



CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ECO-ARQUITETURA

*Alegna Monroy Francisconi

*Anna Paula Bormio

*Karina Elisabeth Lovato

*Hellen Marques B. Souza

*Simone Oliveira F. Vecchiatti

*Soraia Kaestner

** Antonio Manuel Nunes Castelnou

RESUMO:

Neste trabalho, procuramos levantar algumas considerações sobre a *eco-arquitetura*. O artigo é fruto de uma coleta e análise de opiniões sobre o assunto, obtidas a partir de um trabalho realizado na disciplina “Teoria da Arquitetura” do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Filadélfia de Londrina - UniFil.

PALAVRAS-CHAVE: Eco-arquitetura; Teoria da Arquitetura; Tecnologia.

ABSTRACT:

In this paper, some considerations about *green architecture* were raised. The article is based on a research and analysis of opinions concerning this subject, obtained in a work carried out in “Architectural Theory” discipline of the UniFil undergraduate programme in Architecture and City Planning.

KEY-WORDS: Green Architecture; Architectural Theory; Technology.

INTRODUÇÃO

Neste início de milênio, uma nova preocupação está emergindo, com grande força e intensidade, através de uma abordagem que vem tomando cada vez mais espaço na atualidade, não só no Brasil, mas em todo planeta, a qual deriva de condicionantes impostas pelo próprio meio ambiente: o chamado *ambientalismo*. Problemas como a falta de energia elétrica, a racionalização da água, a escassez do petróleo e o alto preço de produtos minerais vêm se tornando freqüentes no mundo contemporâneo, este marcado pela globalização.

* Arquiteta graduada pelo Centro Universitário Filadélfia (UniFil).

** Docente do Centro Universitário Filadélfia.

Arquiteto e Engenheiro Civil.

Mestre em Tecnologia do Ambiente Contruído pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC/USP.

e-mail: castelnou@yahoo.com

A preocupação ambiental, a pesquisa de novos materiais e a reciclagem de produtos, visando diminuir custos e proporcionar soluções projetuais ecologicamente corretas, tendem a se tornar as metas da arquitetura deste novo milênio, a *eco-arquitetura*. Tal tendência, já bastante difundida no ambiente internacional, expandiu-se principalmente em países industrializados, nos quais surgiram graves crises e dificuldades, devido à escassez de materiais ou ambientes naturais, ocasionada exatamente por uma exploração desenfreada e sem planejamento. Isto levou a uma maior conscientização política e também a um empenho crescente em estudos e pesquisas ambientais, que procuram reverter o quadro atual.

Denomina-se *eco-arquitetura* ou *green architecture* (“arquitetura verde”) aquela que usa materiais ecologicamente benígnos, de preferência da própria região onde ela se insere, produzidos a partir do reaproveitamento de resíduos ou de matérias-primas renováveis. Seu principal objetivo seria o de produzir uma edificação que se adapte ao clima, vento, luz, vegetação e topografia, tirando proveito das condições naturais do lugar, reduzindo ou até mesmo eliminando o uso de energia elétrica e equipamentos artificiais. Uma verdadeira arquitetura ecológica, tem o máximo de sustentabilidade e o mínimo de impacto ambiental.

Trata-se assim de uma retomada de valores do passado, em que a simplicidade do viver induzia às soluções econômica e ecologicamente corretas. Mesmo assim, não é preciso abdicar da estética e do conforto, para morar em casas ecológicas, pois seus princípios baseiam-se nos mesmos da arquitetura convencional, que buscam a beleza e o bem-estar de seus usuários. Além da arquitetura, o modo de vida ecológico envolve outros recursos, tais como o uso de bactérias *saprotíticas* (alimentam-se de material em decomposição), adubo natural (por exemplo, cascas de frutas e legumes), móveis de galhos de árvores e demais soluções de *eco-design*. Este artigo procura justamente refletir sobre esse tema da atualidade.

A QUESTÃO DA AUTO-SUSTENTABILIDADE

Nesta passagem de século, a intensidade das características da urbanização em todo mundo geraram dois grandes problemas: a *questão urbana* e a *questão ambiental*. A deterioração do meio ambiente - seja da cidade ou do campo -, segundo CHAFFUN *apud* BONDUKI (1997), é um problema antigo e sempre existiu na história da humanidade. O que é novo, neste início de milênio, é a aceleração dos processos de degradação ambiental que acompanham a urbanização, resultando em uma crescente vulnerabilidade das cidades, problema agravado pela intensidade da concentração urbana em vários países.

A partir da *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*, a ECO’92, realizada no Rio de Janeiro, RJ, reforçaram-se as iniciativas visando associar as duas questões. Muitos eventos internacionais sucederam-se, entre os quais, a *Conferência de Direitos Humanos* (Viena, 1993), a *Conferência Mundial sobre População e Desenvolvimento* (Cairo, 1994), a *Conferência sobre o Desenvolvimento Social* (Copenhague, 1995) e a *Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos* (Istambul, 1996). Esta última, conhecida como a *Cúpula das Cidades* ou *Habitat II*, deu

ênfase à questão urbana ambiental ao definir a sustentabilidade como princípio universal e os assentamentos humanos sustentáveis como objetivo mundial a ser perseguido.

A *sustentabilidade*, conforme ROBINSON apud HELENE & BICUDO (1994), consistiria na “persistência, em um futuro aparentemente indefinido, de certas características necessárias e desejáveis do sistema sócio-político e de seu meio ambiente natural”. Em outras palavras, “sustentável” relaciona-se àquilo que é capaz de se sustentar, ou seja, manter por si mesmo, suportar ou amparar, sendo *auto-sustentabilidade* a qualidade daquilo que é sustentável por si próprio. Assim, segundo ALVA (1997), a *sustentabilidade* deve ser entendida como um conceito ecológico, isto é, como a capacidade que tem um ecossistema de atender às necessidades das populações que nele vivem; ou como um conceito político, que limita o crescimento em função da dotação de recursos naturais, da tecnologia aplicada no uso destes e do nível efetivo de bem-estar da coletividade. Na verdade, tratam-se de conceitos complementares: a partir de certa capacidade “natural” de suporte, as sociedades organizadas buscam ampliar sua capacidade de sustentação para suprir o aumento da população ou a elevação dos níveis de consumo.

