

- 2.1 O conceito de sustentabilidade
- 2.2 Sobre o caráter holístico, sistêmico e de interdisciplinaridade orientando as atividades da LECS
- 2.3 O usuário: o fim último de nossos projetos
- 2.4 O fator local: o respeito ao espírito do lugar
- 2.5 Projetando com os quatro elementos: terra, água, ar e fogo
- 2.6 Projetando a arquitetura como a expressão de todas as artes
- 2.7 A ótica, a ética e a estética da sustentabilidade
- 2.8 Permacultura
- 2.9 Estratégias específicas
- 2.10 Síntese das recomendações para projetos mais sustentáveis

# 2.

## O NORTE Princípios norteadores das atividades desenvolvidas pela LECS

**N**este capítulo são apresentados alguns dos conceitos, princípios, diretrizes e estratégias que têm orientado a concepção e a construção de edificações e comunidades mais sustentáveis, por parte da Linha de Pesquisas em Edificações e Comunidades Sustentáveis (LECS), do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE).

### 2.1 O conceito de sustentabilidade

A preocupação com a extensão dos danos causados pelo homem, com a sua reparação, assim como com projetos de menor impacto ambiental só muito recentemente adquiriram consistência na história humana. Por isso mesmo, os estudos e teorias desenvolvidos, bem como as novas práticas que passaram a ser adotadas, por serem recentes, não permitem o claro entendimento de muitos dos termos freqüentemente utilizados e, principalmente, o significado destes quando aplicados a intervenções urbanas e arquitetônicas.

Termos como “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável”, “permacultura”, “arquitetura sustentável”, “construções sustentáveis”, entre outros, estão sendo utilizados, muitas vezes, sem que se tenha conhecimento preciso do que representam. Sente-se, pois, a necessidade de esclarecer o significado de alguns desses

conceitos, tal como entendidos pelo NORIE, para a definição de premissas que embasam as atividades adiante descritas.

Muitos dos conceitos relacionados à sustentabilidade são, na verdade, óbvios, já que foram, ao longo da história do homem, a única ou a melhor opção disponível a orientar a maioria de suas intervenções sobre o planeta. Alguns desses conceitos dizem respeito às edificações e às comunidades, à forma de o homem construir ou modificar o seu *habitat*, quando busca minimizar a adição de impactos (pois impactos sempre existem) àqueles já ocorrentes. Algumas atitudes são simples, facilmente entendíveis, e requerem apenas sensibilidade e respeito pelo planeta, pela vida, enfim, tanto de nossos semelhantes e de nossos descendentes quanto dos demais seres que conosco nele convivem. Entre tais atitudes podemos citar:

- a) usar com parcimônia e de modo racional todas as formas de água;
- b) usar, preferencialmente, recursos energéticos renováveis, buscando minimizá-los e usá-los racionalmente;
- c) reduzir o uso de materiais de construção (reduzindo, inclusive, a escala das edificações construídas);
- d) entre os materiais disponíveis, selecionar aqueles menos impactantes, tanto ao homem como ao ambiente; e
- e) quando construir, buscar maximizar a durabilidade da edificação, assim como, nas novas construções, fazer uso de materiais já usados anteriormente e minimizar perdas.

Por outro lado, existem muitas definições para “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável”. Entre as mais singelas destacamos aquelas referidas por Gibberd (2003):

**Sustentabilidade** é viver dentro da capacidade de suporte do planeta e **desenvolvimento sustentável** é aquele desenvolvimento que conduz à sustentabilidade.

A sustentabilidade, em toda a sua abrangência, pode se mais bem entendida quando avaliada em suas diversas dimensões (SACHS, 1993):

- a) **sustentabilidade social**: preconiza uma civilização com maior equidade na distribuição de rendas e bens, reduzindo o distanciamento e as discrepâncias entre as camadas sociais;
- b) **sustentabilidade econômica**: informa que a eficiência econômica deveria ser medida em termos macrossociais, e não somente por meio de critérios macroeconômicos de rentabilidade empresarial;
- c) **sustentabilidade ecológica**: deve ser buscada mediante a racionalização do aporte de recursos, com a limitação daqueles esgotáveis ou danosos ao meio ambiente; da redução do volume de resíduos e com práticas de reciclagem; da conservação de energia; bem como através do empenho no desenvolvimento de pesquisas que façam uso de tecnologias ambientalmente mais adequadas e na implementação de políticas de proteção ambiental;
- d) **sustentabilidade geográfica ou espacial**: propõe uma configuração rural/urbana mais

equilibrada, com a redução de concentrações urbanas e das atividades econômicas; considera, também, a proteção de ecossistemas frágeis, a criação de reservas para a proteção da biodiversidade e a prática da agricultura e da agrossilvicultura com técnicas regenerativas e em escalas menores; e

e) **sustentabilidade cultural**: encontra-se associada à valorização das raízes endógenas, admitindo soluções que contemplem as especificidades locais do ecossistema, de forma que as transformações estejam em sintonia com um contexto que permita a continuidade cultural.

