

Capítulo Quinto

ENGENHARIA, CONSTRUÇÃO CIVIL E SOCIEDADE¹

Eduardo Krüger

1. INTRODUÇÃO: UM BREVE HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Já na Roma Antiga, o arquiteto Vitruvius (séc. I a.C.) relacionava os primórdios da Arquitetura com a noção de abrigo contra as intempéries, de como a Arquitetura nasce da elaboração do abrigo elementar (POLIÃO, 1999). Seu trabalho é influenciado pela atenção aos fatores climáticos e pela necessidade de adequação das construções ao seu entorno. Antes dele, porém, gregos renomados como Aristóteles (382-322 a.C.), Xenofonte (430-350 a.C.) e Hipócrates (460-380 a.C.) já estabeleciam normas para construção de acordo com a posição do Sol, direção dos ventos, dentre outros fatores.

De um modo geral, os grandes nomes da Arquitetura foram influenciados por princípios climáticos e sua aplicação no projeto arquitetônico. Deve-se a Le Corbusier, entretanto, a concepção das modernas torres de vidro, com seu trabalho *Une Ville Contemporaine*, de 1922, que, embora sendo uma idéia abstrata, abriu o leque para projetos concretos em diversas partes do mundo. O próprio Le Corbusier já presumira o efeito catastrófico da entrada e retenção da radiação solar no verão, mas aí já era tarde. Paralelamente à abundância de recursos energéticos, dispostos da forma mais utilizável possível, como eletricidade, verifica-se um abandono gradual da arquitetura tradicional (vernacula) em favor de uma arquitetura internacional, na qual onde especificidades da região onde se constrói são por diversas vezes desconsideradas e na qual a climatização e a iluminação artificial resolvem todos os problemas. Todo o processo de tentativa e erro de ajustamento da construção à região onde se constrói, ou seja, a própria tradição da Arquitetura passa a ser relegada a um segundo plano.

No Brasil, a formação de uma indústria da construção civil, na qual se supõe uma relação entre firmas construtoras e indústrias subsidiárias, fornecedoras de materiais de construção, surgiu em meio ao processo de modernização que acompanhou a instalação do sistema ferroviário, a partir de 1850. De tal forma que os primeiros engenheiros brasileiros atuaram inicialmente no setor ferroviário, passando em seguida ao aparelhamento dos portos e ao saneamento básico, para somente a partir da década de 20 se dedicarem as edificações de um modo geral (VARGAS *et al.*, 1994). As Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro e de São Paulo, criadas ainda no século XIX, preparavam engenheiros que buscariam o serviço público ou as grandes empresas que cuidavam da infra-estrutura.

¹ Previsto para ser publicado sob forma de artigo na Revista da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE).

Obviamente, anterior à criação de uma indústria formal da construção civil, toda uma arquitetura manufaturada e informal já existia no país. Como em diversos países tropicais onde o processo de urbanização intensiva se agravou somente a partir da metade do século XX (KOENIGSBERGER, 1980), a arquitetura era basicamente rural, desenvolvendo-se de acordo com as possibilidades e especificidades regionais. Durante o período colonial, *os grupos humanos estabeleceram-se próximos às regiões litorâneas [...] e próximos aos rios, que os proveriam de meios de transporte e resolveriam os problemas de abastecimento de água. [...] As técnicas construtivas são marcadas pela disponibilidade dos materiais da região. [...] Praticamente todas as construções eram riscadas ou realizadas ou por mestres de risco, ou por padres, ou por engenheiros militares, como os oficiais de engenharia* (NAGAMINI, 1994). A expansão da indústria cafeeira (1880-1930) estimularia a vinda dos cafeicultores para os grandes centros, com a engenharia atuando *na construção das moradias dos cafeicultores, em geral suntuosas mansões erguidas com materiais locais, [...] ou importados* (NAGAMINI, *opus cit.*). Verifica-se também, neste período, a construção de um grande volume de prédios públicos nas grandes cidades. A construção tecnologicamente estruturada de edifícios encontra apoio nos laboratórios de ensaios tecnológicos, criados a partir da década de 20, como o Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM), de 1926, transformado posteriormente, em 1934, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