Toda sociedade humana, por mais avançada que seja, depende de suas relações de troca com a natureza para sobreviver. Tomando-se por base o modo de vida das comunidades tradicionais, tem-se que as sociedades verdadeiramente sustentáveis caracterizam-se por exercer o controle local sobre o meio ambiente, desenvolvendo um conhecimento detalhado sobre ele e assimilando-o à própria cultura, além de atuar abaixo da capacidade de suporte sustentável dos ecossistemas. De acordo com HELENE & BICUDO (1994), a transição para sociedades mais sustentáveis pressupõe o tratamento de temas ambientais urbanos *tangíveis*, como transporte, uso do solo, qualidade do ar e conservação de energia, da mesma forma que pressupõe o tratamento de temas *intangíveis*, como saúde e segurança pública, igualdade entre os sexos, educação e responsabilidade ambiental, global, etc.

Por isso, a alteração dos processos de tomada de decisões é considerada um ponto essencial da sustentabilidade, visando-se o fortalecimento dos níveis locais, mais aptos a distinguir e estabelecer prioridades e soluções pertinentes. Além disto, a manutenção dos processos ecológicos, da diversidade biológica e do meio físico, garantida pelo manejo cuidadoso dos recursos naturais, é uma conduta essencial em sociedades que desejam se tornar sustentáveis. Segundo MACKENZIE apud CORCUERA (2000), o *desenvolvimento sustentável* deve suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das próximas gerações suprirem as necessidades de seu tempo. Isto significa que é preciso incorporar no planejamento não apenas os fatores econômicos, mas também as variáveis sócio-ambientais, considerando as conseqüências das ações a longo prazo, bem como os resultados a curto prazo.

Para CHAVES & PAIM (1995), o princípio do desenvolvimento sustentável resume o grande imperativo ético-ecológico de nossa época. Ninguém contesta hoje a urgência de se buscar a harmonia entre o desenvolvimento social, de um lado, e o ambiente natural, de outro. A ECO'92 colocou para o nosso país um significado de grande relevância na medida em que enfatizou, em uma única e indissociável discussão, meio ambiente e desenvolvimento. Um de seus pontos mais importantes foi a aprovação da *Agenda 21*, na qual a questão urbana é colocada explicitamente como uma questão ambiental a ser

tratada no âmbito de uma política global, dando ênfase ao acesso dos países em desenvolvimento a tecnologias ambientalmente saudáveis, inclusive em termos concessionais e preferenciais; e o reforço da capacidade destes países em absorvê-las e utilizá-las, além do fortalecimento das instituições dedicadas ao meio ambiente, dos órgãos ambientais, das agências e instituições de desenvolvimento.

Segundo VILLENEUVE, citado pela revista CORREIO DA UNESCO (1992), o *desenvolvimento sustentável* consiste em assegurar uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses de gerações futuras e, ao mesmo tempo, atender às necessidades das atuais. Trata-se de um desafio particular e estimulante para os indivíduos e as coletividades, sendo necessário enfrentá-lo o mais cedo possível, pois, à medida que o tempo passa, torna-se cada vez mais difícil implementar as medidas necessárias à sua efetivação.

Muitas são as ações para se promover o desenvolvimento sustentável. A *União Internacional dos Arquitetos - UIA*, por exemplo, adotou, em 1993, juntamente com o *Instituto dos Arquitetos dos Estados Unidos*, a *Declaração de Interdependência para um Futuro Sustentável*, que coloca a sustentabilidade social e ambiental como sendo o centro de responsabilidade profissional e prática. Alguns documentos, tais como a *ISO 14.000* e a *Agenda Habitat* são de fundamental importância, no sentido de fornecer diretrizes e instrumentos para o melhor desenvolvimento dos recursos econômicos e sociais, com adequado respeito ao meio ambiente, ou seja, o desenvolvimento sustentável.

De acordo com RODRIGUES & ROMERO (1997), citados pela *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC*, na busca de alternativas sustentáveis ao desenvolvimento destrutivo típico do mundo moderno, o *zoneamento ambiental* seria um instrumento que procuraria conhecer as ofertas e as vulnerabilidades dos sistemas naturais, além da sua capacidade diante de um determinado uso e ocupação. Trata-se também de um mecanismo legal de ordenação do território para coibir usos indevidos dos recursos ambientais e estimular ações, que visariam uma melhor adequação das atividades com proteção do meio ambiente. Outro instrumento usado seria a *avaliação do impacto ambiental*, que priorizaria, entre seus objetivos, minimizar e prevenir eventuais conflitos entre as atividades e o meio natural, e um maior grau de aceitação social, considerando os valores sócio-culturais e biofísicos locais.

Atualmente, a tarefa deve ser firme e clara para convencer, tanto a quem está intriguado por essas novas posições, quanto atrair quem está longe delas. É preciso avançar em direção a uma arquitetura sustentável, integrando todas as contribuições parciais, na linha dos pilares expostos anteriormente. Para isto, é preciso recuperar a força da *arquitetura-manifesto* e as convicções utópicas que esta representa, para aprofundar a busca do desenho e, assim, aumentar a capacidade formativa nas contribuições a terceiros.

POR UMA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

O ponto chave do desenvolvimento atual, conforme CORCUERA (2000), é a sustentabilidade, a qual asseguraria que as necessidades presentes fossem supridas, sem porém comprometer as possibilidades futuras. A prática da arquitetura, segundo estes princípios, é chamada de *eco-arquitetura* ou *arquitetura sustentável*, termos estes

intimamente ligados a dois conceitos básicos: energia e meio ambiente. Na arquitetura sustentável, destacam-se a eficiência energética do edifício, a correta especificação dos materiais, a proteção da paisagem natural e o planejamento territorial, além do reaproveitamento de edifícios existentes, históricos ou não, procurando dar-lhes um novo uso e significado.

