

# A CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS INDUSTRIAIS DE CONSTRUÇÃO PARA ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

**Marcellus Serejo Ribeiro**

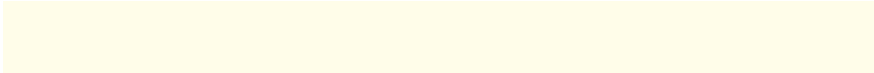
Doutorando em Arquitetura da UFRJ  
Prof. do CEFET Campos – RJ e do Curso de Arquitetura e  
Urbanismo das faculdades Integradas Geraldo Di Biase  
FGB-FERP.

**Camilo Michalka Jr.**

Prof. Dr. Ing. da Escola de Engenharia e do Programa de  
Pós-Graduação em Arquitetura da UFRJ

**RESUMO** *Esse trabalho analisa a industrialização da construção civil no Brasil e sua contribuição para a racionalização da construção. É feita uma abordagem de como a industrialização pode contribuir (ou ser imprescindível) para a qualidade e a economia do ambiente construído. É feita, inicialmente, uma análise dos sistemas industriais de construção. São apresentados os sistemas industriais, fechado e aberto, e suas características e condicionantes. Finalmente é feita uma análise comparativa dos sistemas construtivos, desde os primitivos ou artesanais até os sistemas industrializados, enfocando dois aspectos. O primeiro aspecto é o da possibilidade da convivência dos sistemas artesanais com os industrializados. O segundo, que pode ser um desdobramento do primeiro, é a possibilidade da transformação gradativa de um sistema construtivo altamente artesanal para um sistema construtivo altamente industrializado.*

**PALAVRAS-CHAVE** *tecnologia, industrialização, coordenação modular, sistemas construtivos.*



## INTRODUÇÃO

A carência habitacional no Brasil tem levado a vários tipos de iniciativa. Uma parcela das edificações está dentro dos contextos da legalidade e é executada de forma planejada. Primeiramente são cumpridas todas as etapas que precedem a execução da obra propriamente dita, fazendo projetos e cronogramas. Para sua execução, são contratados profissionais habilitados que têm em mãos todos os subsídios necessários para tal. Uma segunda parcela das edificações também parte para a execução de projetos e, só eventualmente, de cronogramas. Mas a execução se dá por um, assim denominado, “construtor” que não possui habilitação para tal, recorrendo muitas vezes a artifícios para realizar este objetivo.

Outra parcela das edificações é aquela em que as mesmas são feitas pela auto-iniciativa. Isto se dá, principalmente, entre a parcela da população de baixo poder aquisitivo e onde há grande carência habitacional. Essas construções são feitas sem nenhum tipo de projeto ou planejamento preliminar, atendendo unicamente a uma necessidade imediata. A execução é totalmente dependente da disponibilidade financeira do consumidor. Muitas vezes começa-se pela execução de um cômodo único. Conforme suas possibilidades, vão sendo acrescentados novos cômodos para, inicialmente, completar os necessários ao funcionamento de uma residência (banheiro, cozinha) e, em seguida, para satisfazer as necessidades da família.

Numa segunda etapa estes novos cômodos podem se dirigir a uma exploração econômica. A execução se dá utilizando as próprias habilidades dos envolvidos e/ou contando com a ajuda da sua comunidade, onde cada um participa com sua experiência profissional ou com sua disposição de colaborar.

## O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Por muito tempo os governos têm procurado reduzir a carência habitacional por meio de iniciativas visando à construção de unidades habitacionais. A preocupação maior tem sido aquela de, a partir de uma verba disponível, construir o maior número de unidades, buscando beneficiar o maior número possível de famílias.

Devido a este fato, diversos pesquisadores, por um lado, e empresas, por outro, têm buscado desenvolver processos e sistemas construtivos, em especial, de caráter inovador. No *Catálogo de Processos e Sistemas Construtivos para Habitação* do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1998), encontram-se diversos exemplos nos quais foram desenvolvidos novas tecnologias e sistemas construtivos de excelente qualidade. Estas iniciativas têm tido, contudo, um uso restrito.

