

## **Capítulo Segundo**

### **TECNOLOGIAS APROPRIADAS E HABITAÇÃO SOCIAL NO BRASIL**

*Eduardo Krüger*

#### **1. INTRODUÇÃO: HABITAÇÃO SOCIAL NO BRASIL**

Segundo dados da Fundação João Pinheiro para o ano de 1995, o déficit habitacional brasileiro era então da ordem de 5 milhões de unidades. Em razão de interesses políticos, dados anteriores apresentavam somas de 12 ou até mesmo 15 milhões de unidades, o que acarretava em um tratamento da questão habitacional como um problema insolúvel.

Uma das razões para tais discrepâncias diz respeito ao método adotado para determinar o déficit real de moradias. Em princípio, o déficit habitacional pode ser desmembrado em três formas: por habitação com ocupação acima de uma família (caso de várias famílias vivendo sob o mesmo teto ou de sublocação de cômodos); por habitação precária (moradias constituídas de materiais ordinários ou de sobras); e por habitação desprovida de infra-estrutura adequada. Considerando que o terceiro caso está relacionado à provisão de infra-estrutura ao local da moradia, apenas os dois primeiros se referem à moradia em si. Em 1970, por exemplo, dos 8 milhões de habitações consideradas como déficit, 6,5 milhões eram de habitações consideradas “subnormais”, por falta de serviços urbanos (TRINDADE *apud* BRUNA, 1983).

No que se refere à construção de moradias para a população de baixa renda, além dos aspectos de custo, ou seja, de ordem econômica, devem ser considerados aspectos de ordem ambiental e social. O conceito Tecnologia Apropriada é o que mais se aproxima dessa idéia.

Quanto aos aspectos ambientais no desenvolvimento de um sistema construtivo, deve-se observar que o ato de construir constitui basicamente uma intervenção no meio ambiente, na qual não apenas o local onde se constrói é irreparavelmente modificado, como também um grande número de recursos naturais é despendido para este fim. Torna-se assim necessário que os danos ao meio ambiente sejam, à medida do possível, reduzidos. Tal necessidade concerne não somente ao bem-estar das sociedades atuais, mas se relaciona também com o de futuras gerações: o “construir ecológico” possui assim uma função social.

Quanto aos fatores sócio-econômicos do desenvolvimento de um sistema construtivo, deve-se almejar como objetivo primordial a entrega de moradias adequadas à população, ou seja, habitações tais que, além de oferecerem um abrigo às intempéries, proporcionem aos seus moradores tanto o acesso a uma infra-estrutura básica quanto possibilidades de crescimento econômico e social (segundo a Declaração de Limuru (1), HABITAT INTERNATIONAL COALITION, 1988).

Complementarmente, deve-se estimular uma participação da população na definição do projeto. Desta forma, são consideradas as preferências do público-alvo e evitadas futuras reformas, que poderão comprometer a moradia do ponto de vista estético, de sua

estanqueidade e segurança estrutural. Se por um lado essa participação é passível de críticas, sendo a principal delas a exploração do trabalhador, que além de trabalhar para o sustento da família, terá de investir parte de seu tempo livre na obra (PRADILLA, 1984), por outro, a participação dos moradores na construção de suas próprias moradias conduz ao efeito multiplicador da tecnologia, capacitando tecnicamente os próprios auto-construtores, sendo neste sentido uma prática louvável.

Entretanto, no atendimento tanto aos aspectos ambientais quanto aos aspectos sócio-econômicos do planejamento e execução de moradias, deve-se dar prioridade à procura por métodos racionais de se chegar ao produto final, ou seja, à habitação propriamente dita. Citando Rosso (*apud* BRUNA, 1983), “nós sabemos também a que preço de suor e lágrimas trabalha o pessoal de nossas obras”. No presente artigo, será apresentada inicialmente uma conceituação de tecnologias apropriadas, a definição e o histórico da racionalização da construção, para que, em seguida, se analise as possibilidades de suas aplicações na habitação social brasileira.

