é usufruído por três ou quatro, além do governo que em cada transmissão se apropria de uma boa parcela de seu valor. Não me parece sem sentido adotar um novo critério pelo qual a habitação seja paga e usufruída por uma só geração, ou então seja adquirida por uma geração mas paga por todas as que dela se beneficiarem.

De qualquer forma a idade média deve ser definida. Hoje, na França, aceita-se um valor médio de 45 anos. Na Suécia, país em que a pré-fabricação está na prática bastante adiantada, esse valor é mais reduzido e praticamente de 22 anos. A idade média real atual das casas na França é porém de 114 anos. Se os franceses resolvessem reduzi-la de fato a 45 anos renovando seu patrimônio imobiliário, deveriam construir 5,7 milhões de novas habitações. Uma vez determinada a idade média será possível avaliar o número de habitações velhas a serem substituídas.

A necessidade estática de habitações será então estabelecida pela soma de:

1) habitações inadequadas ou velhas a serem substituídas;

2) habitações destinadas a novas unidades familiares, conseqüentes à separação por transferência de indivíduos jovens para outra localidade ou por casamento.

Mesmo que a população não se altere numericamente, existe uma evolução constante no sentido de divisão das células sociais e que implica numa maior necessidade de habitações. É sintomático o fato que a Alemanha Ocidental estipula para a necessidade de habitações uma quantidade igual a uma vez e meia o número de casais.

3) habitações destinadas a substituírem as que foram destruídas por causas excepcionais: guerras, inundações, abalos sísmicos, etc.

A necessidade dinâmica de habitações é determinada pelo incremento demográfico:

são três os fatores que afetam diretamente esse incremento — a taxa de nascimento, a taxa de mortalidade, e a taxa de migração. A previsão das futuras necessidades deverá ser realizada estudando os movimentos do conjunto da população, considerados no tempo e no espaço. A demografia nos proporcionará os meios para a previsão da população dentro de um prazo definido e sua composição mais provável por sexo e idade.

A pesquisa deverá, porém, alargar-se para as variações do espaço, já que a habitação sendo imóvel, não poderá acompanhar os movimentos migratórios, as transferências de população de um território para outro. Essa previsão será tanto mais difícil quanto maior o território e subdesenvolvida sua economia.

#### ANÁLISE DOS RECURSOS

Como já vimos no decorrer desta exposição, o estudo do mercado deverá também abranger a disponibilidade de recursos. A continuidade na aplicação de investimentos, sejam eles de origem privada ou pública, é indispensável para manter um ritmo de produção ótimo. É bastante comum hoje dizer-se que somente com uma solução radical de caráter exclusivamente estatal, pode ser resolvido o problema habitacional. Essa afirmação pode ser confutada, embora deva-se reconhecer que a continuidade na aplicação de recursos não possa ser idealmente conseguida num regime liberal puro, onde prevalece o jogo da lei da oferta e da procura.

É evidente que se devendo optar entre vários sistemas de pré-fabricação, a escolha deve recair sobre o que mais se adapte aos recursos disponíveis.

Os recursos podem ser providos pela iniciativa privada e pelo Estado.

No primeiro caso a iniciativa privada pode ser individual ou coletiva associativa. A iniciativa privada individual não se condiciona a outro fator que não seja estritamente econômico. Não há influência de fatores sociais. O lucro, a retribuição de capital, determinam a preferência e a escolha nos setores de investimentos. A demanda de habitações condiciona diretamente a oferta e vice-versa. O Estado não intervém no jogo, pois considera-se que o equilíbrio natural poderia ser afetado. Isso até certo ponto é exato, pois qualquer limitação que pretenda controlar ou limitar os lucros num setor da economia deixando livres outros, verá deslocar-se imediatamente a preferência dos investidores.

