

TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Alex Kenya Abiko

1. Técnica, ciência e tecnologia

Para se definir o que vem a ser tecnologia apropriada e seu campo de atuação, deve-se procurar esclarecer inicialmente que tecnologia não deve ser confundida com técnica. Apesar dos leigos e a maioria das pessoas confundirem na linguagem coloquial estes dois termos, tecnologia e técnica são conceitos bastante diferenciados.

A técnica, ao contrário da tecnologia, é tão antiga quanto o homem, pois aparece com a fabricação de instrumentos. E, de acordo com a antropologia, não há homem sem instrumentos, por mais rudimentares que sejam. O homem ao produzir fogo, ou construir ferramentas e armas, estava utilizando-se de uma técnica, o que permitiu que sobrevivesse e pudesse se impor sobre os animais. A fabricação da pedra lascada e o aparecimento do homem seriam assim fatos simultâneos. (Vargas, 1994)

Mais tarde, no período neolítico, o homem descobriu a agricultura, a domesticação dos animais, a cerâmica, os metais e desenvolveu estas técnicas concomitantemente com o desenvolvimento de relações sociais complexas.

As técnicas são transmitidas de geração a geração e são aperfeiçoadas através do conhecimento prático, da percepção e da capacidade de cada indivíduo ou grupo social. Alguns grupos sociais que conheciam determinadas técnicas se organizavam em sociedades de artesãos. Com isso se desenvolveu a agricultura, a metalurgia, a construção de casas, palácios, templos, fortificações, e várias outras atividades apoiadas em conhecimentos técnicos.

Ainda hoje, o pedreiro ao assentar um tijolo para executar uma alvenaria, está utilizando uma técnica que envolve o conhecimento do manuseio da colher de pedreiro, o conhecimento da elaboração de uma argamassa de assentamento misturando cal, cimento, areia e água nas proporções adequadas, e a melhor amarração entre os tijolos e a sua colocação em prumo. O pedreiro ao executar esta alvenaria domina uma técnica e não uma tecnologia.

Isto não quer dizer que o pedreiro, ao desconhecer a tecnologia, possa estar executando de forma inadequada a alvenaria. O bom pedreiro é aquele que domina a técnica. Como curiosidade podemos observar que o assentamento de tijolos executado hoje em dia pouco difere do assentamento de tijolos executado na antiguidade.

Desta forma, a técnica é um saber fazer que caracteriza a presença de uma cultura humana. Com o desenvolvimento da civilização, o homem começou a perceber que determinados fenômenos se repetiam regularmente conforme determinadas regras. Em VI a.C. os gregos descobriam a “*theoría*”, ou seja, o saber que sistematiza os fenômenos aparentemente mutantes. Isto significa que além da diversidade de situações existentes na natureza existe uma realidade que pode ser conhecida, entendida e trabalhada, levando a conclusões que podem ser utilizadas no futuro, em situações análogas.

Os três ramos principais da teoria grega são a metafísica, a física e a matemática, incluindo nesta última a geometria. Esta teoria grega é precursora da ciência moderna que irá surgir com Galileo Galilei. Segundo alguns autores, pode-se considerar a publicação de “*Dialogo dei Massimi Sistemi*”, ou seja *Diálogo sobre os Grandes Sistemas do Universo*, em 1632, como data referencial para a inauguração da moderna ciência.

O método científico conhecido por todos, pressupõe uma hipótese e a partir dela a formulação de uma teoria que deve ser verificada através de um experimento organizado de acordo com a teoria. O

advento da ciência moderna, com o método científico, cria as condições para o aparecimento da tecnologia.

A tecnologia pode ser definida como a solução de problemas técnicos por meio de teorias, métodos e processos científicos. Também pode-se conceituar tecnologia como o estudo científico dos materiais, utilizados pela técnica, e dos processos de construção, fabricação e organização. (Vargas, 1994)

A expressão: Tecnologia = Técnica + Ciência, coloca em termos bastante simples a relação entre esses três conceitos, ou seja, a tecnologia é a incorporação do conhecimento científico ao domínio das técnicas. Após a segunda Guerra Mundial estabeleceu-se definitivamente a tecnologia como a conhecemos hoje em dia.