## 2. TECNOLOGIAS APROPRIADAS (TAs)

O conceito “Tecnologia Apropriada” (TA) nasceu na década de 60, notadamente com a obra *“Small is Beautiful”* do economista E.F. Schumacher (1993), na qual se definia uma tecnologia “com uma face humana”.

Há uma permanente oposição, no discurso em favor das TAs, a tecnologias de produção em massas, as denominadas tecnologias de grande-escala. Este tipo de tecnologia baseia-se na exploração intensiva de recursos naturais (materiais e energéticos), provenientes muitas vezes de países mais pobres, para transformá-los em bens de consumo de curta vida útil e repassá-los a um alto custo aos mesmos países de onde saem esses recursos. Desta forma, atua-se contra a natureza, favorecendo-se disparidades econômicas. Além disso, o sentido do trabalho produtivo é subvertido, tornando-se o mesmo fragmentado e monótono, e sem maior prestígio social.

Por um lado, a exploração desenfreada de recursos naturais conduz a desequilíbrios ambientais, pois os limites naturais, tais como os da regeneração de ecossistemas, não são considerados. A Cibernética, tal como proposta por WIENER (1948), nos ensina alguns princípios em se tratando de sistemas naturais, dentre os quais chamaremos a atenção para o princípio de dimensão ótima de um sistema (VESTER, 1984). Neste sentido, a Biologia também aponta para a necessidade de se respeitar a capacidade de regeneração de ecossistemas (ODUM, 1988). A desconsideração de limites pelo Homem, enquanto integrante do maior sistema existente no planeta, a Biosfera, torna-se, do ponto de vista sistêmico, ameaçadora para a estabilidade do sistema global e para que este não entre em colapso.

Por outro lado, o objetivo primordial da tecnologia, que é o de aliviar o homem da tarefa de sobreviver, possibilitando um maior desenvolvimento de seus potenciais, significa a longo prazo uma dependência da máquina. A introdução de novas tecnologias, inicialmente benéficas para o homem, gera problemas a longo prazo, de modo que há uma perda da liberdade e uma consequente dependência dessas novas tecnologias. O exemplo do automóvel torna essa questão mais clara. A criação do primeiro automóvel

foi de grande utilidade para o homem. Não só era possível percorrer maiores distâncias do que a pé ou em carroças puxadas por tração animal, mas havia também um maior tempo disponível para que as pessoas “desenvolvessem seus potenciais”. A partir desta nova invenção, cidades se desenvolvem em função das novas possibilidades de locomoção do homem: o que era antes alcançável a pé, hoje só é possível através de automóveis. O que deveria promover maior liberdade ao homem, torna-o dependente, gera “stress” e não significa necessariamente uma economia de tempo, se lembrarmos da situação antes da introdução daquela tecnologia, com comunidades pequenas desenvolvendo atividades dentro de pequenas distâncias. Isso se não mencionarmos ainda os danos ambientais relacionados à queima de combustíveis fósseis. Entretanto, não podemos ser simplistas a ponto de negar as características positivas da introdução do automóvel em nossas vidas, como o aumento da mobilidade, a facilidade no transporte de cargas, além das vantagens sócio-econômicas relacionadas à indústria automobilística de um modo geral.

Tecnologias de grande-escala presumem a existência de grandes organizações e complexos industriais, com uma movimentação de elevados volumes de recursos materiais e energéticos. Isso significa a especialização cada vez maior do trabalho e a desvalorização do mesmo. O trabalho produtivo passa a ser executado por máquinas ou é totalmente desprestigiado. A necessária concentração de pessoas tem como consequências o individualismo, o aumento da criminalidade, a decadência dos valores tradicionais e o manejo de grandes volumes de materiais e energéticos a geração de detritos e poluentes, a degradação do meio, dentre outros fatores.