A iniciativa privada associativa, sob as formas de co-propriedade ou de cooperação, reunindo recursos, pode conseguir melhores resultados. A primeira é facilmente desvirtuada pela intervenção de fatores especulativos. A segunda, que teve grande desenvolvimento especialmente nos Países Escandinavos, está de qualquer maneira subordinada a uma forma de poupança individual e não tem grandes pos-

sibilidade de êxito em países com desenvolvimento desequilibrado, onde a inflação deteriora qualquer tipo de poupança tradicional.

Quando os recursos são de origem pública exclusiva, característica esta dos países com economia centralizada coletivista, todos os problemas de construção, manutenção e demolição são de competência da administração do patrimônio estatal. Neste caso um inteligente planejamento permite utilizar os recursos disponíveis da melhor maneira, contruir com o mais alto índice de produtividade, repartir a área construída de acordo com as necessidades da população e não de acordo com suas possibilidades. Isto em teoria. Na prática os inconvenientes são muitos. Sem entrar em considerações de outra ordem que dizem respeito às limitações e sacrifícios, que por outro lado são exigidos dos indivíduos, é notório que nos países socialistas, no planejamento do desenvolvimento de suas economias, por uma questão de prioridade na aplicação de recursos, as indústrias básicas e os bens de produção têm tratamento preferencial e os problemas habitacionais relegados para o último lugar. Na Rússia somente em 1960, após 40 anos de regime socialista, a produção de habitações mereceu a atenção de um Plano Quinquenal Soviético, o sétimo.

Lembrando que em 1917, imediatamente após a tomada do poder pelos vermelhos, Lênine apresentou um projeto de lei intitulado "Requisição dos Apartamentos dos Ricos para Aliviar as Necessidades dos Pobres" e sem querer traçar paralelos com alguns aspectos recentes da história nacional, pois declarei desde o início que a minha palestra não tinha intuídos polémicos, julgo oportuno enfocar melhor os resultados de uma política no campo habitacional iniciada com o decreto mencionado, transcrevendo um trecho de um comentário ao plano em questão, publicado pela revista comunista "Recherces Internationales à la lumière du marxisme" em seu número 20/21. Diz o autor: "os aluguéis deverão permanecer baratos a fim de que os cidadãos possam, independentemente de suas rendas, estar convenientemente alojados. Resolver a questão da habitação constitui, de qualquer maneira, uma primeira etapa no melhoramento das condições de alojamento dos edificadores da sociedade comunista." Certamente uma interessante constatação depois de 40 anos de regime socialista...

Além de uma questão de critério de prioridade, existe outro fator negativo no caso desses regimes a ser devidamente considerado. Como em todas as atividades normais desenvolvidas pelo homem do Estado Socialista, a falta de estímulo do lucro torna todos os mecanismos de formação, estudo, decisão e execução de uma lentidão incrível. Além disso os mecanismos administrativos, em economias centralizadas, para funcionar com eficácia, exigem dos funcionários uma grande honestidade.

Apesar das características negativas que o planejamento pode ter, como forma de governo rígido e absoluto, o mesmo pode razoavelmente aplicar-se em regimes de economia descentralizada, em compatibilidade com a liberdade de iniciativa individual.

Destarte, com um planejamento adequado, o Estado poderá intervir na solução do problema habitacional, de forma a garantir que os recursos canalizados para este setor não venham a incidir negativamente em outros setores econômicos, também vitais para o desenvolvimento nacional. Essa intervenção poderá realizar-se:

1) com a construção direta de habitações com venda financiada ou subvencionada através de institutos próprios;

2) com a promoção, apoio financeiro e orientação técnica a cooperativas de ajuda mútua dirigida, ou a certas áreas de iniciativa privada;

3) com a obtenção de recursos no mercado interno através de impostos ou empréstimos especiais, ou em mercados externos através de ajudas ou subvenções de instituições internacionais de crédito e de auxílio.