As preocupações fundamentais dessa corrente arquitetônica são relacionadas às pesquisas energéticas, tais como a busca de fontes alternativas de energia - ar, água, sol etc. -, além de novas fontes de fabricação, baseadas em álcool, gás natural, fluídos e assim por diante. Prevê-se também a gestão de resíduos, a reciclagem de materiais, a bioclimatização, a redução de custos e a democratização do espaço construído. Utilizando materiais como argila e madeira, além de estratégias alternativas de produção e conservação de energia, a arquitetura sustentável constitui-se de versões aperfeiçoadas das habitações seculares. Baseando-se nas experiências da arquitetura vernacular, aplica seus conhecimentos cientificamente, de modo que os mesmos sejam incorporados na prática arquitetônica corrente.

Entre os principais materiais de construções aplicados na eco-arquitetura, os quais devem ser renováveis ou não gastarem muita energia para serem produzidos, estão: a *madeira de reflorestamento*, principalmente o pinho e o eucalipto; o *bambu*, que é também renovável e pode ser usado no piso, teto e paredes; e a *terra crua*, que embora não seja renovável como a madeira, não consome energia nem polui ar e águas ao ser produzida. Além de seu rápido crescimento, o bambu - que demora apenas 5 anos para crescer contra 15 do eucalipto ou 30 do mogno - pode ser cultivado no meio de outras plantações, como, por exemplo, as de cana-de-açúcar, assim como não precisa de máquinas para ser colhido.

Como material de construção, a madeira é abundante - no Brasil, a área reflorestada é de mais de 6,3 milhões de hectares -, versátil e facilmente obtida. Tem boa resistência, baixo peso e reduzido consumo energético, sem falar de sua longevidade, pois pode ser efetivamente protegida contra deterioração por um período de 50 anos ou mais.

Do ponto de vista econômico, a madeira reflorestada é competitiva com outros materiais construtivos, com base em custos iniciais, e apresenta vantagens quando comparada ao custo em longo prazo. Entre suas características para a construção civil, destacam-se a redução do peso das estruturas em até 40%, o alívio das cargas concentradas, o melhor aproveitamento material e a qualidade técnica dos projetos. Sabe-se que, embora cerca de 75% das construções no país tenham suas estruturas de cobertura executadas em madeira, somente 2% utilizam-se de estruturas produzidas por processos industriais.

Na eco-arquitetura, a terra crua pode ser usada através de quatro técnicas de construção: o *adobe* ou *terra-palha*, sistema de origem árabe (*at-tob*) baseado na construção com tijolos rudimentares de terra comprimida e palha, crus e secos ao sol; a *taipa de mão*, *sopapo* ou *sebe*, sistema de engradamento de varas perpendiculares e equidistantes (*pau-a-pique*), onde barro úmido ou molhado é atirado com as mãos, simultaneamente, por duas pessoas; e a *taipa de pilão*, sistema no qual se constrói comprimindo a terra em fôrmas de madeira ou *taipais*, com largura média de 60 cm, resultando em blocos de argila, fibras naturais e pedregulho. Um tijolo de terra crua não consome energia, se comparado ao

cozido: além de poluir o ar, um metro cúbico de tijolo queimado gasta, em média, 1.500 kW.

De acordo com FAIVRE (2000), ao se projetar uma edificação, esta deve pousar em uma paisagem, levemente, não gerando uma marca ecológica injustificada com materiais propostos. Deve-se saber quanto petróleo é consumido para fabricar ou processar os materiais empregados; quanta água intervém no processo de produção; e como completar uma trama urbana existente para não repetir falsas soluções, anti-sociais e insustentáveis. É preciso libertar as energias, a necessidade de inovação, para que a arquitetura some-se à cidade e melhore assim sua qualidade, mobilizando conhecimentos, teorias e práticas de tecnologia social. Sua finalidade deve ser, portanto, assegurar a sobrevivência, deixando para trás uma arquitetura antropófaga, ou seja, “devoradora de homens”.

Voltar-se para a arquitetura sustentável, conforme PESCI (2000), é uma realidade irrefutável, embora muitas vezes - e em algumas ocasiões por longos períodos - seja esquecida. Segundo o autor, esta sustentabilidade baseia-se em quatro pilares. Primeiro, em um *Programa Eco-lógico* - ecológica e economicamente lógico -, para que sua inserção no meio contribua para sustentar a diversidade e a qualidade dos recursos naturais e da sociedade em que se insere.

Em segundo lugar, as *Energias do Comportamento*, para recriar as identidades e as melhores tendências de convivência locais e regionais. Depois, as *Energias do Espaço e do Clima*, para enfatizar as melhores tensões do espaço circundante pré-existente e as do próprio espaço a intervir, de modo a se aproveitar o clima para poupar energias e melhorar o conforto humano. E, finalmente, as *Práticas Morfológicas e Tecnológicas Mais Apropriadas*, que capitalizem a mão-de-obra existente e os materiais locais não-esgotáveis, para conseguir linguagens morfológicas comprometidas profundamente com a história e condições ambientais.

Esses pilares são inovadores, pois resgatam o óbvio e o sensato, e apontam a uma *Nova Modernidade*, que promoveria uma cultura da economia e não do desperdício consumista; uma forma profunda e não uma estética elitista de moda. O que se tem feito genericamente até agora? Estas inovações são tão antigas como a melhor história da arquitetura, contudo, ao mesmo tempo, são novas, porque têm sido freqüentemente esquecidas na prática; em particular nos cenários mais elitistas da reflexão arquitetônica, que muitas vezes, reduzem esta nobre área do conhecimento a uma questão essencialmente esteticista. É importante destacar que desde os anos 50, em paralelo aos acontecimentos da crise ambiental no mundo, o mesmo ocorreu na área de arquitetura e *design* internacional.

Desde a segunda metade do século XX que se percebeu a necessidade de manutenção da diversidade biológica, da saúde humana e da qualidade da água, do ar e do solo, a níveis que preservem a vida e o bem-estar da humanidade, da fauna e da flora terrestres. Esta preocupação refletiu-se em vários setores do mundo moderno, inclusive na arquitetura e no urbanismo. Segundo FIELL & FIELL (2000), nos anos 50, Richard Buckminster Fuller (1895-1983) promoveu o uso mínimo de materiais e energia no *design* e cunhou o termo *Spaceship Earth*, que levou as pessoas a pensar no planeta de uma forma mais holística.