Em vista disso, Schumacher reconheceu, em 1963, a necessidade de desenvolver tecnologias que custassem menos que as de grande-escala e que fossem mais elaboradas que as primitivas. Assim, cunhou a expressão *intermediate technology* para descrever uma tecnologia produzida pelas massas, que faz uso de conhecimentos e experiências modernos, conduz à descentralização, é compatível com as leis da ecologia, respeitando o uso adequado de recursos naturais e é desenvolvida para servir ao homem ao invés de torná-lo um escravo da máquina (SCHUMACHER, 1993; CONGDON, 1977). Trata-se de uma tecnologia superior à primitiva, porém mais barata, mais simples, mais livre e mais acessível que a alta tecnologia, tendo como objetivo básico maximizar o emprego de mão-de-obra e não necessariamente um aumento da produção por homem-hora.

Entretanto, a expressão “Tecnologia Intermediária” falha ao dar a idéia de ser algo inferior à tecnologia de ponta, ao passo que a expressão “Tecnologia Apropriada” está livre do enfoque de engenharia e economia contido em “Tecnologia Intermediária” (CONGDON, 1977).

Objetiva-se autonomia e produção local para necessidades locais. Isto significa construir com os meios disponíveis promovendo o desenvolvimento da própria comunidade. Através disso, realiza-se uma verdadeira revolução cultural (DARROW, 1981), que muda a forma como é visto o próprio desenvolvimento, alterando a relação entre “doutor” e “paciente”, desmistificando o conhecimento (tecnológico) e promovendo o triunfo do homem comum sobre o expert.

No entanto, a aplicabilidade das TAs não é pensada como universal. O conceito não se estende para uma aplicação na tecnologia como um todo, estando mais relacionado com localidades pobres, onde há desemprego e escassez de recursos de capital. Assim sendo, a TA não oferece uma oposição sistemática à tecnologia de grande-escala de uma

maneira geral, não constituindo um novo paradigma para o uso da tecnologia. Em verdade, possui uma aplicação restrita.

Desta forma, enquanto que em uma escala macro, haveria a necessidade de uma reformulação da tecnologia de grande-escala para formas mais adequadas de se lidar com a mesma, diminuindo seus impactos ambientais e sócio-econômicos, na micro-escala da construção de moradias para a população de baixa renda, a introdução de TAs poderia ser altamente benéfica.

### **3. RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**

Em sua obra de referência, *Racionalização da Construção*, Teodoro Rosso (1980) faz menção ao *Discurso sobre o Método* de Descartes (1596-1650) para formular uma conceituação da racionalização do processo de produção. Segundo Descartes, os fundamentos do raciocínio lógico devem estar de acordo com os seguintes princípios:

- não aceitar nada como verdadeiro, enquanto não reconhecido pela razão;
- dividir cada dificuldade em tantas partes possíveis e necessárias para melhor analisá-las;
- conduzir por ordem os pensamentos, começando pelos objetos mais simples e subindo por degraus até os mais complexos;
- fazer revisões completas para que se tenha a certeza de nada omitir.

A partir daí, Rosso (*op. cit.*) formula o conceito de racionalização do processo de produção como “um conjunto de ações reformadoras que se propõe substituir as práticas rotineiras por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões”.

Historicamente, o processo de industrialização assemelha-se ao da mecanização (BRUNA, 1983) e ocorre em três fases distintas. Em sua primeira fase, com a Revolução Industrial, as máquinas genéricas ou polivalentes substituem paulatinamente a força humana como ferramentas no processo de produção. Em uma segunda fase, as máquinas cumprem ciclos completos, havendo uma distinção entre o trabalho manual e o trabalho intelectual de organização. É o início da produção seriada e a criação das linhas de montagem. O trabalho manual, na linha de montagem, favorece a rigidez da atividade de trabalho, mostrada de forma cômica em *Tempos Modernos*, de Chaplin (1933). Uma terceira fase, denominada automatização ou Segunda Revolução Industrial, se verifica com a substituição gradativa do trabalho humano por automatismos. Essa terceira fase libertaria o homem da produção seriada, de ser uma máquina entre máquinas e, desta forma, o objetivo primordial da tecnologia, anteriormente citado, seria atingido. Entretanto, a solução não é tão simples assim.