Com o desenvolvimento que ocorre nos processos industriais e de gestão nos dias atuais, a moderna tecnologia se aproxima cada vez mais da ciência. Pode-se perguntar até que ponto os últimos desenvolvimentos da informática ou da indústria farmacêutica são científicos ou tecnológicos.

2. Tecnologia Apropriada

Tecnologia e técnica são conceitos distintos e que não podem ser confundidos. Cabe então entender o significado da adjetivação apropriada, aposto à palavra tecnologia.

Nos anos 60 observa-se uma contestação cada vez maior dos valores sociais e éticos existentes na sociedade e a comunidade universitária, principalmente nos Estados Unidos e na Europa procura cada vez mais descobrir novos caminhos. (Bloom, 1987).

É a época do surgimento de uma outra maneira de se fazer as coisas, com uma busca de alternativas, muitas vezes alternativas orientais ou que se reportam à natureza. Fala-se em alimentação alternativa, agricultura alternativa, medicina alternativa. Neste período observam-se contestações e críticas aos modelos de desenvolvimento baseados no consumismo, com mudanças profundas no comportamento das comunidades ocidentais. Inúmeras vezes as posições de contestação são ingênuas e românticas, mas conseguiram influenciar a sociedade incutindo esta idéia de alternativo a uma determinada ordem de valores.

Em termos de tecnologia foram lançadas as idéias de tecnologia intermediária, tecnologia alternativa, tecnologia adequada, tecnologia correta, tecnologia comunitária, ecotecnologia, tecnologia modesta, tecnologia participativa, tecnologia progressiva, tecnologia radical, tecnologia doce, tecnologia suave e tecnologia apropriada. Com pequenas diferenças entre elas, estas tecnologias apresentam as mesmas posturas em relação aos prós e contra relativamente às tecnologias modernas. (Jéquier, 1976).

A tecnologia apropriada se coloca em alguma posição entre a mais primitiva técnica da idade da pedra e a mais sofisticada tecnologia informática, posição precisa mais apropriada às necessidades de uma determinada sociedade. Por esta razão esta tecnologia também é conhecida como tecnologia intermediária.

Ernest Schumacher, um economista inglês, introduziu em 1961 o termo tecnologia apropriada a partir de seu interesse e identificação com as obras de Ghandi na Índia. Mais tarde em seu livro "Small is Beautiful", enfatiza quatro critérios para esta tecnologia: pequeno, simples, barato e pacífico. (Schumacher, 1973)

Segundo Darrow e Pam, a tecnologia apropriada é um termo que representa um ponto de vista particular acerca da sociedade e da tecnologia. Eles sugerem que a tecnologia não é nem neutra nem obrigatoriamente restrita a um único caminho de desenvolvimento. Eles reconhecem que

diferentes grupos culturais e geográficos terão diferentes tecnologias apropriadas às suas características, que a auto-determinação tecnológica é essencial para a formação de uma identidade cultural e para a independência política. Eles assumem que o propósito da atividade economicamente produtiva não é apenas o preço do produto mas produzir o que é determinado pelas necessidades sociais, num processo criativo e agradável, e não determinada por ganância desmesurada num processo de produção alienante e repetitivo. Eles colocam que toda a sociedade tem uma tradição tecnológica e que novas tecnologias devem brotar a partir dessa tradição. Eles assumem que o único desenvolvimento que faz sentido é o desenvolvimento do povo e suas habilidades pelo povo e para o povo. (Darrow, 1976)

Assim conceituada, a tecnologia traz em si uma grande carga ideológica, demonstrando que a tecnologia apropriada está definitivamente atrelada a um determinado modelo de desenvolvimento que se almeja. Este modelo de desenvolvimento está atrelado, por sua vez, a um determinado modelo de desenvolvimento político e econômico.

Este é o princípio no qual o termo apropriado é utilizado como adjetivo, isto é, a tecnologia é apropriada para um determinado modelo de desenvolvimento ou para um determinado interesse.