O jornalista e sociólogo norte-americano Vance Packard (1914) também criticou a cultura consumista no seu influente livro *The Waste Makers* (1961), o qual condenava de maneira particular a prática do “construir-em-obsolência”. A este livro seguiu o de Rachel



Carson, *Silent Spring* (1962), que foi o primeiro *best seller* a popularizar o debate sobre o ambiente e a fomentar a consciencialização ecológica e o *design* que prestasse atenção ao meio ambiente. Tais pontos de vista tiveram grande aceitação no início dos anos 70, quando a crise do petróleo aumentou a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais, iniciando-se assim a aplicação do ambientalismo na arquitetura mundial.

O AMBIENTALISMO NA PRÁTICA ARQUITETÔNICA

A crise dos recursos naturais, o aumento da temperatura global, a poluição, o desmatamento, enfim, vários foram os fatores que contribuíram para a formação do cenário internacional que conduziu, a partir dos anos 70, a uma crescente preocupação ambientalista. Os primeiros sinais desta no urbanismo, na arquitetura e no *design* surgiram através de uma reavaliação geral dos conceitos de construir, administrar obras e realizar projetos. A questão era reaprender procedimentos a partir de uma óptica nova e voltada ao ambientalismo.

Inicialmente, apareceram as críticas ao modelo da cidade moderna ocidental, especialmente aquele praticado nos países industrializados, o que desperdiçava energia e incentivava a competição; e não a cooperação entre as sociedades. Também o modo de vida urbano destes centros populacionais passaram a ser analisados cada vez mais, observando-se que se mostravam ineficazes para enfrentar as crises ecológicas globais, assim como para garantir a igualdade e a justiça sociais. Surgiu então uma nova lógica de se pensar o território, na qual o espaço não-urbanizado é visto como tão ou até mais importante que o urbanizado.

No urbanismo, criaram-se desde então leis que protegem o meio ambiente, assim como secretarias ambientais nas cidades, visando acompanhar o crescimento urbano e controlar os problemas ecológicos. Cada vez mais, a idéia da auto-sustentabilidade passou a compor a cartilha de todos os urbanistas. Segundo o *Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Rio de Janeiro - CREA-RJ* (2000), esta pode ser aplicada através de vários itens. Inicialmente, o emprego da *eco-arquitetura*, a qual objetiva a eficiência energética dos edifícios, a correta especificação dos materiais, a proteção da paisagem natural, o reaproveitamento do patrimônio histórico existente e a atenuação da urbanização, além da integração com as condições climáticas locais e regionais.

Conforme a mesma fonte, deve-se também fazer a promoção da saúde e do saneamento, cujo objetivo básico seria o de garantir a qualidade da água para a prevenção de doenças; o tratamento adequado do lixo, evitando contaminação do solo e das águas; e o estabelecimento de um tratamento de esgoto com a utilização prioritária de lagoas de oxidação. Também é necessário o uso de transportes coletivos e não poluentes, o que implicaria na substituição dos transportes individuais, à base de combustível fóssil; e a priorização do transporte coletivo, principalmente o ferroviário, o de navegação e de ciclovias.

Deve-se ainda proteger e conservar os mananciais e as águas, tendo como objetivos os de preservar cursos d'água, proteger a mata ciliar e garantir o uso múltiplo das possíveis represas. Paralelamente, deve-se utilizar fontes renováveis e alternativas de energia, as quais mereceriam um tratamento à parte. Pode-se aproveitar a energia solar, a captação eólica, a biomassa e a energia hidrelétrica de forma sustentável: faz parte da auto-sustentabilidade a ampla conservação da energia. Este esforço implicaria na

redução de desperdícios nas atividades econômicas e nas residências; na geração de produtos menos intensivos em energia e mais duráveis; e na redução, reutilização e reciclagem de dejetos, além do aumento da eficiência energética.

Deve-se desenvolver a agricultura ecológica, a piscicultura e o desenvolvimento do *ecoturismo*; todos estes, como alternativas economicamente viáveis. Também deve-se aplicar a sustentabilidade aos produtos e seus rejeitos, pois se necessita considerar o ciclo da vida dos produtos, desde as fontes de matéria-prima, produção, distribuição, utilização e dejetos, bem como os impactos ambientais que os acompanha, incluindo aí resíduos, contaminação de solos, água e ar, consumo de energia, barulho e *habitat* natural; assim como a reciclagem e o descarte final do produto.

Por fim, ainda segundo o CREA-RJ (2000), a auto-sustentabilidade também se relacionaria à promoção da *Educação Ambiental*, pois se deve promover um intenso esforço de conscientização ambiental, de forma abrangente e integrada às diversas disciplinas, incentivando-se a criação de um *Fórum Ambiental Escolar* e uma *Agenda 21 Escolar*. Da mesma forma, é fundamental o respeito à biodiversidade, o que implicaria em conservar e recuperar o *habitat* natural da fauna e da flora, florestas e matas. Necessita-se combater o desmatamento e repovoar os rios com espécies nativas. E, finalmente, propiciar a aplicação sustentável da biotecnologia e o combate à visão antropocêntrica.

No final dos anos 80, o cuidado com a preservação do meio ambiente também aumentou na arquitetura, quando os projetos procuraram se utilizar de materiais menos agressivos ao ambiente - ou, pelo menos, através da incorporação de soluções tecnológicas que evitassem esbanjamento e desperdício. Os grandes arquitetos investiram mais em alta tecnologia para evitar problemas ecológicos, passando a se preocupar muito mais com a iluminação solar, a ventilação natural e o controle térmico, além de uma crescente utilização de materiais reciclados e/ou alternativos.

A arquitetura ultratecnicista dos anos 80, que ficou sendo conhecida como *hi-tech*, tem atualmente uma versão denominada *eco-tech*, a qual procuraria associar as vantagens da alta tecnologia com as preocupações ambientalistas da auto-sustentabilidade, conforme SLESSOR (2000). Apropriando-se de sistemas computacionais e de fontes energéticas alternativas, seus edifícios propõem-se como organismos autônomos e auto-suficientes, como é o caso de algumas obras dos arquitetos Richard Rogers (1933), Norman Foster (1935), Renzo Piano (1937) e Nicholas Grimshaw (1939).