Particularmente quanto ao setor da construção civil, a introdução do ferro fundido e do vidro a preços acessíveis nos primórdios da Revolução Industrial possibilitou diversas inovações na construção tradicional. As características do aço como elemento construtivo em estruturas permitiam sua pré-fabricação e a montagem no canteiro de obras com substituição simples de materiais conhecidos. O vidro associado ao aço favoreceu a iluminação natural de ambientes, garantindo leveza à construção. Sua aplicação em estu-

fas e em estações de trem possibilitou uma exportação para as colônias, difundindo a técnica construtiva. Se, na primeira metade do século XIX, o prestígio das construções pré-fabricadas em ferro e vidro é alto, culminando com a construção do Palácio de Cristal para a Exposição Mundial de 1851, até hoje um marco da construção industrializada - montada, desmontada e novamente montada em outra localidade, na segunda metade é abandonada a pré-fabricação, para ganhar novo empenho somente um século depois, com o surgimento da Bauhaus. Pode-se dizer que, na segunda metade do século XIX, o desenvolvimento estilístico passou a assumir uma maior importância na Arquitetura que o desenvolvimento técnico (BRUNA, op. cit.).

No século XX, o empenho por uma maior industrialização da construção verificou-se, no bloco soviético, com a criação de políticas habitacionais do tipo construções em massa de habitações segundo projetos-padrão e, no bloco capitalista, com a criação da Bauhaus, em Dessau, em 1924, que propunha a introdução de métodos industriais como a pré-fabricação de ciclo aberto e fechado na produção de moradias. Após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a formulação de uma política habitacional eficaz tinha de levar em conta uma série de limitações como a falta de materiais, um grande déficit de moradias, dificuldades econômicas e a escassez de mão-de-obra especializada. Enquanto que a ausência de materiais e de capital conduz a iniciativas de restauração e reutilização de prédios avariados nos bombardeamentos, a ausência de mão-de-obra especializada tem um efeito positivo: a mecanização da construção, com um maior controle do trabalho em usinas e a montagem simplificada no canteiro.

No Brasil, as primeiras iniciativas de racionalizar a construção se deram na década de 70, com a construção de Brasília e de grandes conjuntos habitacionais no estilo dos programas de massa do pós-guerra europeu, tendo como modelo a produção fabrilizada e a organização do trabalho fordista (FARAH, 1992). Essa produção, tipicamente industrial e em grande escala, sofre com a crise econômica dos anos 80 e é deixada de lado. A partir daí são introduzidas novas formas de racionalização no setor da construção civil.

#### **4. APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS E DE PRINCÍPIOS DE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA HABITAÇÃO SOCIAL**

Algumas características básicas das tecnologias apropriadas são:

- O seu baixo custo;
- O uso de materiais locais;
- O uso intensivo de mão-de-obra;
- Operam em uma pequena escala de produção;
- Podem ser entendidas, controladas e conduzidas autonomamente pela comunidade;
- São simples em sua execução;
- São implementadas em comunidade;
- Usam recursos descentralizados;
- São flexíveis para adaptações;
- Não incorrem em royalties, patentes, taxas etc.

Em vista disso, considerando uma característica básica do setor de construção civil brasileiro, que é a geração de empregos para a mão-de-obra não qualificada, observamos que o objetivo básico das TAs de maximizar o emprego de mão-de-obra se aplica. Além disso, quanto à provisão de moradias para a população de baixa renda, o único item das características citadas acima que poderia ser desconsiderado, por ser contraditório aos interesses de implantar um grande número de unidades habitacionais, relaciona-se ao fato de as TAs envolverem uma pequena escala de produção. Considerando-se o volume de unidades habitacionais que compõem o déficit habitacional brasileiro, a questão é como incrementar o processo de construção de moradias, tornando-o mais rápido e abrangente.