Muitos sistemas e tecnologias são aplicados num universo restrito e depois desaparecem. Por quê? Ao procurar-se encontrar resposta para esta pergunta constata-se que não era por falta de qualidade dos mesmos. O que ocorre, então?

Se iniciará a discussão pela análise do catálogo do IPT. Algumas características comuns podem ser aí encontradas, entre elas:

- um elemento da edificação é selecionado para ser uma base dimensional da edificação;
- a dimensão do elemento selecionado como dimensão base é denominada *módulo*;
- nos diversos processos e sistemas construtivos os, assim deno-

minados, módulos não têm nenhuma correlação entre si.

Da constatação acima percebe-se que os processos e sistemas construtivos em questão não podem ser combinados. Cada um é um sistema fechado. Isto implica em duas situações: para ser feita uma construção de um dos sistemas é necessária a compra de um

*kit* para tal; ou então que, mesmo com uma maior liberdade, os componentes tenham, obrigatoriamente, uma única procedência.

Quando o processo ou sistema passa a não estar mais disponível, uma barreira quase intransponível se forma quando há a necessidade de ampliação e alteração da edificação, e manutenção e substituição de componentes.

Exemplo disto foi o que aconteceu no Rio de Janeiro com os Postos de Saúde construídos nos anos 80, com base em projeto de argamassa armada do arquiteto João Filgueiras Lima. Para sua construção foi criada uma fábrica de componentes. Com o fechamento da fábrica, criou-se uma enorme dificuldade na manutenção e adequação às novas necessidades, chegando-se até ao extremo de haver casos em que se tornou economicamente mais viável demolir o existente e construir um novo prédio com o sistema tradicional.

## **A AUTOCONSTRUÇÃO**

A carência habitacional é maior do que a capacidade governamental de solucionar a questão. A população de menor condição econômica procura solucionar sua necessidade de moradia pela auto-iniciativa. Isto se dá, então, sem recorrer aos profissionais de engenharia e arquitetura. É muito comum que isto se dê como exposto a seguir.

Primeiramente é procurada uma área disponível para ocupação.

Não será abordada, neste trabalho, a questão da área ser regular ou irregular. A partir daí começa a construção. Constrói-se um cômodo que reúne as funções de sala, quarto e cozinha. Conforme a disponibilidade financeira, vão sendo construídos novos cômodos para individualizar as funções da residência. De acordo com as necessidades do grupo familiar (por exemplo, o número de filhos) vão sendo construídos outros cômodos, podendo vir a ser incorporadas funções profissionais. Quando a área disponível está praticamente toda ocupada, passa-se para a fase da verticalização.

A compra do material de construção necessário se dá em muitas parcelas de pequenos volumes. Isto faz com que a compra seja feita em estabelecimentos comerciais próximos da edificação, já que aquelas mais distantes e maiores, que poderiam oferecer melhores preços, cobram fretes para entregar pequenas quantidades em lugares mais afastados. Estando o estabelecimento comercial próximo, o comprador pode inclusive, transportar o seu material.

Já foi dito muitas vezes que a população resiste, por questões culturais, a adotar outros procedimentos que não seja o do tijolo e do concreto. Mas verifica-se que o que ocorre é que os sistemas fechados não podem ser disponibilizados a uma população numericamente relevante que vai construindo sua casa em etapas, dentro de um fluxograma exclusivamente financeiro e que compra seu material de construção nas proximidades de sua obra. Existe um obstáculo intransponível entre os sistemas fechados e esta população.

## **CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA**

Muito se tem dito, no mundo da construção, sobre a definição da industrialização. Todas elas podem ser entendidas numa definição: “a in-

dustrialização é a utilização de tecnologias que substituem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina” (ROSSO, 1980). Neste sentido, segundo Huth: “A produção em série é uma condição necessária para o emprego de uma tecnologia industrializada e determinante de um processo industrial. Só existe industrialização se há uma tecnologia mecanizada envolvida no processo” (HUTH, 1976).