Depois de vários desastres ambientais e da crescente consciencialização de que a industrialização estava contribuindo para o aquecimento global, surgiu, nos anos 80, o termo *green design* para descrever uma abordagem holística ao *design* ambientalmente responsável. Também conhecido como *eco-design*, este se preocupa em minimizar o desperdício e uso de energia e materiais, levando em consideração o ciclo de vida completo do produto, incluindo a extração de materiais brutos e o impacto do seu processamento; a energia requerida no processo de fabricação juntamente com qualquer produto derivado negativo; a energia requerida para e os efeitos do sistema de distribuição; o tempo de vida do produto; a recuperação das componentes e a eficiência da reciclagem; além dos principais efeitos da sua libertação na natureza através, por exemplo, de aterros ou incinerações.

Segundo FIELL & FIELL (2000), embora a reciclagem possa reduzir o consumo de energia, não a minimiza e, em certa medida, pode de fato ser vista como o perpetuar da cultura do “deitar fora”. O aumento da durabilidade de um produto, por outro lado, minimiza o desperdício e o consumo de energia, duplicando o tempo de vida dos produtos e fazendo com que seu impacto ambiental seja reduzido à metade. Entre os sistemas e materiais recicláveis utilizados pelo eco-design, pode-se citar: o *MDF (Medium Density Fiber)*, fibra de madeira de baixa densidade, extraída de madeira de reflorestamento, especialmente o pinho - depois de moída, a madeira passa por um processo que separa apenas as fibras, as quais são mescladas com uma resina especial -; o *tecido plástico*, material proveniente da reciclagem de garrafas plásticas - estas são moídas e derretidas; depois, através de um espremedor, são transformadas em filamento’; estes são esticados e cortados em pequenos pedaços, tornando-se assim fibras, que são, por sua vez, emaranhadas, torcidas e esticadas várias vezes até formarem fios, prontos para serem tecidos; e a *cerâmica orgânica*, material resultante da prensagem de argila, água e materiais orgânicos, principalmente folhas de árvores, usado para a criação de utensílios domésticos (pratos, copos, etc.).

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

A *arquitetura bioclimática* pode ser conceituada como sendo aquela que está diretamente ligada com o tipo de clima definido em relação ao desenvolvimento dos seres vivos em uma dada localidade, além de possuir uma interpretação bioclimática da vida humana, ou seja, verificar os efeitos do clima sobre a mesma, os quais incidem diretamente ou não, tanto em sua energia como em sua saúde. Exemplificando, sabe-se por experiência que, em certos dias, as condições atmosféricas estimulam e revigoram as atividades humanas, enquanto que, em outras condições, elas deprimem os esforços físicos e mentais do homem. Como estes dados poderiam ser aproveitados no projeto arquitetônico? Este seria o papel da arquitetura bioclimática.

Segundo OLGYAY (1998), um ambiente pode representar para o homem um entorno desolador de pobreza, uma mediocridade cansativa, uma cultura em que habitamos ou uma arte onde todos podem viver. Há uma relação direta entre a qualidade dos ambientes e a saúde física e mental do homem. A medicina curativa alcança seu limite na máxima qualidade e extensão do sistema de instalações e serviços da saúde. Contudo, a medicina preventiva somente atingirá seu verdadeiro potencial quando forem totalmente resolvidos os problemas ambientais, rurais e urbanos, que afetam toda a população. Assim, a estética pode ser vista como uma forma de terapêutica: “a arte verdadeira é uma forma de saúde humana”.

A arquitetura bioclimática entra justamente aí para tentar solucionar esses problemas entre vários outros, tais como a utilização cada vez menor da energia dita “artificial”. De acordo com a revista AMBIENTE (2000), aproximadamente metade da energia gasta na Europa destina-se à manutenção de prédios, e outros 25% gastam-se em transporte. A maior parte desta energia gera-se a partir de depósitos de combustíveis fósseis não-renováveis, dos que não ficarão reservas disponíveis para as gerações vindouras. Além disso, as emissões produzidas pela conversão destes combustíveis fósseis em energia

têm efeitos prejudiciais, suficientemente demonstrados, sobre o meio ambiente.

Passaram-se mais de 20 anos da crise do petróleo, nos anos 70, e os arquitetos continuam contribuindo para instalar enormes caixas de vidro com ar condicionado no centro das nossas cidades, e uma boa parte dos habitantes do mundo industrializado continua recorrendo ao carro individual para chegar ao trabalho, fazer compras ou se divertir.

De maneira paradoxal, a maioria dos habitantes do chamado primeiro mundo é vagamente consciente de que a utilidade a curto prazo tem de se substituir por modos de vida mais sustentáveis, embora no momento sejam muito poucos os preparados para abandonar hábitos esbanjadores. Em grande parte, isto se atribui a uma carência de alternativas confiáveis, que estejam plenamente desenvolvidas. Além disso, a divulgação de conceitos, tais como o da sustentabilidade, ainda depende, lamentavelmente, dos interesses políticos e comerciais. Todavia, tem-se produzido numerosos avanços positivos, como o estabelecimento de normas de controle ecológico dos processos completos de projeto e construção; e foram incrementadas e endurecidas as inspeções sobre o rendimento energético dos prédios uma vez que entram em funcionamento.

Em todo ecossistema, existe uma troca dinâmica entre a flora, a fauna e o meio ambiente. O homem, como parte integrante deste espaço, deve ocupá-lo de forma racional, preservando e recuperando o ambiente. Portanto, a arquitetura bioclimática seria a melhor resposta para projetos com preocupações ecológicas e de preservação da paisagem natural e cultural. Suas soluções envolvem o aproveitamento potencial da luz solar, tanto para a iluminação como para o aquecimento em locais mais frios; a utilização da água para proporcionar tranquilidade, relaxamento mental e também refrescar ambientes em regiões mais quentes; o aproveitamento dos ventos igualmente como fator refrescante etc.. Para tanto, é fundamental que se considere a forma e a orientação dos edifícios, assim como a análise climática do local para o desenvolvimento do projeto arquitetônico.