2. A QUESTÃO SOCIAL

Em razão das características do Brasil-Colônia, com interesses em defesa do território conquistado, a legislação e a preocupação com uma sistematização e transmissão de conhecimentos em fortificação, artilharia e construção naval, levou à criação das primeiras escolas de ensino militar no Brasil. Desta forma, os primeiros engenheiros brasileiros tinham formação militar. Apenas em 1774 institue-se as aulas de Arquitetura Militar e, em 1792, as de Arquitetura Civil, voltadas sobretudo a métodos de construção de vias e saneamento de cidades. O primeiro centro difusor de ciências no Brasil, no entanto, surge apenas em 1810, com a criação da Academia Real Militar, sendo mantido o padrão de formação militar. Somente em 1858 desvincula-se o Ensino Militar do de Engenharia Civil, sendo criada a Escola Central (PEREIRA, 1994). Em vista deste desenvolvimento histórico, a questão social no Ensino de Engenharia não parece estar presente em suas origens. Isso torna-se claro quando observamos a postura do poder público face à habitação de interesse social quando do surgimento dos primeiros cursos de Engenharia Civil no Brasil.

Para contornar os problemas relacionados ao processo de urbanização acelerada dos grandes centros, as primeiras atuações do poder público, no que se refere à população operária, se deram em três frentes: (1) controle sanitário em habitações, com elevado grau de autoritarismo por parte da Diretoria da Higiene e da Polícia Sanitária; (2) legislação e códigos de posturas e (3) participação direta em obras de saneamento, urbanização e implantação de redes de água e esgoto, tendo esta última medida uma maior eficácia que as duas primeiras.

Assim sendo, até 1930, a participação do Estado na construção de moradias resumia-se ao estímulo à iniciativa privada e à denominada produção rentista. Em 1925, ape-

nas 23.8% dos prédios de São Paulo eram ocupados por proprietários (Boletim do Departamento de Indústria e Comércio *apud* BONDUKI, 1998).

O projeto desenvolvimentista do período Vargas (1930-1945) mostrava o empenho do Estado em tratar a questão habitacional em prol de interesses econômicos e político-ideológicos. O impulso dado à questão habitacional tomava forma através da criação de diversas instituições públicas e privadas e com a realização de seminários e congressos tendo como tema a habitação. Entretanto, tal empenho gerou grande impasse com a instituição da Lei do Inquilinato, em 1942, que fixava o valor dos contratos de aluguel. Tal medida passou a constituir um desestímulo à produção rentista, transferindo para o Estado e para os próprios trabalhadores a responsabilidade pela construção de suas moradias.

Os projetos habitacionais da época buscavam o barateamento através da racionalização da construção, ocorrendo a construção de moradias principalmente na periferia dos grandes centros. Com o fim do período Vargas, interesses políticos contraditórios e a falta de continuidade político-administrativa levaram à interrupção da política habitacional até então em vigor. É nesta época que aparecem soluções informais, como o surgimento de favelas nos grandes centros, situação que se manteria até que, na década de 60, se dessem as primeiras intervenções do Estado com a remoção dos moradores para áreas periféricas. Após o golpe militar de 1964, a remoção de favelas passou a ser uma regra. Tanto o Sistema Financeiro de Habitação como o Banco Nacional de Habitação, privilegiavam programas para a classe média. Somente com a abertura política, na década de 80, é que surgem programas habitacionais tendo como público-alvo a população de baixa renda.

Em suma, interesses político-ideológicos e a própria escassez de recursos fizeram com que, ao longo de grande parte de sua História, o Brasil, como um todo, e as Escolas de Engenharia, em especial, não tivessem como um de seus focos a questão da habitação social.