O planejamento e a canalização de recursos por parte do Estado são indispensáveis, em se tratando de um país subdesenvolvido. Para concluir, desejo lembrar que o conhecido economista americano Prof. Rostow definiu, na seqüência da evolução sócio-econômica das sociedades modernas, as seguintes etapas de desenvolvimento:

- 1) a das *precondições*;
- 2) a do *arranco*;
- 3) a da *marcha para a maturidade*;
- 4) a da *era do consumo em massa*.

Aqui no Brasil vivemos uma época de transição entre a etapa das precondições e a do arranco, e os fenômenos políticos e econômicos que nessa transição se originam são causa da crise que atravessamos.

A constatação que o fator tecnológico está intimamente ligado ao financeiro leva então às seguintes conclusões:

1) o país em desenvolvimento adota um regime de economia centralizada coletivista. Nesse caso o problema habitacional será resolvido somente quando o desenvolvimento tiver alcançado a 3.<sup>a</sup> ou 4.<sup>a</sup> etapa da teoria de Rostow. Cabe então a decisão ao Estado, que traça e executa os planos de construção. Será o melhor campo de aplicação da pré-fabricação total.

2) o país em desenvolvimento adota um regime de economia descentralizada capitalista: o problema habitacional será resolvido completamente, também, quando o desenvolvimento tiver atingido a 3.<sup>a</sup> ou

4.<sup>a</sup> etapa de Rostow, em geral quando o setor da indústria da construção puder competir com outros campos de investimentos. Nesse caso a iniciativa privada escolhe suas decisões em função das leis de mercado. A aplicação da pré-fabricação restringe-se aos sistemas parciais ou tradicionais evoluídos, com casos de pré-fabricação total conseqüentes às pontas de demanda.

3) o país em desenvolvimento adota um regime de economia descentralizada com adequado planejamento de aplicação dos recursos disponíveis; o problema habitacional poderá ser gradualmente resolvido em harmonia com os demais problemas econômicos nacionais. Nesse caso o govêrno estabelece diretrizes, canaliza e distribui os recursos e a iniciativa privada executa os planos de construção. Será o melhor campo de aplicação da pré-fabricação elementar evoluindo para a integral, num processo progressivo de industrialização da construção.

Creio com isto de ter dado aos preza-dos colegas uma noção bastante clara de algumas características de mercado, que devem ser analisadas e avaliadas para garantir uma eficiente produtividade. Com êsses elementos já é possível chegar a um critério de escolha de sistemas de pré-fabricação.

#### CONTINUIDADE DAS EQUIPES

Há porém outros fatores aos quais se condiciona a produtividade: entre êles, a continuidade das equipes. A organização operativa, como pode ser verificado em qualquer lugar de trabalho, é intuitivamente um fato conclusivo de um longo e complexo processo, que em sua maior parte se desenvolve antes e fora dos atos efetivos de produção. No nosso caso, êsse processo deve ser considerado em face de sua integrabilidade num plano ou programa de ação, capaz de transferir com coerência e rigor a idéia arquitetônica da mente de seu criador ao local de sua atuação. A redação de um programa exige por parte de quem elabora, de um lado conhecimento completo dos meios efetivos em disponibilidade e de outro lado o poder efetivo de decisão, necessário para a realização desse plano. No campo particular e específico da construção, onde o conhecimento dos meios é freqüentemente insuficiente ou impreciso, enquanto as decisões fundamentais são fracionadas, episódicas ou de todo independentes e unilaterais, muitas vezes subordinadas ou governadas pela interpretação casual ou interessada de pessoas absolutamente leigas, nesse campo é indispensável voltar a recompor aquela unidade de ação e de pensamento que foi a grande prerrogativa natural dos mestres do passado. Já desde muito tempo vem-se discutindo se a ação dos engenheiros e dos arquitetos tenha que ser considerada coincidente ou diferenciada, e nesse caso se ela deve ser entendida como independente ou integrada. A êsse respeito julga-se que justamente no plano programático das intervenções, a preconizada unidade de pensamento e