Segundo MASCARÓ (1992), apesar do clima ser um elemento fundamental para o consumo de energia em uma edificação, ele ainda é pouco discutido e valorizado. O principal papel da arquitetura bioclimática consistiria em reduzir ao mínimo o consumo de energia em um edifício, buscando recuperar e desenvolver novas tecnologias durante o processo de projeto, para otimizar o uso das características climáticas, pois o ser humano passa grande parte de sua vida dentro ou ao redor das edificações construídas por ele mesmo.

Buscando a redução do consumo energético, deve-se analisar os fatores que o determinam, tais como os costumes de uso das edificações e os de projeto das instalações dos edifícios. Deve-se também observar as condições climáticas do local, o desempenho termo-luminoso dos materiais adotados e o desconhecimento generalizado das condições climáticas por parte dos projetistas, onde se evidencia erros em projetos.

Essa carência de conhecimento generalizado confirma o velho problema na construção civil, no qual a falta de rebatimento da teoria na prática acaba frustrando a aplicação dos avanços tecnológicos da construção, já consagrados por pesquisas nacionais e internacionais. Por exemplo, uma fotocélula para energia solar gasta tanta energia para a sua produção, que sua utilização somente será ecologicamente correta em locais onde não exista a energia elétrica. Os arquitetos não necessariamente precisam se utilizar de artigos alternativos para construir suas obras, mas sim devem analisar os meios através

dos quais sua construção consuma menos energia e seja mais renovável.

Ainda conforme MASCARÓ (1992), aliada à idéia da arquitetura bioclimática, existe uma preocupação com a sustentabilidade do edifício - ponto chave no conceito de desenvolvimento sustentável. Tais conceitos estão interligados pelo tratamento dado ao projeto arquitetônico, pois a preocupação com a auto-sustentabilidade, além de ter como característica principal o uso de sistemas alternativos de infra-estrutura pública, também procura tomar medidas eficazes quanto à posição em relação ao sol, aos ventos dominantes e ao clima da região, na implantação do edifício.

Esses conceitos de arquitetura bioclimática obviamente podem ter uma abrangência mais ampla, atingindo toda a escala da cidade, na qual as preocupações ambientais se estenderiam em um nível maior, procurando-se a harmonia do conjunto urbano como um todo, desde a preocupação com o lixo, a poluição de rios, a qualidade do ar e o sistema de infra-estrutura de toda a cidade. Para se projetar seguindo essas idéias, torna-se assim desnecessária a utilização de formas espetaculares e diversas, podendo-se fazer uso das existentes na atualidade.

O arquiteto bioclimático pode até ser ousado na concepção de um edifício, sem entretanto necessariamente prejudicar seu custo energético. Espera-se que um profissional do ramo da construção deva pôr em prática seus conhecimentos para que sua obra não seja criticada posteriormente como insatisfatória ou medíocre. Portanto, deve saber incorporar essa nova visão que marcará, sem dúvida, o milênio que se inicia. A cada dia, as metodologias e técnicas bioclimáticas vêm sendo amadurecidas e, da mesma forma, a conscientização dos benefícios de se fazer uma arquitetura de ética ambiental e com preocupações com a racionalização da energia, vem aumentando cada vez mais. Certamente, resultados compensadores, tanto do ponto de vista econômico como ambiental, serão atingidos.

NA BUSCA DE PRÁTICAS VERDES

São várias as soluções eco-arquitetônicas, também chamadas de *práticas verdes*, que estão cada vez mais sendo aplicadas na arquitetura mundial. Entre elas, podem ser citadas algumas, como a cobertura do telhado com grama, material que, além de ser decorativo, também é isolante térmico, deixando a edificação fresca no verão e mais quente no inverno, assim como a utilização de clarabóias para melhorar a iluminação natural do interior. Outra alternativa seria o uso de estruturas e paredes feitas de terra, um excelente isolante térmico, diminuindo gastos com ar-condicionado e aquecedor; ou de madeira de reflorestamento, que possui baixo custo de produção e não degrada o meio ambiente.

O emprego de materiais reciclados, duráveis e de baixa toxicidade, poderia ser feito para melhorar a qualidade de ar, tais como pneus preenchidos com pedregulho e terra para execução de escadas; garrafas de vidro para fechamento de janelas e tanques de plastocimento (mistura de ferro, sacos de cebola e concreto fino) localizados nas laterais da edificação para receber a água da chuva proveniente do telhado. Além disso, a instalação de um biogestor, que receberia o esgoto dos vasos sanitários e o transformaria em biofertilizante, o qual geralmente é conduzido por baixo da terra para o quintal ou pomar, onde serve de adubo. Também se poderia criar jardins compostos de plantas nativas, que sobrevivem com menos água e cuja irrigação seria feita com a água proveniente do



chuveiro e das pias (cozinha e banheiros), a qual passa por filtros de areia, que sugam a gordura e a deixam própria para a reutilização.

Outra alternativa seria a utilização do paisagismo interno como elemento regulador do projeto. Por exemplo, a colocação de muitas plantas em varandas e janelas que recebem mais vento melhora a umidade do ar. A criação de estufas e jardins internos possibilitariam maior ventilação e integração dos espaços interiores. A geração de energia através de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura, além de placas solares para esquentar a água (custo de investimento alto, pois não há fabricantes nacionais, mas que compensa após certo tempo, pois não se pagará mais contas de luz), também seria uma solução recomendada. Da mesma forma, o reaproveitamento da água de pias e chuveiros para molhar o jardim ou dar descarga, diminuindo o consumo e desperdício de água potável; ou a disponibilidade de açudes ou cisternas localizadas aos fundos da edificação para reserva de água proveniente da chuva, a qual é captada através de coletores instalados nos telhados; ou ainda de poços para captação de água do subsolo.

Consiste em prática verde fundamental a adaptação do projeto às condições climáticas. Exemplificando, se a região é fria, deve-se construir a casa voltada para a face norte, que absorve mais calor - as janelas devem ser protegidas por árvores que desfolhem no inverno e fiquem carregadas de folhas no verão, permitindo a sombra. Se a região é quente e úmida, pode-se usar pilotis para que o ar passe por baixo, refrescando e evitando a umidade. Se a região é quente e seca, recomenda-se empregar paredes de terra e piso de pedra. No centro da casa, deve haver um pátio para garantir sombra e segurar umidade.