Neste caso, são duas as possibilidades para o setor da construção civil: manter o *status quo* tecnológico, apenas racionalizando as operações artesanais ou mecanizar a produção (BRUNA, 1983). Dadas as dificuldades de escassez de capital e abundância de mão-de-obra não qualificada no Brasil, a primeira opção parece mais acertada. Uma mecanização ou industrialização da construção seria social e economicamente desestabilizante, pois o setor é responsável pela geração de empregos para a mão-de-obra não qualificada, que, de outra forma, engrossaria a reserva de desempregados.

Métodos industriais são em geral caracterizados pela repetição (produção em série) e pela organização (racionalização do processo). Na indústria da construção, porém, alguns fatores negativos impedem a aplicação efetiva deste método, como a dispersão e interdependência nas decisões, a descontinuidade e fragmentação na produção (ROSSO, 1980). Há uma subdivisão clara na produção de edificações que conduz a problemas de incompatibilidade e coordenação entre produtos. Nesse processo encontra-se o setor responsável pelos materiais e componentes da construção, mas além dele, a construção em si, a montagem das peças no canteiro, sendo que “os objetivos dos produtores de componentes, de um lado, e os objetivos dos clientes, isto é, daqueles que encomendaram a produção de um determinado edifício, dos projetistas, dos técnicos e dos empreiteiros, de outro, nem sempre coincidem, acarretando uma ineficiência geral do processo que se reflete, invariavelmente, no custo, no tempo de execução e na qualidade do produto final” (BRUNA, 1983). Verifica-se a necessidade de integrar todas as funções que se encontram setorizadas na construção tradicional. Em vista disso, uma forma encontrada de garantir um processo contínuo de produção no setor foi a pré-fabricação.

Na pré-fabricação em usinas, os princípios industriais (repetição e organização da produção) são mais fáceis de controlar, e a etapa de construção reduz-se à montagem de elementos construtivos. Enquanto que na pré-fabricação fechada ou total há algumas dificuldades relacionadas ao seu raio de ação (estruturas de grande porte implicando em custos elevados de transporte), à necessidade de um mercado contínuo (devido aos altos custos de estocagem dos componentes e à impossibilidade de estocagem do produto pronto/edificação) e à formação de monopólios, a pré-fabricação aberta permite uma maior flexibilidade.

Na habitação social, experiências desastrosas com a habitação em massa comprovaram a ineficácia da industrialização de grande porte. Como exemplo, poderíamos citar os megaprojetos de países do hemisfério Norte, em que o alto custo de painéis-fachada em relação aos painéis-parede levaram à construção de edificações profundas, geminadas em linha, com pouca variabilidade, o que acabou resultando em estruturas monótonas, em

total desatenção a aspectos sócioculturais e estéticos.

Diferentemente desse tipo de pré-fabricação, a de ciclo aberto se dá em função do próprio consumo, nas próprias obras. Enfatiza-se a combinação de elementos construtivos e se possibilita a especialização de pequenas tarefas, favorecendo a racionalização na etapa de concepção do projeto. A racionalização da construção situa-se, desta forma, entre a industrialização fechada, que envolve uma grande escala de produção e a construção tradicional. Verifica-se aqui uma semelhança com as tecnologias intermediárias (*intermediate technologies*) ou tecnologias apropriadas.

Quanto à questão do espectro de aplicação, ou seja, a disseminação do processo construtivo, iniciativas de auto-empreendimento podem ter um efeito multiplicador, contribuindo para a aplicação do mesmo sistema construtivo em uma maior escala. E é justamente na construção por auto-empreendimento que a racionalização das etapas construtivas tem especial relevância.