A racionalização é indispensável na industrialização, além ser identificada com a mesma. Racionalizar a produção significa estudar seus métodos a fim de reduzir o tempo de trabalho e se conseguir melhor produtividade e rentabilidade.

Historicamente a racionalização é seguida da industrialização propriamente dita, pois, em primeiro lugar, se substitui a mão-de-obra e tecnologias artesanais pelas máquinas operadas por operários que não são artesãos. Em uma segunda fase, há o interesse em economizar também essa mão-de-obra. Entramos, então, na fase da taylorização das cronometragens e dos ritmos.

Assim, há de se considerar que a racionalização é uma companheira da industrialização, porém não é uma condição essencial. Ao contrário, pode-se encontrar produções industriais que estão muito mal organizadas. Desta maneira, as duas noções de racionalização e de industrialização são bem diferenciadas.

Em princípio, a industrialização da construção está associada à necessidade da integração. Constantemente nota-se que a construção funciona de forma dissociada, com suas fases interagindo sem coordenação entre si. Entre essas fases existem incompreensões, falta de informações, mal-entendidos, tudo colaborando para que ocorra perda de tempo, erros e repetições. Esta situação é incompatível com qualquer processo de industrialização.

É inevitável que pessoas ou organizações diferentes participem na concepção e na realização de um projeto ou de um produto. Neste caminho, há uma acentuada desintegração do processo, onde tanto os materiais como também as partes da construção são fabricadas de forma dissociada da fase de projeto.

Na construção industrializada, como na maior parte das indústrias, a concepção deve ser compartilhada por muitos projetistas. A sucessão de responsabilidades não torna menos importantes os contatos entre os diversos setores envolvidos no processo, devido à necessidade de integração total entre as partes.

Assim sendo, deve-se considerar que a correta transmissão de informações, desde a concepção até a utilização do método deve ser uma preocupação constante. Isto é uma característica essencial da industrialização.

A afirmação de que para um produto ser considerado industrializado, este deve ter características fundamentalmente diferentes daqueles que se produzem artesanalmente, carece de uma base lógica. Certamente quando se industrializa, altera-se o método de produção. Se os métodos artesanais, que utilizam as mãos e os utensílios manuais animados pelo empirismo do artesanato, são substituídos por máquinas e engenheiros, chega-se a um produto diferente. Por exemplo, entre uma vasilha de argila torneada à mão e uma vasilha de polietileno fabricada por injeção, há uma diferença de produto. Porém a concepção da vasilha é a mesma. Industrializa-se sem trocar a sua utilidade nem seu conceito. Trocou-se a matéria e/ou a execução.

Da mesma forma, as características das construções industrializadas não mudam em relação às que se constroem artesanalmente. Certamente, o novo método de elaboração tem uma reação apreciável

sobre a concepção e, pouco a pouco, o objeto muda porque a forma de realizá-lo muda. Porém, isto é uma segunda etapa.

A essência da industrialização é produzir um objeto sem mão de obra artesanal, com máquinas utilizadas por operários especializados.

O processo industrial da construção tem um desenvolvimento progressivo, análogo ao que têm experimentado outras indústrias. Certos conceitos e hábitos impedem o processo e precisam ser abandonados. É necessário iniciar um processo de troca de idéias entre os envolvidos.

Como pode-se ver neste trabalho, a industrialização é um processo amplo, já que significa que o produto, quando fabricado e armazenado, deve ignorar quem vai comprá-lo e onde ele vai ser empregado. Tal procedimento é pouco simpático, se analisado pelo prisma de quem vai projetar, fruto de um antigo costume de personalizar o que vai ser projetado. Mas em contrapartida, esse mesmo projetista sequer aventaria a hipótese de projetar, por exemplo, um automóvel personalizado. Ele se adapta e escolhe entre as ofertas que tem à sua disposição.

A indústria da construção, no Brasil, também trabalha com máquinas e guas, em grandes obras, mas tem um gritante atraso se comparada a outras indústrias, tanto em industrialização como em automação. Evidentemente, o desenvolvimento da atividade construtiva abrange diversas circunstâncias que tendem a atrasar e paralisar os seus avanços.