No entanto existe uma outra definição de tecnologia apropriada, menos vaga e mais operacional. Neste caso tem-se uma definição a partir de características específicas da tecnologia, baseada em critérios muitas vezes oriundos de experiências e conhecimentos práticos. (Willoughby, 1990).

3. Características da Tecnologias Apropriadas

Para que uma tecnologia possa ser considerada apropriada diversos autores estabelecem critérios, na maioria das vezes genéricos e não hierarquizados (Viezzer, 1994; Codetec, 1979;). Entre estes critérios pode-se arrolar:

- Integração com o ecossistema: a tecnologia deve exercer o menor impacto ambiental e favorecer a integração com o ecossistema;
- Autonomia local: a tecnologia utiliza matérias primas e energias locais, favorecendo a autonomia local das regiões e dos países;
- Baixo custo: a tecnologia necessita de pouco capital;
- Absorvedora de mão-de-obra: a tecnologia deve se utilizar dos recursos mais abundantes e no caso dos países desenvolvidos, um dos recursos mais abundante é a mão-de-obra;
- Capacitação acessível: a tecnologia não requer níveis muito específicos de especialização da mão-de-obra;
- Menos burocracia: a tecnologia é de domínio público não havendo preocupações com pagamento de patentes ou royalties;
- Adaptabilidade e simplicidade: a tecnologia deve ser de fácil entendimento e absorção, sendo assimilada culturalmente com rapidez.

Atualmente os critérios relacionados com o meio-ambiente e a sustentabilidade têm sido particularmente enfocados como condições para que as tecnologias sejam consideradas apropriadas.

Em termos de construção civil, para conceituar a tecnologia apropriada, é conveniente situá-la em confronto com a técnica tradicional de construção e a tecnologia moderna.

4. Tecnologias Apropriadas em Construção Civil

A técnica tradicional da construção civil continua sendo largamente utilizada. Como exemplo temos a cobertura com uma estrutura de madeira e telhamento com telhas cerâmicas.

Além desta técnica tradicional pode-se também considerar a técnica vernacular. Esta técnica é desenvolvida basicamente em comunidades rurais que pelas suas características de maior isolamento emprega recursos locais tanto em termos de mão-de-obra e equipamentos, como de materiais de construção. Um exemplo são as paredes de taipa de sopapo erigidas com uma estrutura de bambu preenchidas com barro.

A mão-de-obra detém o conhecimento técnico, sendo de utilização intensiva; as ferramentas empregadas são simples, o mesmo ocorrendo com os materiais, simples e locais, retirados ou produzidos nas proximidades. Neste tipo de obra utiliza-se pouco ou nenhum capital, sendo ele substituído pela mão-de-obra do usuário.

A grande maioria das comunidades rurais em países em desenvolvimento utiliza esta técnica vernacular como a única forma de resolver seus problemas de abrigo não havendo nenhum apoio institucional, quer técnico, quer financeiro; a técnica empregada é gerada e dispersa por toda a comunidade baseada principalmente no conhecimento prático transmitido verbalmente e compreende um estoque grande de informações do ambiente físico e como sobreviver nele. Observa-se que a maioria das construções construídas com as técnicas vernaculares e tradicionais apresentam desempenhos higro-térmicos, acústicos e mecânicos razoáveis e que atendem às necessidades dos moradores. (Angel, 1977). A questão que se coloca é que a ausência de uma base teórica para os conhecimentos tradicionais e vernaculares existentes faz com que a técnica seja essencialmente estática com pouca capacidade de resposta às demandas que surgem em função das rápidas mudanças e às novas situações das sociedades urbanas e contemporâneas.

A tecnologia moderna de construção é empregada por construtores e empresários que utilizam o conhecimento técnico e científico desenvolvendo seus sistemas e processos construtivos.