3. A QUESTÃO AMBIENTAL

Construir significa intervir de forma definitiva no meio natural. Deste modo, toda construção pode ser vista como objeto de degradação do meio ambiente. Desde a extração dos materiais de construção, passando pela fase de uso até o posterior desmonte ou demolição da edificação, o homem exerce uma influência negativa no meio ambiente: extraindo e usando recursos naturais; efetuando modificações irreversíveis no meio natural, atuando diretamente na permeabilidade do solo através da remoção do recobrimento vegetal; modificando o micro-clima local; contribuindo para o aumento de emissões atmosféricas e do grau de poluentes na água; aumentando o ruído urbano etc (KRÜGER, 1998).

A questão dos impactos da atuação do Homem na Natureza, de um modo geral, foi tema das primeiras discussões engendradas pelo Clube de Roma na década de 60 (ODUM, 1988). Criado em 1968 pelo empresário Arillio Peccei, o chamado Clube de Roma reunia cientistas, pedagogos, economistas, humanistas, industriais e funcionários públicos, com o objetivo de debater a crise atual e futura da humanidade.

Enquanto o primeiro relatório elaborado pelo Clube de Roma (*Limits to Growth*, de 1972) pretendeu apresentar cenários catastrofistas de como seria o planeta, uma vez sendo mantido o padrão de desenvolvimento vigente na época, relatórios seguintes alertavam com frequência para a necessidade de se mudar o padrão de desenvolvimento vigente. Podemos citar como exemplo, o 2º Relatório elaborado pelo Clube de Roma (*Mankind at Turning Point*, de 1974), editado por Mihajlo Mesarovic e Eduard Pestel, que identificava dois desníveis em nosso planeta: entre o desenvolvimento humano e a Natureza e entre ricos e pobres, propondo desenvolvimentos diferenciados, específicos para cada região, nos quais se reconhecem as diversidades existentes, tendo como slogan: *think global, act local*.

Interessante observar que, à medida em que iam sendo discutidos temas relacionados ao meio ambiente, acontecimentos noticiados pela grande imprensa mostravam a veracidade dos fatos apresentados nos relatórios e a complexificação das interrelações no ecossistema terrestre devido ao padrão de desenvolvimento adotado. Assim, temos, em 1973/1974 e em 1979/1980, duas ondas sucessivas de elevação dos preços do petróleo no mercado internacional, abalando uma fonte energética que fôra, até então, um dos principais alicerces da sociedade industrial (LA ROVERE, 1985). Por toda parte, verificam-se acidentes relacionados ao uso de fontes de energia não-renováveis, como os acidentes nucleares de *Three Mile Island*, em 1979; o de *Chernobyl*, em 1986, com um débito de cerca de 2500 vidas humanas; a tragédia ambiental causada pelo vazamento do petroleiro Exxon Valdez, em 1989, dentre outros.

Um aspecto fundamental de todo o discurso ambientalista, além da preocupação com a preservação de ecossistemas e com o bem-estar de gerações futuras, diz respeito à preservação de nossa própria espécie. A questão dos limites, tema do primeiro relatório do Clube de Roma, serve de alerta para os efeitos das ações humanas no planeta como um todo.

Tendo em vista a limitação dos recursos materiais e energéticos do nosso planeta, seja nos dias de hoje, seja em projeções futuras, na Engenharia, o caminho para se adequar ambientalmente a construção de novos edifícios, pontes, estradas etc. deve ter como objetivo a criação de um ciclo como os existentes na natureza em que: construção, uso e demolição da edificação acarretem menores danos possíveis ao meio ambiente. (KRÜGER, 1998). Enquanto que algumas linhas de ação nesse sentido são absolutamente perceptíveis, podendo ter um efeito direto na economia de material e na própria lucratividade do construtor, como, por exemplo, a racionalização do processo construtivo (redução do tempo de execução, economia de mão-de-obra) e a redução de desperdícios no canteiro de obras (economia de material de construção), outras apresentam vantagens muitas vezes desconhecidas para quem constrói e tem alguma preocupação com o meio ambiente, indo além das atividades do canteiro. São elas, por exemplo, a escolha adequada de materiais de construção, a eficiência energética da edificação durante seu uso e a demolição ou o desmonte da edificação, ao fim de sua vida útil.