Para que seja possível, no Brasil, abordar a questão da industrialização do processo construtivo é necessário o esclarecimento de dois conceitos. A não distinção desses dois conceitos tem trazido grande confusão, sendo esta, provavelmente, o maior obstáculo à industrialização do processo construtivo no país. Os dois conceitos aos quais aqui se refere são o *sistema industrial fechado* e o *sistema industrial aberto*.



## **SISTEMA INDUSTRIAL FECHADO**

Nesse sistema, é feito um projeto de edificações com um grau restrito de variações. É feita uma decomposição dos componentes da edificação de modo a permitir uma produção em série destes componentes. Com isto, objetiva-se uma produção mais barata e uma montagem rápida, procurando reduzir custos. Buscando permitir uma certa flexibilidade na definição das edificações, adota-se uma medida de referência, baseada, geralmente, em um dos componentes do projeto. Costuma-se denominar esta unidade de referência de *módulo*.

Este sistema industrializado é único para aquele projeto. No Brasil, ele recebe, usualmente, a denominação da empresa ou do grupo que o desenvolveu. São inúmeros no Brasil, os sistemas construtivos de caráter fechado. Diversos exemplos deles podem ser vistos no Catálogo de Processos e Sistemas Construtivos para Habitação, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1998), já mencionado anteriormente. Segundo Mandolesi “o sistema fechado só se viabiliza economicamente quando são considerados somente os custos de construção, desconsiderando a manutenção, alteração para adequação e ampliação e, mesmo assim, para um grande número de unidades”(MANDOLESI, 1981).

## **SISTEMA INDUSTRIAL ABERTO**

Como foi visto anteriormente, um fundamento para a industrialização na construção é a produção em série. Na construção civil, os componentes do edifício são claramente indicados para uma produção em série. A construção passa a ser então, principalmente, um processo de montagem de componentes industrializados. Cada componente deve ser produzido numa determinada gama de tamanhos específicos às características e funções daquele componente. Ao mesmo tempo, essa gama

de tamanhos deve conter em sua definição, por um lado, as qualidades e técnicas da produção e, por outro, permitir a liberdade de composição geométrica e de proporções da edificação. Os componentes devem poder ser usados em qualquer tipo de edificação independente da composição geométrica desta. Mandolesi indica que “no processo de montagem da edificação, para que se chegue ao produto arquitetônico final é necessário que os componentes se encaixem no todo e se liguem aos vizinhos sem que seja utilizado qualquer procedimento de cortes ou acertos dos componentes”(MANDOLESI, 1981). É necessário que haja, primeiramente, uma perfeita correlação dimensional, segundo um perfeito controle dimensional, com a generalização dos conceitos de tolerância e folga, fundamentais nos processos de fabricação industrial. Com a definição das características dos componentes torna-se possível controlar, mais facilmente, suas qualidades. Com isto, melhora-se a qualidade da edificação, já que pode-se dizer que, a grosso modo, a qualidade da edificação é a soma da qualidade do produto físico ao cumprimento da sua função e da sua estética.

Pode-se ver que este processo é o produto do trabalho conjunto dos projetistas do edifício, que definem as necessidades da edificação, com a dos projetistas das indústrias, que definem as características dos componentes, tanto no que se refere às propriedades, quanto ao acoplamento com os demais componentes.

Para que este processo seja viável se faz necessária uma ferramenta que inter-relacione a necessidade das edificações com as possibilidades da indústria. Esta ferramenta começou a ser desenvolvida no pós-guerra. Esta ferramenta chama-se *coordenação modular*.

O Brasil participou dos estudos para o seu desenvolvimento até o início da década de 80, época na qual foram publicadas a maioria das normas da

ABNT, a NBR 5706 de dezembro de 1977, e as NBR 5707 a NBR 5731 de fevereiro de 1982 (ver bibliografia), tendo sido abandonadas por diversas razões.