Em vários países, a tendência por uma moradia ecológica está cada vez mais abrangente. Na porção ocidental da Austrália, já 20% das novas construções são em taipa de pilão. Em Grenoble, França, o grupo *Craterre* forma mestres em *arquitetura de terra* para atender a uma demanda crescente do mercado. Em Amsterdã, Holanda, várias empresas estão se especializando em revestimentos de resíduos orgânicos, ou seja, industrializando estruturas e coberturas a partir de restos e fibras de plantas. O *Banco ING Group*, por exemplo, executado em 1987 na capital holandesa, é composto por dez torres de escritórios que abrigam cerca de 2.500 funcionários. Estas consomem 92% menos energia do que um banco das redondezas construído na mesma época, o que implica uma economia anual de US\$ 2,9 milhões. Tratam-se de torres de tijolos aparentes, voltadas para a face sul (aproveitamento do calor no hemisfério norte), dotadas de coletores solares e clarabóias, além de esculturas de metal colorido instaladas em pontos estratégicos para refletir a luz e maximizar o efeito do sol.

Outro exemplo de eco-arquitetura seria a *Fábrica Ecover*, realizada em 1992 em Bruxelas, Bélgica. Consiste em uma indústria que fabrica cerca de 16 produtos de limpeza comercializados no mundo inteiro; feita de paredes de adobe, que funcionam como isolante termo-acústico. A obra possui pilares e pisos de madeira, além do teto ser todo coberto de grama e plantas nativas, com clarabóias para permitir a entrada do sol e economizar energia. Na Alemanha, na Universidade de Kassel, o arquiteto e professor Gernot Minke exporta projetos de construções em barro, através de um trabalho artesanal e agradável.

Recentemente, um Conjunto Residencial em Newark, Nova Jersey, EUA foi feito composto por dois edifícios com 128 apartamentos de classe média, nos quais o governo



ofereceu US\$ 17 milhões em subsídios para que as incorporadoras adotassem práticas verdes, como o uso de materiais reciclados e de energia solar. Na Califórnia, por exemplo, o arquiteto David Easton preocupa-se em desenvolver métodos de construção em taipa.

Conforme JODIDIO (1998), em Austin, Texas, o *Center for Maximum Potential Building Systems - CMPBS* é uma organização sem fins lucrativos dirigida por Pliny Fisk III (1944), formado pela *University of Pennsylvania* com ênfase em planejamento ecológico, e sua esposa Gail Vittori (1954), licenciada pela *University of Massachusetts* e especialista em *design* de objetos suspensos e gestão de resíduos, que fazem pesquisas em eco-arquitetura. Seu trabalho caracteriza-se por grandes preocupações ecológicas e de flexibilidade espacial, deixando a beleza, em seu sentido tradicional, em segundo plano. Já Sambo Mockbee (1945) é um arquiteto norte-americano, que fundou, em 1992, juntamente com Dennis Ruth, o *Rural Studio* em Greesboro, Alabama, “para alargar o centro da arquitetura num contexto socialmente responsável”, como extensão acadêmica da *Auburn University*. Sua arquitetura caracteriza-se pela linguagem de materiais simples e inspiração local, voltada a comunidades carentes.

No Brasil, embora as grandes universidades pesquisem exaustivamente técnicas de construção que não agridem o meio ambiente, as descobertas ainda são vistas como coisas exóticas e idealistas, ficando à margem da arquitetura convencional e sendo tratadas como pitorescas ou apenas alternativas. Deve-se ter em mente que é impossível ser totalmente ecológico, já que existem materiais difíceis de serem substituídos como o vidro, podendo-se sim minimizar o impacto ambiental, buscando conforto e economia sem agredir o meio ambiente. Um exemplo a destacar foi o da casa-modelo do arquiteto Sérgio Pamplona, realizada recentemente em Brasília, DF. Trata-se de uma residência com estrutura e paredes de eucalipto, telhado de grama e jardins compostos por plantas nativas, que se utiliza de placas fotovoltaicas, biodigestores, plastocimento e açudes.

Bastante divulgada, também, foi a casa de terra do arquiteto Paulo Montoro, feita em São Paulo, SP. Consistindo em uma residência de adobe, com tijolos aparentes e cobertura em telha cerâmica, esta se constitui em um exemplo das vantagens ecológicas da arquitetura de terra em relação à cerâmica, principalmente no que se refere ao consumo energético. Outro exemplo foi a casa do arquiteto e professor universitário Fábio Canteiro, realizada nos arredores de São Paulo, SP, a qual serviu como base para sua pós-graduação pela Universidade de São Paulo. Nela, a água é puxada diretamente de um lençol d'água, a 20 metros de profundidade, tarefa que é feita através de um moinho de vento com 12 metros de altura.

CONCLUSÕES

Em recente palestra realizada no II Congresso Paranaense sobre o Ambiente Construído - COPAC, realizado em Londrina, PR, o arquiteto Gian Carlo Gasperini questionou qual seria a postura dos arquitetos brasileiros diante da *crise ambientalista*. Na sua opinião, atualmente, existiriam problemas que se apresentam e que precisam de uma ação imediata, tais como a chuva ácida, a poluição ambiental, o buraco na camada

de ozônio, a constatação de florestas dizimadas, etc.. Frente a isto, as ações políticas em curso seriam insuficientes para garantir a superação destes problemas existentes. Uma visão crítica é necessária: precisa-se criar uma consciência da situação e estudar a fundo os meios de superar esses problemas, utilizando uma postura tecnológica adequada.

Existe, hoje, uma tecnologia própria para a criação de cidades e edifícios ecológicos. O edifício ecologicamente planejado é o resultado de movimentos dirigidos para o desenvolvimento de projetos que levem em consideração uma eficiente utilização das energias naturais, como a energia solar ou a eólica; e a utilização de materiais que, na sua fabricação e aplicação, não gerem danos, ou ainda minimizem desastres possíveis no ambiente como um todo. A premissa é que os seres humanos devem viver em harmonia com a natureza. O que ensina a história a esse respeito? Quantas preocupações do arquiteto do passado foram deixadas de lado para satisfazer uma visão especulativa da arquitetura urbana? Como recuperar efetivamente uma postura mais adequada para superar a verdadeira crise ambientalista das cidades brasileiras?