de ação exclui qualquer possibilidade de atividades diferenciadas não integradas, enquanto o instrumento mais eficiente em condições hoje de reconstruir uma concentração de poderes por demais diluída, é unicamente o método industrial: êsse será portanto o termo de comparação com que medir a utilidade específica das funções do engenheiro e do arquiteto, e talvez o único critério válido, de acôrdo com o pensamento do Prof. Ciribini, para um ordenamento de estudos mais respondentes às reais exigências da matéria. Portanto, frente ao problema da produção, entendido no sentido indicado, o arquiteto e o engenheiro devem ser os únicos protagonistas de um fato essencialmente inventivo: o arquiteto como autor de invenções de natureza projetual, o engenheiro como autor de invenções de caráter organizativo e operativo. Estabelece-se dessa forma um sistema de relações que, integrando a ação de competências e responsabilidades diferentes origina uma unidade de decisões, especialmente na fase mais delicada do processo construtivo: o do planejamento do organismo arquitetônico. A cooperação do engenheiro e do arquiteto, obtida pela articulação e integração de suas intervenções, deveria ser objeto de melhores estudos pela introdução de uma nova disciplina em nossas escolas, que poderíamos chamar de coordenação. A coordenação é um dos elementos básicos do "engineering" ou engenharia integrada, que está sendo progressivamente aplicada a outros setores da indústria, e que na construção tem as mesmas exigências e condições de aplicabilidade.

A coordenação será realizada através das fases sucessivas do planejamento projetual e operativo, fases características e recíprocas, isto é:

- 1) investigação (análise);
- 2) projeto (síntese);
- 3) produção (formação);
- 4) distribuição (dispersão);
- 5) utilização (execução);
- 6) eliminação (conclusão).

Os instrumentos são o projeto integral, realizado através da coordenação modular e da padronização normativa do projeto, de um lado, e a padronização tipológica e dimensional do outro. Assim, como não podia deixar de ser, a continuidade das equipes se confunde com a continuidade das técnicas, que é o terceiro fator da produtividade a ser agora examinado.

#### CONTINUIDADE DAS TÉCNICAS

A continuidade das técnicas implica no equacionamento e solução de 4 problemas complementares de padronização: 1) padronização tipológica; 2) padronização dimensional; 3) padronização normativa de produto; 4) padronização normativa de projeto.

O próprio termo "padronizar" exprime com bastante clareza o conceito informativo de que hoje pode ser considerado um dos critérios mais importantes da racionalização da técnica de produção. Tecnicamente padronizar um objeto significa executar uma série de operações de unificação. Essas operações intimamente interdependentes são sucintamente as seguintes:

1) Exame dos modelos propostos para determinado objeto, ditos também protótipos, objetivando analisar suas características funcionais e construtivas, eliminando os tipos menos respondentes às funções que se destinam desempenhar, ou que exijam operações de trabalho mais complexas, ou de custo mais elevado. Há, portanto, necessidade de subordinar a escolha a um conceito objetivo de praticidade e aceitação, a outro subjetivo de facilidade e economia de produção. Ao conjunto de operações e problemas correlatos referentes à escolha dos tipos, chamamos de padronização tipológica.

2) Determinação das características essenciais do tipo escolhido, com o intuito de fixar as dimensões ou séries dimensionais e as tolerâncias aceitáveis, de forma a permitir que as peças, produzidas de acôrdo com as normas dimensionais determinadas, possam ser aplicadas sem dificuldades e sejam perfeitamente intercambiáveis. Ao conjunto de operações e problemas correlatos referentes à escolha de séries dimensionais, chamamos de padronização dimensional.

3) Estabelecimento de normas técnicas a que deverão obedecer os tipos escolhidos, no que diz respeito às suas características físicas ou químicas, de resistência ou de qualidade, assim como a fixação dos ensaios destinados aos controles dessas características. Ao conjunto de operações e problemas correlatos referentes à fixação dessas normas, chamamos de padronização de produto.