## COORDENAÇÃO MODULAR

Devido à não separação entre os conceitos de industrialização aberta e fechada e a denominação de *módulo* dada às medidas de referência usadas individualmente em cada processo de industrialização fechada, a coordenação modular tem sido rejeitada por diversos profissionais que assim demonstram um claro desconhecimento da ferramenta e de suas possibilidades. Em sua defesa destaca-se:

*“A coordenação modular permite relacionar as medidas de projeto com as medidas da produção industrial, sem abandonar as questões da composição geométrica e de proporções. Por meio dela, criam-se critérios para definição de dimensões. Para tal, defini-se um fator de correlação dimensional, que é o módulo. Internacionalmente o módulo é definido igual a  $1dm = 10\text{ cm}$ ” (CAPORIONI, GARLATTI, TENCA-MONTINI, 1971).*

Assim, componentes que tenham dimensões múltiplas do módulo base são considerados, por meio de critérios específicos, como modulares.

A coordenação modular é extremamente rica e complexa o suficiente para tornar a execução de um produto tão complexo como um edifício, um processo racional, metódico e, por último, industrial.

Definidas a organização espacial e a funcionalidade do edifício o projeto se direciona ao projeto executivo, um desenho de conjunto onde todos os componentes são definidos e posicionados.

A coordenação modular não impõe nem métodos construtivos nem tipologias. A grande mudança que seu uso impõe é no procedimento, principalmente, no ato de projetar. Definidas as dimensões de um componente (por exemplo, janelas), este poderá ser oferecidos em materiais (madeira, alumínio...) e/ou características (correr, bascular, etc.) diferentes, mas ocupando o mesmo espaço modular. Com isto, no projeto, um componente de determinado material e característica poderá ser obtido de diversas procedências. Além disto este pode ser substituído por outro de material e característica diferentes sem implicar alteração nos componentes vizinhos. Isso se reflete também na manutenção, pois um componente poderá ser substituído sem dificuldades.

Pela coordenação modular, a atividade de projeto é valorizada, já que esse deve ser executado sem ajustes ou adaptações, o que condiciona a um projeto bem elaborado com exigências de detalhamentos e especificações mais minuciosos.

## **O PROJETO**

A construção industrializada é um campo de atividade em que é estritamente necessária uma estreita colaboração entre quem projeta e quem vai produzir, desde as primeiras fases do projeto. A intenção é a de criar formas harmonizáveis com a engenharia, pensando no caráter arquitetônico das formas que produz. Isto tem a ver com a parte construtiva do projeto, já que devem concordar formas e materiais, assim como com as formas e os aspectos do interior e do exterior. A técnica da industrialização constitui um importante tema ao planificar e projetar.

O trabalho de projeto nas construções industrializadas exige uma maior quantidade de detalhes além de uma acentuada minuciosidade no mesmo. Isso é mais acentuado quando se projeta para produção em

massa, em que o encurtamento do tempo de fabricação ou a redução da quantidade necessária de materiais influem em alto grau na economia do produto.

Os tempos de execução das obras são mais curtos na industrialização, tanto que os trabalhos de planificação exigem, ao contrário, um período de tempo maior. Além disso, necessita-se de muita destreza e habilidade para dar uma forma construtiva fácil aos distintos elementos industrializados e a seus encaixes e uniões. Quando se trata de um primeiro projeto com peças industrializadas, o menor de seus detalhes faz perder com frequência muito tempo. Uma vez que o indivíduo se habitua a trabalhar com elementos industrializados, esse trabalho difícil e pesado torna-se bastante facilitado.

Ao projetar, deverá haver a preocupação com o todo, racionalizando e concatenando espaços e componentes, dentro das referências estabelecidas pelo módulo, e coordenando as posições dos elementos dentro da construção. Isso facilitará a realização do próprio projeto que terá uma representação mais simplificada e também facilitará a montagem dos componentes na fase de execução da obra, reduzindo a necessidade de ajustes e cortes de última hora.

Discuti-se, até este momento, questões relativas a desenhos do conjunto arquitetônico: plantas baixas, cortes, fachadas, etc. Porém, dentro do exposto, já há uma sinalização óbvia do nível de projeto que a coordenação modular exige, os elementos de conjunto não são suficientes para suprir as necessidades da construção, principalmente quando se chegar à fase da execução. Para tanto serão necessários desenhos complementares de detalhes que indiquem a forma e as medidas de cada componente, bem como em uma fase posterior, a maneira como cada componente se acopla aos demais, prevendo, quando necessário suas juntas, tolerâncias, e a melhor forma de ajuste.