Até algumas centenas de anos atrás, a relação entre os seres humanos e o ambiente era caracterizada pela vontade de se adaptarem por necessidade às condições ambientais. Entretanto, as exigências de conforto eram muito diferentes das atuais, porque as técnicas para dominar a natureza eram muito inferiores às de hoje em dia. Diante desses argumentos, os arquitetos do terceiro milênio precisam aproximar-se mais dos problemas ambientais. É preciso trabalhar para amenizar o impacto ambiental dos projetos, além de incorporar aos conhecimentos arquitetônicos as novas tecnologias necessárias, capacitando-se para os problemas ambientais, causados por nós e pelas gerações que nos precederam.

Segundo Gian Carlo Gasperini, precisa-se, principalmente, inovar nossa arquitetura, valorizando nossa cultura a partir de um conhecimento mais profundo do nosso meio. Os arquitetos brasileiros devem incorporar técnicas simples, mas eficientes, procurando resolver os problemas do nosso meio urbano com inteligência e sensibilidade, e rejeitando fórmulas vindas do exterior, não adequadas à nossa realidade e cultura. Necessita-se, nesse sentido, fugir de fórmulas urbanísticas já obsoletas.

Estas são algumas das condicionantes de uma atuação mais eficiente da arquitetura nacional no desafio do milênio. As respostas deverão depender da velocidade das intervenções, isto é, atuar no mesmo nível das transformações que ocorrem para equilibrar os impactos. Pergunta-se: será que estamos preparados para enfrentar os desafios? O que preocupa Gasperini, de fato, é o preparo das novas gerações para enfrentar o desafio de uma nova postura ética e profissional, onde o lado técnico-ambiental coloca-se ao nível das preocupações sócio-culturais. Atualmente, é fundamental vivenciar nosso meio social, procurando a especificidade de cada lugar, de modo a dotar o ambiente habitável de uma característica própria, capaz de consolidar a permanência da sociedade no lugar. Para isso, deve-se abrir as portas para novas idéias e inovar o processo criativo.

Concluindo, para JOURDA (2000), a relação entre arquitetura e ecologia seria aquela em que seu próximo objetivo é o de inventar edifícios que reajam. Como envoltórios vivos, similares ao corpo humano, com sua pele e suas roupas, transformá-los em algo muito reativo e vivo. Através das biotécnicas, torná-los “estruturas-texturas”, que já não sejam nem naturais, nem artificiais, mas que estejam entre as duas. A natureza não é hoje, nem uma nem outra: o que é artificial torna-se quase natural. A invenção surge então sobre a base de elementos biológicos. A natureza renovará muito rápido o prédio, que se tornará ainda mais tecnológico e, ao mesmo tempo, ainda mais simples, através da integração dos sistemas

de controle. Na sua opinião, não se trata de imitar a natureza, mas de tirar exemplos.

Seja no *design* como na arquitetura e urbanismo, são mais do que nunca necessárias a conscientização ambiental e a busca de um desenvolvimento sustentável, através, principalmente, de uma educação ambiental sistematizada. Para que isto ocorra, é de fundamental importância a criação de órgãos que ensinem à população e ao “público mais esclarecido”, tais como engenheiros, arquitetos, urbanistas, *designers*, etc., a necessidade da preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, E. N. **Metrópoles (in)sustentáveis**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- BONDUKI, N. G. (org.) **Habitat: as práticas bem sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras**. 2.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1997.
- CONSELHO REGIONAL de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo do Estado do Rio de Janeiro - CREA-RJ. *A cidade auto-sustentável*. In: **REVISTA CREA-RJ**. Rio de Janeiro: n. 31, ago./set. 2000.
- CORCUERA, D. **Arquitetura sustentável**. Disponível em: <www.geocities.com/RamForest/Canopy/1/14> Acesso em: 24 nov. 2000.
- FAIVRE, M. *Concurso Ambiente 2000: arquitectura y diseño urbano sustentable*. In: **REVISTA AMBIENTE**. Fundación CEPA. Publicação argentino-brasileira: Terceira Época, Ano XXIV, n. 82, mar./abr./maio 2000.
- FIELL, P.; FIELL, C. **Design do século XX**. Köln: Taschen, 2000.
- HELENE, M. E. M.; BICUDO, M.B. **Sociedades sustentáveis**. São Paulo: Scipione, 1994.
- JODIDIO, P. **Contemporary American Architects**. Köln: Taschen, vol. IV, 1998.
- JOURDA, F. H. *Liberdade, igualdade, frugalidade*. Entrevista realizada pela *Revista Technique & Architecture*. In: **REVISTA AMBIENTE**. Fundación CEPA. Publicação argentino-brasileira: Terceira Época, Ano XXIV, n. 82, mar./abr./maio 2000.
- MASCARÓ, J. L. **Incidência das variações projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. 2.ed. Porto Alegre: Univ. Federal do Rio Grande do Sul, 1992.
- OLGYAY, V. **Arquitetura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1998.
- PESCI, B. *Por uma arquitetura Manifesto*. In: **REVISTA AMBIENTE**. Fundación CEPA. Publicação argentino-brasileira: Terceira Época, Ano XXIV, n. 82, mar./abr./maio 2000.
- REVISTA AMBIENTE**. *Ciudad*. Fundación CEPA. Publicação argentino-brasileira: Terceira Época, Ano XXIV, n. 84, out./nov./dez. 2000.
- SLESSOR, c. **Sustainable architecture and high technology: eco-tech**. London: Thames and Hudson, 2000.
- RODRIGUES, M. A. P.; ROMERO, M. A. B. *A permacultura, o paisagismo e o desenvolvimento sustentável*. Palestra realizada no I Encontro Nacional Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC. Canela RS: 18 a 21 nov. 1997.
- VILLENEUVE, C. *Uma causa pessoal: todo cidadão pode contribuir para a preservação dos sistemas que sustentam a vida em nosso planeta?* In: **REVISTA O CORREIO DA UNESCO**. Ano 20, n.01, jan. 1992.