4) Estabelecimento de normas de projeto de acôrdo com as séries básicas de produção, fixação, portanto, de grelhas básicas de modulação, estudadas porém de forma a permitir que os erros de tolerância, na produção e na montagem, não venham a somar-se na fase da execução; a padronização dos desenhos tanto nos formatos e escalas, quanto nas representações gráficas e nos símbolos; a introdução de uma sistemática na seqüência dos desenhos de forma a subordiná-la à cronologia das operações que os mesmos representam, com o intuito de representar o mínimo e suficiente para que uma determinada fase de trabalho possa na obra ser individualizada e realizada sem alguma incerteza; a unificação dos códigos de obras em caráter nacional, em suas partes realmente relacionadas aos problemas de padronização, e com o intuito de subordiná-los à adoção de séries dimensionais e grelhas de modulação. Ao conjunto de operações e problemas correlatos referentes à elaboração de um projeto integral, chamamos de padronização normativa de projeto.

Manifesta-se imediata a evidência de que a padronização tipológica tem por objetivo a simplificação do mercado: na França produziam-se 457 tipos de perfis de ferro U e a padronização reduziu-os a 17; a Alemanha tinha no mercado 119 tipos de tijolos e atualmente tem um só e assim por diante.

A padronização dimensional é a que permite introduzir-se a intercambialidade das peças e tem, portanto, uma grande importância não só do ponto de vista da organização, como também e, sobretudo, da economia.

A padronização normativa de produto tem como função eliminar todo e qualquer contraste entre produtor e consumidor, permitindo uma definição clara das obrigações entre as duas partes, não deixando margem a dúvidas quanto ao direito de recusar um objeto quando o mesmo não responde às normas e aos ensaios. O direito ao uso de "marcas de conformidade" concedido por instituição preposta à elaboração e controle de aplicação destas normas, poderá facilmente orientar o consumidor.

A padronização normativa de projeto tem por finalidade dar ao arquiteto a possibilidade de aplicar em suas obras os princípios de organização racional de produção, sem renunciar a sua personalidade criadora e artística, mas somente adotando uma autodisciplina organizativa. Podemos aqui mencionar as palavras de Auguste Perret: "J'ajoute qu'il n'y a pas de pré-fabrication sans ordre, et l'ordre est une des conditions premières de l'Architecture".

Realizando a codificação da padronização será dado um grande passo para a aplicação do método industrial à construção. De fato este é o capítulo mais trabalhoso, mais difícil e que encontra a mais séria resistência, principalmente de ordem psicológica, para sua efetivação. Realmente são poucos os países que tenham a seu ativo realizações concretas a respeito da padronização na construção, embora grandes progressos tenham sido realizados nos últimos anos por organizações de caráter internacional, como a International Council for Building Research, Studies and Documentation, a Agence Européenne de Productivité ou o Comité de l'Habitat sur la Normalisation et la Coordination Modulaire. A unificação e padronização tiveram até agora maior propagação e desenvolvimento nos Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, Japão e nos países além da Cortina de Ferro. Nos países latinos a divulgação e aceitação é mais lenta: isso apesar de terem assimilado aquela civilização romana que já 2.000 anos atrás tinha conseguido padronizar seus tijolos (bipetalis de cm. 59,2 x 59,2 x 4 e sesquipetalis de cm. 44,4 x 44,4 x 4). Para isso contribuem realmente elementos psicológicos coletivos, quais a intuição e o senso prático dos americanos, a tendência natural alemã para a ordem e disciplina ou a submissão à ordem e à disciplina impostos por um

poder autocrático como o soviético. Em sentido negativo tem uma influência preponderante nos povos latinos um senso excessivamente crítico, pelo qual estamos sempre atribuindo importância, em qualquer coisa, mais aos defeitos do que às qualidades, e o convencimento de que podemos sempre encontrar uma solução melhor da que já conseguimos. Essa vivacidade e o individualismo peculiares aos espíritos latinos e mediterrâneos são, sem dúvida, qualidades absolutamente antiorganizativas. Outro fator negativo, este também de caráter psicológico, é a nossa relutância e oposição a tudo o que pode ter um aspecto de monótona uniformidade. Trata-se de uma interpretação errônea, pois como a utilização de partes componentes padronizadas em nada desmerece a genialidade de concepção ou mesmo a beleza de um novo automóvel, assim também a aplicação de elementos padronizados pré-fabricados em nada limita as possibilidades artísticas e criadoras do arquiteto.