Em termos de organização adota-se uma estrutura de gerenciamento centralizado cuja função é solucionar os problemas básicos, da matéria-prima à venda do produto, passando pela construção, montagem e acabamento de todas as unidades. Esta organização é rígida impondo a todos os seus membros, limites bem definidos de ação. As coordenações são assumidas por pessoas especialmente formadas, compondo um corpo de tomada de decisão estanque e distanciado da grande massa dos trabalhadores. Dá-se toda a atenção à organização formal da construção tanto no escritório como no canteiro.

Este processo se volta à mecanização, que é a substituição de mão-de-obra pelas máquinas, um recurso que possibilita uma maior produtividade no sistema. Com isso tem-se a especialização das atividades manuais restantes, aumentando ainda mais esta produtividade com a eficiência e a aptidão de assumir tarefas específicas.

O processo moderno da construção necessita de capital intenso pois faz uso de equipamentos de produção, transporte e de montagem e com relativa facilidade, reduz-se a perda de tempo ocasionada por mau tempo e por condições improvisadas de trabalho ao fazer uso de elementos pré-fabricados. Uma característica importante deste processo é sua dependência do consumo contínuo e de escala.

A tecnologia apropriada na construção não se apoia no retorno às velhas tradições do construir e também não se apoia na construção em escala que tem produzido empreendimentos monótonos, com uma qualidade projetual duvidosa, pouco agradável de se ver e de se conviver.

O processo apropriado utiliza recursos existentes nas comunidades e com os mesmos, capital, materiais e mão-de-obra procura criar uma forma construída que esteja ao alcance desta comunidade e que haja em sua elaboração uma efetiva participação dos elementos desta mesma comunidade.

Por exemplo, o solo se apresenta como um material de construção que pode ser apropriado, devido a sua abundância, sua facilidade de obtenção, de seu baixo custo e às facilidades de aplicação sendo um material bastante conhecido e empregado em soluções de habitação em diversas partes do mundo.

Na Tabela a seguir apresentam-se as características das técnicas tradicionais, da tecnologia moderna e da tecnologia apropriada na construção civil.

No entanto cabe reafirmar que a tecnologia é apropriada a um determinado modelo de desenvolvimento que se espera de uma sociedade. Na Tabela, a tecnologia apropriada pressupõe um desenvolvimento baseado na ampliação das oportunidades para a maioria da população dos países em desenvolvimento, contemplando aspectos de geração de emprego, melhoria da qualidade de vida, otimização de recursos naturais e sustentabilidade ambiental.

5. Possibilidades da Tecnologia Apropriada em Construção Civil

Apesar do sucesso obtido em outras áreas do conhecimento, não houve muito sucesso na tecnologia apropriada em construção civil. (Spence, 1993; Wells, 1993). Existem várias razões para estas dificuldades.

Em primeiro lugar deve-se considerar a dificuldade de introduzir qualquer inovação tecnológica na construção civil, quer seja ela de um novo processo ou produto, pois este setor é refratário a mudanças. A razão deste fato, principalmente no setor habitacional, pode estar relacionado com hábitos culturais de apego a uma determinada forma de morar que evolui muito lentamente ao longo dos séculos.

Como exemplo pode-se citar a valorização no Brasil de uma casa construída com alvenaria de tijolos maços, em contraposição com casas construídas com painéis pré-fabricados de qualquer material que o seja. Apesar de não haver uma comprovação científica pode-se também constatar uma desconfiança em relação ao comportamento dos novos materiais. Isto porque o material convencional e tradicional já demonstrou seu desempenho ao longo de inúmeros anos.

Algumas exceções à esta idéia devem ser registradas: os tubos de PVC que vieram substituir os tubos de aço galvanizado e as lajes do tipo Prel ou Pré que substituem com vantagens as lajes moldadas "in loco".

Em segundo lugar pode-se registrar a idéia equivocada que a tecnologia apropriada é mais simples que a tecnologia convencional e qualquer indivíduo teria a capacidade de utilizá-la. Como exemplo pode-se citar o tijolo de solo-cimento. (Abiko, 1980)

Sem dúvida é muito auspiciosa a idéia de se misturar a terra, material abundante na natureza, com um aglomerante, no caso o cimento Portland, e obter-se um material de construção resistente e durável. No entanto a composição da terra, ou seja, do solo, é muito importante no estabelecimento da proporção ótima de aglomerante a ser adicionada e a definição desta proporção exige alguns estudos. Por outro lado existe sempre uma tendência a se adicionar uma menor quantidade do cimento tendo em vista seu custo relativo e é difícil avaliar se ao tijolo foi adicionada ou não a quantidade de cimento necessária.