Quanto ao consumo de energia durante o uso da edificação, por exemplo, o desconhecimento de princípios básicos de térmica em edificações por profissionais do setor da construção civil acaba resultando em projetos de ambientes termicamente desfavoráveis, tendo como conseqüências: prédios que apresentam um grande consumo de energia para condicionamento de ar no verão ou para calefação no inverno, ou situações em que a

simples permanência no ambiente, seja ele local de trabalho ou de moradia, torna-se uma experiência bastante desagradável do ponto de vista do conforto de seus ocupantes. Indosse um pouco mais além na análise das conseqüências, poder-se-á verificar a diminuição do rendimento nas atividades a serem realizadas, no caso de ambientes de trabalho, ou mal-estar físico, no caso de moradias. O descuido com a adequação aos elementos do clima, uma das bases da arquitetura, que surge como uma forma de proteção (MARKUS & MORRIS, 1980), é evidente nas modernas torres de vidro, verdadeiras estufas que absorvem radiação solar e impedem a saída do calor armazenado e gerado no ambiente interno. Tais construções necessitam permanentemente de sistemas centrais de condicionamento de ar, com efeitos no consumo de energia e na proliferação das chamadas *sick-building-syndromes*, as “síndromes do edifício doente”.

4. A QUESTÃO TECNOLÓGICA

De um modo geral, técnicas construtivas são transmitidas como um pacote hermético, em que não há espaço para modificações, adições ou adaptações. Adequações das técnicas, ensinadas no meio acadêmico sob a forma de ciência-disciplina (FREIRE-MAIA, 1990), são vistas como tarefa de pesquisadores. No entanto, no grande laboratório de tecnologias apropriadas que são as “cidades ilegais” nas periferias dos grandes centros, inovações construtivas e potencial criativo encontram espaço, proporcionando soluções de baixíssimo custo e que, de certa forma, atendem às necessidades da população carente (TURNER, 1972).

Essa experiência informal de construção por auto-ajuda sem assistência do Estado ou supervisionamento técnico traduz a verdadeira tradição da arquitetura, da tentativa e erro na permanente busca de adequação aos recursos disponíveis. Obviamente, são muitas as soluções impróprias e é inegável que a maior parte delas oferece parcas condições de habitabilidade. No entanto, apesar de consciente de suas necessidades e possibilidades (de construção, de ajuda-mútua, de convívio na comunidade), a população diretamente envolvida não parece tomar parte da etapa de decisão quando da implementação de conjuntos habitacionais.

Uma característica básica do setor de construção civil brasileiro é o emprego de mão-de-obra não qualificada. O setor é responsável pela geração de postos de trabalho para uma parcela da população que, de outra forma, engrossaria a reserva de desempregados. Sendo assim, há que se pensar, tanto no caso citado da geração de moradias para a população de baixa renda, quanto em obras privadas, na adequação da tecnologia ao operário que dela faz uso. Neste sentido, o conceito de tecnologia apropriada (TA), definido ainda na década de 60, por SCHUMACHER (1993), na qual se definia uma tecnologia “com uma face humana”, aliado à racionalização das etapas construtivas parece ser uma saída. Enquanto que o objetivo básico das TAs de maximizar o emprego de mão-de-obra é plenamente atendido, a premência necessária ao tratamento de um déficit habitacional galopante pode ser em grande parte levada em conta. Segundo BRUNA (1983), são duas as possibilidades para o setor da construção civil: manter o *status quo* tecnológico, apenas racionalizando as operações artesanais; ou mecanizar a produção. 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.

Além do aspecto sócioeconômico da aplicação de tecnologias mais adequadas no setor da construção civil, há que se atentar para o aspecto ambiental. Em todo o discurso em favor das TAs estão implícitas críticas à tecnologia de grande-escala. Cita-se, por exemplo, o fato de esse tipo de tecnologia proporcionar uma economia do tipo *robber-economy*, que usa recursos naturais em abundância e com rapidez, provenientes muitas vezes de regiões mais pobres, para transformá-los em bens de consumo de curta vida útil e repassá-los a um alto custo às mesmas regiões de onde saem esses recursos.