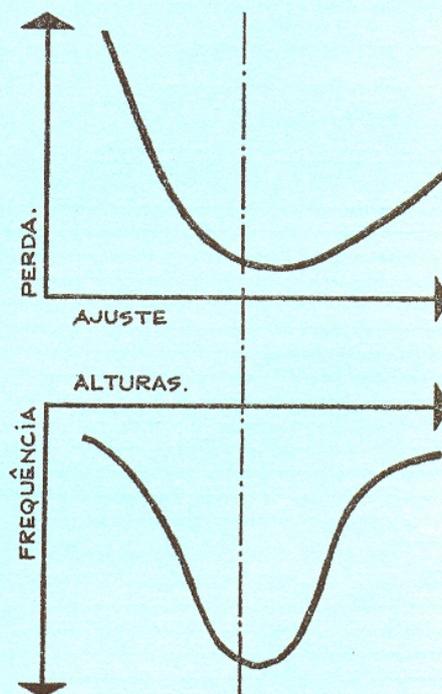
Fica assim evidenciado mais um motivo para que nossos esforços sejam dirigidos no sentido da aplicação da pré-fabricação elementar integral, como a que oferece mais liberdade de expressão aos arquitetos. De qualquer forma devemos entender que um ser humano pode passar bem sua vida inteira numa habitação padronizada, mas dificilmente poderá fazê-lo sem nenhuma habitação. Cabe aqui lembrar que Gropius, um dos grandes precursores da pré-fabricação, já dez anos atrás lembrava em "Architecture in a scientific world" que, se realmente os arquitetos estão convencidos da necessidade de aderir na forma mais estrita aos termos de uma civilização que dia a dia parece escapar-lhes, deverão elevar a arquitetura a um estágio de atividade industrial de altíssima qualidade, valendo-se da faculdade que, sendo artistas, lhes é própria de poder reconduzir continuamente à unidade de síntese, os aspectos mais diversos da extensa problemática concernente a sua arte. O mesmo grande mestre diria também "o uso de partes padronizadas na construção exercerá sobre o aspecto urbano a mesma função moderadora e integradora que na ordem típica o vestuário cumpre em relação à vida social... portanto, se nossas arquiteturas — como nossas roupas — levarem bem claramente impresso o "standard" que individualiza possibilidades expressivas inconfundíveis de espírito individual, o resultado será a máxima redução a tipos dos elementos, orientada em direção à máxima variedade dos produtos finais".

Passarei agora a esclarecer alguns conceitos cuja aplicação é necessária para concretizar a padronização tipológica ou dimensional.

#### CONCEITO DE PERDA DE FUNÇÃO

Cada elemento de uma habitação tem uma função específica, função que é determinada pela satisfação de uma necessidade do indivíduo a que esse elemento se destina. Portanto, como teoricamente