Portanto a tecnologia do solo-cimento não é tão simples assim e se questiona as várias razões pelas quais este material de construção ainda é tão pouco utilizado no país. Apesar das dificuldades, têm-

se procurado estudar e difundir tecnologias apropriadas na construção civil. São os seguintes os materiais de construção mais promissores e que tem sido estudados ao longo dos últimos 20 anos em diversos locais do mundo (Spence, 1993):

- Cimento com fibras
- Blocos de solo estabilizado
- Pozolanas
- Cimento produzido em fábricas de pequeno porte

Além desses materiais pode-se registrar o estudo dos resíduos industriais e agro-industriais como materiais de construção.

6. Próximos Passos

A tecnologia tem tido uma importância cada vez maior em nossas sociedades e o conceito de tecnologia apropriada trás uma visão particular e estimulante de como esta tecnologia pode ser pensada de outra forma que não a convencional ou a chamada “high technology”. No entanto, apesar de se passarem 40 anos, pode-se considerar que esta tecnologia pensada “strictu-sensu” ainda é pouco utilizada e que é pregada ainda por indivíduos e instituições até certo ponto visionárias e alternativas.

Será que é apenas este o legado de tantos anos de trabalho, estudo e militância? Parece que não. Uma leitura que pode-se fazer é que o conceito de tecnologia apropriada atualmente não prevalece na sua concepção mais pura mas que sua idéia contaminou todos os que de alguma forma trabalham com a questão da tecnologia. (Willoughby, 1993)

Colocando de outra maneira, a elaboração de novas tecnologias exige uma integração das esferas técnicas, sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais, fatores que sempre foram colocados pelas tecnologias apropriadas.

Portanto o que se está construindo é uma nova postura de como resolver problemas, considerando os vários e importantes aspectos que envolvem a tecnologia. Neste sentido importa cada vez menos o nome específico com que se adjetiva a tecnologia pois é um senso comum acreditar que ninguém propõe uma tecnologia inapropriada. E o oposto de tecnologia inapropriada vem a ser tecnologia apropriada.

7. Referências Bibliográficas

Abiko, A.K. Tecnologias Apropriadas: Tijolos e Paredes Monolíticas de Solo-Cimento. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1980.

Angel, S., Benjamin S., Degoede K. The Low-Income Housing System in Bangkok. Ekistics, N. 261, Aug. 1977.

Bloom, A. The Closing of the American Mind. Simon & Schuster, New York, 1987. Publicado em português como O Declínio da Cultura Ocidental. Editora Best Seller, São Paulo, 1989.

Codetec – Unicamp. Considerações sobre Tecnologia Apropriada. Campinas, 1979. Darrow, K., Pam, R. Appropriate Technology Sourcebook. Volunteers in Asia Publications, 1976.

Jéquier, N. Appropriate Technology. Development Centre of the Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1976.

Schumacher, E.F. *Small is Beautiful*. Blond & Briggs, London, 1973.

Spence, R., Wells, J., Dudley, E. *Jobs from Housing*. Intermediate Technology Publications, London, 1993.

Vargas, M. *Para uma Filosofia da Tecnologia*. Editora Alfa Omega, São Paulo, 1994. Viezzer, M., Ovalles, O. (org.) *Manual Latino-Americano de Educ-Ação Ambiental*. Editora Gaia, São Paulo, 1994.

Wells, J. *Appropriate Building Technologies: An Appraisal Based on Case Studies of Building Projects in Senegal and Kenya*. Construction Management and Economics, E.&F.N. Spon, N. 11, 1993.

Willoughby, K.W. *Technology Choice, A Critique of the Appropriate Technology Movement*. Intermediate Technology Publications, London, 1990.