No projeto do Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis (CETHS), a equipe de projeto do NORIE procurou desenvolver diretrizes que incorporassem as **cinco dimensões da sustentabilidade** de Sachs na produção das habitações de baixo custo para o município de Nova Hartz. Com isso, pretendia-se propor soluções saudáveis e confortáveis de habitações, a um preço acessível e com um impacto ambiental minimizado (SATTLER, 1998). As dimensões de Sachs foram traduzidas nas diretrizes a seguir.

A **sustentabilidade social** foi buscada mediante habitações que proporcionassem qualidade de vida, oferecendo às populações de baixa renda a possibilidade de viver dignamente. A reduzida disponibilidade de recursos para as construções foi considerada. Todavia, o objetivo do projeto foi o de produção de habitações que oferecessem saudabilidade e um patamar mínimo de bem-estar ao morador, bus-

cando compatibilizar níveis adequados de segurança estrutural e durabilidade, com economia e habitabilidade, e não apenas a produção de habitações com o menor custo inicial possível.

A **sustentabilidade econômica** do processo de produção das edificações foi projetada para um horizonte temporal, não limitada apenas à sua construção, mas relacionada a iniciativas que, ao mesmo tempo em que buscassem a redução dos custos, previssessem, também, a geração de renda no próprio local da moradia, durante e após a sua construção. Dessa forma, as iniciativas propostas foram:

a) utilização de materiais encontráveis na região, para reduzir custos de transporte e propiciar o emprego da mão-de-obra localmente disponível, possibilitando a geração de renda para a população da municipalidade de Nova Hartz;

b) concepção de projetos à luz de princípios orientados pela racionalidade da coordenação modular (mas sem a substituição insensível do homem pela máquina, que reduz empregos e gera problemas sociais), de modo a possibilitar a adoção de sistemas de construção otimizados e a diminuição de perdas de material; e

c) utilização da mão-de-obra dos futuros moradores, que seriam beneficiados com a aprendizagem de um ofício e que, além disso, tenderiam a ficar mais comprometidos com o projeto, contribuindo, assim, para o êxito social do empreendimento.

Pretendia-se buscar a **sustentabilidade ecológica** das habitações por meio da:

a) escolha responsável dos materiais e sistemas construtivos, considerando os impactos relacionados a essas escolhas;

b) otimização do desempenho energético, na fase de uso da edificação, principalmente através do uso de sistemas passivos de condicionamento ambiental e do aproveitamento de formas de energia naturalmente disponíveis e limpas; e

c) escolha do tipo de implantação, a adequação ao lugar, considerando a topografia e os ecossistemas existentes no local, devendo a edificação resultar integrada a estes.

A **sustentabilidade espacial** foi definida pelo tipo arquitetônico proposto, que deveria apresentar as seguintes características:

a) compacidade, já que a área dos lotes era limitada e assim uma maior área deles poderia ficar liberada para a produção de alimentos;

b) flexibilidade, o que permitiria uma maior adequação às necessidades funcionais específicas dos usuários e tenderia a determinar uma maior diversidade na composição do ambiente urbano; e

c) formalidade das propostas arquitetônicas, de modo a não gerar conflitos entre os moradores, o que poderia contribuir para uma fragmentação do caráter comunitário.

A **sustentabilidade cultural** deveria ser buscada através de duas formas:

a) pela identificação dos elementos da edificação que integrassem a “memória afetiva” da comunidade; e

b) pela identificação de espaços da edificação que constituíssem suporte a atividades e comportamentos típicos dessas comunidades, devendo aqueles receber maior atenção no instante do projeto.