os indivíduos são infinitos e seus graus de necessidade variam para cada um, ao estabelecer-se um grau de função estaremos satisfazendo a um grau de necessidade. Assim, os indivíduos que não corresponderem ao tipo padrão, experimentarão uma perda de função correspondente ao grau de insatisfação. Examinarei, por exemplo, a determinação de um vão padrão para um dormitório ao qual será relacionada a determinação de um vão padrão das lajes, vigas etc. A área de um dormitório é fixada por duas variáveis: largura e comprimento. Existe uma área ideal que é a máxima em relação aos dois lados. Esta área tem sua importância em relação ao volume de ar ideal para um dormitório. De outro lado a largura e o comprimento são determinados pelo melhor aproveitamento em relação aos móveis e à facilidade de movimento. O móvel fundamental é a cama. As dimensões da cama são então as que devem, em primeiro lugar, ser padronizadas, pois são as que estão diretamente relacionadas ao padrão homem e à sua necessidade de descanso. A escolha dessas dimensões depende da altura do homem. Se a altura média for, digamos, 1,70m e o comprimento da cama 1,90m, os indivíduos de altura diferente terão uma cama excedente ou insuficiente para perfeita satisfação de suas necessidades. Essa diferença que num caso representa um excesso, portanto uma perda econômica, e em outro caso uma insuficiência, portanto, uma perda de conforto, representa a perda de função mínima. Se representarmos esse conceito num gráfico teremos:



devemos então fazer um levantamento estatístico dos indivíduos e traçar uma curva de frequência das alturas: o ótimo é a coincidência do máximo de frequência com o mínimo de perda.

Vê-se facilmente que adaptar o tamanho do tipo de cama à altura média dos usuários não será conseguido com o resultado de uma solução ótima, pois a perda de função não é simétrica. O estudo necessário para conseguir uma padronização racional não deve ser subestimado: exige uma análise funcional completa para indagar a situação da demanda, um estudo do dado pela deficiente satisfação das exigências. Assim por diante: uma vez determinado o vão funcional padrão, passa-se à análise estrutural em relação ao comprimento mais econômico. A análise continuará para levar-se em conta as exigências do peso em função do transporte horizontal e vertical das peças. Enfim será examinada a forma padrão ótima em função da montagem. Evidentemente deverão ser realizadas uma ou mais revisões para harmonizar as exigências de função e as de execução. Será estabelecido um protótipo, o qual passará a ser analisado em função das exigências de produção e poderá, conseqüentemente, sofrer mais alterações e adaptações. Em linha geral o processo se desenvolverá da seguinte forma:

- 1) investigação;
- 2) desenho protótipo;
- 3) produção do protótipo;
- 4) análise de protótipo;
- 5) realimentação (alterações, investigação, projeto);
- 6) desenho do produto de série;
- 7) produção do produto de série;
- 8) análise do produto de série;
- 9) realimentação (modificações, investigação, projeto).

#### CONTINUIDADE NA EXECUÇÃO

Resta ainda a examinar um fator de grande importância para o conseguimento de uma maior produtividade na indústria da construção. Trata-se da continuidade na execução. Esta continuidade já é uma lógica conseqüência das fases anteriores até agora examinadas: contudo, ainda resta melhor esclarecer dois aspectos da fase de execução, entendida como produção na fábrica e montagem na usina. Nos dois casos temos utilização de máquinas e equipamentos e intervenção de mão-de-obra. Para melhor aproveitamento das máquinas e da mão-de-obra deverá observar-se que:

1) para uma produção de objetos ou de obras idênticas em série repetitiva, a máquina empregada em lugar do homem, para substituí-lo eficientemente em seu trabalho, não é econômica em matéria de preço de custo (e conseqüentemente não se justifica), a partir de um volume suficiente de produção.

2) quanto maior é a flexibilidade de uma máquina, tanto menor será a série a partir da qual o emprêgo dessa má-

quina pode tornar-se interessante. Por flexibilidade entende-se sua disposição ou capacidade a se adaptar à fabricação, com aplicação de regras simples e rápidas, de objetos da mesma natureza mas de dimensões variáveis.

3) quanto maior é o número de operações que podem ser realizadas por uma mesma máquina, tanto maior é o seu rendimento.

4) em se tratando de equipamentos de montagem, valem os mesmos critérios; além disso a programação deverá ser estudada de forma a garantir também continuidade na operação. Isso já é mais difícil, pois as operações de transporte e de montagem não são contínuas, embora obedeam a seqüências determinadas, portanto os equipamentos deverão ser estudados de forma a realizar operações diversificadas.