Dentre outras críticas, poderíamos ainda citar as seguintes:

- A tecnologia de grande-escala atua contra a natureza e não em seu favor.
- A tecnologia de grande-escala favorece uma exclusão econômica.
- A tecnologia de grande-escala demanda altos custos energéticos e econômicos em sua aplicação.
- A tecnologia de grande-escala priva o homem do trabalho criativo e produtivo, no qual ele usaria cérebro e mãos. O trabalho produtivo na sociedade industrial desumaniza, é fragmentado e monótono, tendo pouco significado para o trabalhador e diminuto prestígio social.

Observando-se, por um lado, alguns princípios básicos do uso da tecnologia de grande-escala, verifica-se que, enquanto na Natureza há limites, havendo equilíbrio, ao passo que na tecnologia de grande-escala não há limites, não podendo portanto haver qualquer equilíbrio. Assim, a tecnologia de grande-escala contém uma contradição a um princípio básico da Natureza, sendo gerada aí uma oposição entre Natureza e Tecnologia.

5. CONCLUSÕES

Já se verifica um esforço por parte de algumas instituições conceituadas como a Escola Politécnica de São Paulo, a UFRJ e a UNICAMP, que, em seus cursos de Engenharia Civil procuram tratar de questões ambientais relacionadas à racionalização do processo construtivo e à conservação de energia. No entanto, na IV edição do Congresso de Engenharia Civil em Juiz de Fora, agosto de 2000, os temas tratados, com poucas exceções, envolviam assuntos tradicionais da construção. Assuntos como adequação climática, tecnologias apropriadas e sustentabilidade vêm fazendo parte quase que exclusivamente de congressos e encontros de Arquitetura, como foi o caso do VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, realizado em Salvador, em abril do mesmo ano.

Através deste artigo procurou-se reunir informações pertinentes ao papel social e ambiental do engenheiro. Acreditamos que a inserção dessas questões nos currículos de Engenharia poderiam contribuir positivamente para uma nova forma de pensar e agir no planejamento e gestão da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONDUKI, N. *Origens da Habitação Social no Brasil*. São Paulo: Estação Liberdade: FAPESP, 1998.
- BRUNA, P. *Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento*. São Paulo: Perspectiva, 1983.
- FREIRE-MAIA, N. *A Ciência por dentro*. Petrópolis: Vozes, 1990.
- KOENIGSBERGER, O.H. *Manual of tropical housing and building*. London: Longman, 1980.
- KRÜGER, E.L. *Analyse von Bausystemen im sozialen Wohnungsbau Brasiliens*. Hannover, 1997. Tese de Doutorado – Escola de Arquitetura, Technische Universität Hannover.
- _____. 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.
- LA ROVERE, E.L. *Economia e Tecnologia da Energia*. Rio de Janeiro: Marco Zero, 1985.
- MARKUS, T.A. & MORRIS, E.N. *Buildings, Climate and Energy*. London: Pitman, 1980.
- NAGAMINI, M. Construção de Edifícios e Engenharia Urbana. In: MOTOYAMA, S. (org.). *Tecnologia e Industrialização no Brasil*. São Paulo: UNESP, 1994.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- PEREIRA, P. Engenharia Militar. In: VARGAS, M. (org.). *História da Técnica e da Tecnologia no Brasil*. São Paulo: UNESP, 1994.
- POLIÃO, Marco Vitruvius. *Da Arquitetura*. São Paulo : HUCITEC, 1999.
- SCHUMACHER, E.F. *Small is beautiful*. Reino Unido : Vintage, 1993.
- TURNER, J.F.C. & Fichter, R. *Freedom to build*. New York: Macmillan, 1972.
- VARGAS, M.; KATINSKY, J.R.; NAGAMINI, M. Indústria da Construção e a Tecnologia no Brasil. In: MOTOYAMA, S. (org.). *Tecnologia e Industrialização no Brasil*. São Paulo: UNESP, 1994.
- IV CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL, 2000, Juiz de Fora: Anais do IV Congresso de Engenharia Civil, Juiz de Fora UFJF, 2000.
- VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador Anais do VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (CD-ROM), Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2000.