Assim sendo, com as indicações de detalhes modulares, não somente se terá tudo que se refere a sua forma e tamanho, indispensáveis para a sua fabricação, como também a sua posição referida e determinada, quer seja para a execução do projeto modular como para sua aplicação na execução da obra. Na determinação das juntas necessárias deverão ser consideradas além das características dos componentes de modo a obter a sua união com os vizinhos, como também devem ser previstos de modo a absorver as tolerâncias de fabricação desses componentes.

A execução da obra que foi concebida dentro dos parâmetros da coordenação modular não apresentará transformações radicais quanto aos processos de construção. Ao contrário, isso permitirá a adoção de técnicas e processos dos mais simples aos mais sofisticados, desde que sejam adequados ao caso.

Finalmente a construção industrializada se configura ao aproveitar e tirar partido das mútuas relações existentes, por uma parte, entre as circunstâncias características da obra, e por outra, entre as possibilidades e facilidades para a sua execução.

Há de se considerar sempre que só em casos raros os sistemas estáticos concebidos em sua forma clássica de sua construção com concreto feito no local, podem ser mais econômicos do que se construídos por um sistema industrializado. Estes têm suas próprias características adequadas à fabricação em série e à montagem, que são as qualidades mais características num sistema industrializado.

## **A ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO BRASIL**

A adoção de novas tecnologias no Brasil passou por mais de duas décadas de pouco

desenvolvimento. Máquinas foram incorporadas ao canteiro, mas

a execução permaneceu

predominantemente artesanal. Torna-se hoje necessário recuperar o tempo perdido. Para isso, é fundamental que seja feita uma reavaliação das ferramentas disponíveis para tal.

É necessário restaurar a ligação entre a construção civil e a indústria de componentes para ela. A construção civil precisa definir as suas necessidades para que sejam fabricados os componentes que permitam que o processo construtivo passe a ser um processo industrial.

Entre as necessidades, está a de que os componentes tenham tamanhos tais que permitam a combinação destes sem a necessidade de cortes ou enchimentos, fator principal do desperdício de materiais na construção civil. Para tal é necessário voltar a estudar e analisar a coordenação modular como ferramenta de racionalização, tanto pelo lado de projeto e execução, quanto pelo ensino em todos os cursos de arquitetura e engenharia civil.

A busca por edificações que usem este tipo de construção está baseada no desenvolvimento de novos processos e sistemas construtivos, os quais têm sido concebidos em sistemas fechados.

Em função disto encontram-se as dificuldades que foram abordadas anteriormente, principalmente a de que tais sistemas construtivos não estão ao alcance do usuário da autoconstrução, pois não estão disponíveis em pequenas lojas de material de construção. Não estão sequer nas grandes lojas. Com isto o comprador fica impedido até mesmo de experimentar a nova tecnologia.

Entende-se que muito há de se evoluir, não só tecnicamente, mas também socialmente, de modo que as novas tecnologias no Brasil tenham uma aplicação mais fácil e imediata, com plena aceitação da sociedade,

em especial daqueles que diretamente seriam beneficiados por sua utilização.

Logicamente, essa não é uma tarefa unilateral, ela passa pelas comunidades, pelas universidades, pelo governo e por entidades de classe. Cada um, em seu limiar, contribuindo para que a tecnologia se difunda, com plena aceitação do produto, passando pelo desenvolvimento de novos materiais e técnicas de construção, com programas de incentivo à aplicação do método.

Na realidade, quando uma entidade qualquer constata o interesse em favorecer a construção industrializada deve-se eleger bons profissionais, engajados com a idéia e dar-lhes autonomia para o desenvolvimento do proposto.

Deve-se estar pronto a empreender uma ação voluntária de desenvolvimento das soluções que seriam indicadas como as recomendáveis. Muito há de se fazer, mas há a possibilidade de num futuro não muito distante ter-se uma aplicação bem difundida de qualquer tecnologia, nova ou tradicional.