Enfim, no que diz respeito à mão-de-obra, em vista da maior possibilidade de divisão de funções, ela será mais facilmente susceptível a princípios e métodos de racionalização de trabalho e de especialização.

Estudos de tempos e de movimentos, nas usinas e nos canteiros, conseguirão melhores resultados. Nas intervenções alternadas homem-máquina, especialmente nos canteiros de montagem, um adequado planejamento e uma eficiente coordenação, garantirão uma plena eficiência de emprêgo de ambos, sem desperdícios de tempo.

#### RESULTADOS

Conclui-se assim a análise de todos os fatores que mais diretamente incidem na produtividade da indústria da construção. Uma aplicação racional dos critérios que foram estabelecidos por esta análise proporcionará as seguintes vantagens e resultados:

1) Produção em escala industrial, com maior rendimento das instalações e da mão-de-obra;

2) Redução das operações de canteiro quase exclusivamente às de montagem, portanto eliminação das causas de desperdícios de tempo e de materiais;

3) Possibilidade de planejamento efetivo e integral, portanto facilidade de controles eficientes e respeito de cronogramas;

4) Redução do tempo de execução, portanto giro de capital aplicado mais rápido;

5) Simplificação do projeto executivo, pois as partes componentes pré-fabricadas não deverão exigir detalhes, em vista da possibilidade de indicá-las com as classificações das firmas produtoras ou dos catálogos padronizados;

6) Simplificação das especificações, bastando fazer menção aos dados e normas das tabelas básicas de classificação;

7) Facilidade nas previsões orçamentárias, pois os catálogos e as tabelas de

preços farão referência a produtos padronizados e classificados de acordo com normas específicas;

8) Objetividade, rigor e realidade nas concorrências onde os preços eventualmente diferentes serão correspondentes a produtos efetivamente idênticos, com características eventualmente garantidas por certificados de conformidade.

#### SUGESTÕES

E agora, como conclusão, estamos em condição de afirmar que o sistema de pré-fabricação que melhor se ajusta a todos os critérios examinados é sem dúvida o mais elementar, o qual poderá alcançar sua fase de pré-fabricação integral, gradativamente acompanhando a progressiva atuação dos princípios de industrialização.

Desta longa conversa surge evidente o aspecto mais difícil do problema, isto é, como realizar a imensa tarefa necessária para a aplicação desse princípio.

Em todos os países mais adiantados, medidas mais ou menos concretas nesse sentido já foram adotadas.

A sugestão que apresento como conclusão da minha palestra tem como modelo essas realizações. Sugiro, portanto, que esta divisão se faça promotora da criação de um Instituto para o Aumento de Produtividade e a Progressiva Industrialização da Construção Civil, que tenha por objetivos:

1) Realizar pesquisas e estudos, mantendo constante contato com institutos internacionais similares.

2) Coordenar as funções e os trabalhos de organizações ou instituições com finalidades correlatas como seja: a ABNT, o SENAI, o IDORT etc.

3) Proceder à elaboração da codificação relativa à padronização.

4) Incumbir-se dos exames e análises para a outorga de certificados de conformidade.

Esta divisão deverá, além disso, proceder à fundação de uma associação entre profissionais e firmas interessadas na industrialização da construção, com o intuito de fazer trabalho de divulgação, manter ligações com outras associações de classe e apoiar ideal e materialmente o instituto já mencionado.

Convido os colegas presentes a meditar sobre esta minha proposta, lembrando que construímos para o presente, mas planejamos para o futuro e este, como diz o eminente economista sueco Gunnar Myrdal, não é uma fatalidade cega, pelo contrário, está entregue a nossa responsabilidade. Temos o poder de analisar os fatos e de aplicar racionalmente as conseqüências práticas de nossos ideais. Temos a liberdade de reajustar nossas políticas e por esse fato mesmo, de desviar, e modificar as tendências. □