## 5. CONCLUSÕES

Para a habitação social brasileira, podemos listar, em síntese, algumas características:

O setor da construção civil é responsável pela geração de empregos para grande parte da reserva de desempregados;

- Há limitações financeiras para projetos habitacionais;
- Há uma demanda por um grande número de unidades;
- Há emprego de um excessivo percentual de mão-de-obra não qualificada;
- Há necessidade de prover a população com moradias dignas;
- Uma industrialização maciça na área da habitação social, em um país de diversidades climáticas, culturais e sócioeconômicas tão acentuadas como o Brasil, além de limitações financeiras, encontraria diversas dificuldades de aplicação, principalmente quanto ao atendimento das especificidades de cada região.

A partir dessas constatações, podemos formular alguns caminhos para o desenvolvimento de uma política habitacional consistente:

- Introdução de formas brandas de industrialização, do tipo pré-fabricação de ciclo aberto, com ênfase na racionalização da construção;
- Iniciativas que promovam a participação dos futuros moradores no projeto e na execução de suas moradias (2);
- Adequação da edificação às especificidades regionais de onde se pretende construir.

A partir desses três itens básicos, inúmeras iniciativas são possíveis. O próprio requisito de oferecer aos moradores uma maior participação no processo de geração de moradias, segundo projetos que atendam às características regionais de onde se pretende construir (adequação climática, aos materiais encontrados no local, aos aspectos sócioculturais, entre outros aspectos; ver: KRÜGER, 1998), tornam o tema não-excludente

e permitem diversas possibilidades. Entretanto, havendo uma real atenção aos três aspectos citados, a margem de erro (de projeto, de planejamento e de execução) pode ser significativamente reduzida.

## NOTAS

(1) A Declaração de Limuru foi redigida no Kenya em Abril de 1987, Ano Internacional de Abrigo aos Sem-Teto (*International Year of Shelter for the Homeless*), por representantes de 40 países e 57 ONGs, 45 delas com base em Países do Terceiro Mundo, com o objetivo principal de propor soluções para a questão da moradia nesses países.

(2) A participação integral dos moradores, ou seja, da população diretamente interessada, no processo de construção de moradias, não é apenas um exercício de cidadania, mas o reconhecimento de que somente eles (os futuros moradores) podem identificar com clareza seus próprios anseios e necessidades (TURNER, 1972).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNA, P.J.V. *Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento*. São Paulo: Perspectiva, 1983.
- CONGDON, R.J. *Introduction to Appropriate Technology*. U.S.A.: Rodale Press, 1977.
- DARROW, K.; PAM, R. *Appropriate Technology Sourcebook*. U.S.A.: Volunteers in Asia, 1981.
- FARAH, M.F.S. Formas de Racionalização no Processo de Produção na Indústria da Construção. *Construção*, Rio de Janeiro, n. 307, p. 27-30, mar. 1992.
- HABITAT INTERNATIONAL COALITION. *Building Community: a Third World Case Book*. London: Building Community Books, 1988.
- KRÜGER, E.L. Avaliação de Sistemas Construtivos para a Habitação Social no Brasil. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (1998 : Florianópolis). Anais... Florianópolis: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- PRADILLA, L. Selbsthilfe, Ausbeutung der Arbeitskraft und staatliche Politik in Lateinamerika. In: Soziale Bewegungen und räumliche Strukturen in Lateinamerika. Kassel: Gesamthochschulbibliothek, 1984.
- ROSSO, T. *Racionalização da Construção*. São Paulo: FAU/USP, 1980.
- SCHUMACHER, E.F. *Small is beautiful*. Reino Unido: Vintage, 1993.
- TURNER, J.E.C. FICHTER, Robert. *Freedom to Build*. New York : Macmillan, 1972.
- VESTER, E. *Neuland des Denkens*. Munique : DTV, 1980.
- WIENER, N. *Cybernetics*. New York : John Wiley & Sons, 1948.