Inovar é difícil, são muitas as barreiras a serem transpostas, mas para seguir adiante é preciso escolher bem e persistir.

## **CONCLUSÕES**

O que se pretende mostrar com o quadro delineado é que, sem uma ação conjunta no sentido de inserir o uso das novas tecnologias dentro da realidade brasileira, essas tecnologias correm o risco de se limitarem a ações isoladas, em sistemas fechados, restritas a iniciativas de conjuntos de edificações, no qual o consumidor recebe um produto pronto, fechado, e não tem possibilidades de modificar, restaurar, manter e/ou dar o seu toque pessoal, pela impossibilidade de acesso a essas tecnologias.



Por outro lado, analisando-se sob o prisma de mercado, será muito mais indicado que novas tecnologias venham a se tornar populares. Desta maneira poderão ser amplamente adotadas por quem constrói. Elas devem possibilitar a experimentação a quem vai utilizá-las e, desde o princípio, permitir a experimentação por parte do comprador.

Se for adotado um sistema de correlação dimensional, por meio da ferramenta coordenação modular, que permita o uso de componentes de diversas origens sem cortes ou ajustes, será possível baratear as construções habitacionais e o desenvolvimento de sistemas e processos construtivos será sempre um processo de aprimoramento e não a expectativa de um sistema miraculoso que resolva todos os problemas.

Isso possibilitará também inserir no mercado novas tecnologias tornando-as acessíveis à população como um todo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 5706: Coordenação Modular da Construção*. Rio de Janeiro, 1977.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 5729: Princípios Fundamentais para Elaboração de Projetos Coordenados Modularmente*. Rio de Janeiro: 1982.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 5730: Símbolos Gráficos Empregados na Coordenação Modular da Construção*. Rio de Janeiro: 1982.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 5731: Coordenação Modular da Construção*. Rio de Janeiro: 1982.
- BIRULES, Francisco Basso et al. *Pré – fabricacion e Industrializacion en la Construcion de Edificios*. Barcelona: Ed. Técnicos Associados, 1968.
- BNH / IDEG. *Coordenação Modular da Construção*. Rio de Janeiro:

- Gráfica Portinho Cavalcanti, 1978.
- CAPORIONI; GARLATTI; TENCA-MONTINI. *La Coordinación Modular*. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1971.
- CONCEIÇÃO, Edmilson. “Estrutura da Mudança”. In Revista *Qualidade na Construção*, n. 16. ano II. São Paulo: SINDUSCON, 1982.
- ENGEL, Heino. *Sistemas de Estruturas*. São Paulo: Hemu, 1981.
- GRAEFF, Edgar A. *A arte e a técnica na arquitetura*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- HUTH, Steffen. *Construir con Células Tridimensionales*. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1976.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Catálogo de Processos e Sistemas Construtivos para Habitação*. Divisão de Engenharia Civil, Agrupamento de Componentes e Sistemas Construtivos, São Paulo, 1998.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Diagnóstico tecnológico da Indústria da Construção Civil*. São Paulo, 1987.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Programa de Atualização Tecnológica Industrial – PATI – Construção Habitacional*. São Paulo, 1988.
- LIMA, João Filgueiras. *A industrialização da Argamassa Armada no Brasil*. Anais do I Simpósio Nacional De Argamassa Armada. Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, Depto. de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1986.
- MANDOLESI, Enrico. *Edificación. El proceso de edificación. La edificación industrializada. La edificación del futuro*. Barcelona: Ed. CEAC, 1981.
- MORAIS, Regis. *Filosofia da Ciência e da Tecnologia*. Campinas: Papirus, 1988.
- NISSEN, Henrik. *Construcion Industrial y Diseño Modular*. Madri: H. Blume. 1978.
- ROSSO, Teodoro. *Racionalização da Construção*. São Paulo:

FAUUSP, 1980.

ROSSO, Teodoro. *Teoria e Prática da Coordenação Modular*. São Paulo: FAUUSP, 1976.