## 2.2 Sobre o caráter holístico, sistêmico e de interdisciplinaridade orientando as atividades da LECS

Independentemente do projeto, um conjunto de princípios está sempre norteando as propostas e intervenções conduzidas. O **primeiro princípio** é o de que toda a proposta deverá apresentar um **caráter holístico**. Esse caráter é buscado pela variedade, o mais ampla possível, de enfoques adotados, de modo a contemplar um vasto leque de necessidades humanas e assim contribuir no estabelecimento de uma “sensação de completo bem-estar físico, emocional” e espiritual. De forma crescente, tem-se buscado, no NORIE, incorporar e aprofundar conceitos que possam enriquecer o *habitat* humano, ou construído, sem prejuízo ao *habitat* natural. Parte-se do pressuposto de que o conhecimento hoje disponível, certamente singular na história humana, é o resultado do acúmulo de conhecimentos, tanto da diversidade de culturas que hoje povoa o planeta como de todas as culturas passadas. A tendência da cultura atual de rejeitar muito do que foi produzido no passado, optando-se pela continuada busca e desenvolvimento

de “novas” tecnologias, sem a necessária precaução com os impactos que os novos produtos possam determinar, para o homem e para o ambiente, e valorizando, apenas, o emprego de novos conhecimentos, novos materiais, novas tecnologias, conduziu-nos ao momento presente, quando impactos de toda a natureza se acentuaram de tal maneira que colocam em risco a sobrevivência humana. Assim, busca-se somar ao conhecimento “científico” do presente as contribuições, muitas vezes “não tão científicas”, herdadas de nossos antepassados, ou de outras culturas, ou até daquelas atuais que, mesmo respondendo aos anseios de determinados contingentes da população, ainda não tenham sido comprovadas cientificamente. O nosso procedimento tem sido o da abertura a um amplo espectro de alternativas e, então, da aplicação, análise, teste ou monitoramento, segundo os procedimentos e técnicas disponíveis na academia, ao mesmo tempo em que observamos o modo e a extensão com que contribuem para a satisfação das necessidades físicas, espirituais, intelectuais, sensoriais e emocionais do homem.

O **segundo princípio** é o da observância às relações sistêmicas entre processos ou fluxos, buscando identificar similaridades com aqueles existentes na natureza, considerando esta como modelo e “contexto”, conforme recomendado por Lyle (1994). Na medida do possível, busca-se agregar ao conhecimento já acumulado a riqueza dos instrumentos disponíveis para a análise de ciclos ou de relações entre eventos e processos.

A nossa época tem se caracterizado pela compartimentação, departamentalização, divisão das

áreas de conhecimento e das atividades, buscando o seu entendimento aprofundado. Assim, desvendamos o código genético, mergulhamos nos segredos subatômicos ou da imensidão do universo, mas consideramos cômodo ou conveniente ignorar as conseqüências de processos ou do uso de produtos que comprometem a nossa sobrevivência. Na área de construção civil, que faz uso de dezenas de milhares de produtos, são inúmeros aqueles nocivos à saúde humana ou ao ambiente, em alguma ou várias etapas de seu “ciclo de vida”. Uma rápida leitura das inúmeras obras da literatura preocupada com tais questões revelará aqueles que são cancerígenos, mutagênicos, disruptivos endócrinos ou os que contribuem significativamente para o aquecimento global, ou os que consomem grandes quantidades de energia em seu processo de produção ou transporte. Estimulamos, pois, os alunos a utilizar ferramentas que ampliem o foco das questões analisadas e que possibilitem identificar etapas anteriores ou subseqüentes, aprofundando o tratamento de questões quantitativas (volume de recursos utilizados, a extensão dos danos e do esgotamento nas zonas de extração, a quantidade de resíduos gerados) e qualitativas (a qualidade, para o homem/ambiente, assim como a nocividade/toxicidade dos produtos gerados em cada etapa do ciclo de vida).

Os dois primeiros princípios acima referidos conduzem, necessariamente, ao **terceiro**, que é a necessidade do envolvimento de equipes interdisciplinares nas diversas etapas da elaboração de projetos ou de sua materialização. O NORIE admite, regularmente, profissionais das áreas de engenharia, arquite-

tura e agronomia. A Linha de Edificações e Comunidades Sustentáveis também já contou com a colaboração de alguns biólogos. Vários alunos das demais linhas de pesquisa do NORIE, particularmente das de Gerenciamento e de Materiais, têm se envolvido no desenvolvimento de anteprojetos ou de projetos conceituais. Os alunos de mestrado e de doutorado da LECS têm contado, freqüentemente, com a co-orientação ou o apoio de professores, da UFRGS e de outras universidades, que possuem formação nas áreas de agronomia, arquitetura, psicologia, engenharia mecânica, biologia, administração, antropologia, educação, engenharia florestal, geografia e geologia, os quais também têm composto as suas bancas de avaliação.

É freqüente, nas etapas iniciais de desenvolvimento de um novo projeto, realizar uma charette, que, ao longo de um, dois ou três dias, busca discutir, conjuntamente com o cliente e com o apoio de equipes multidisciplinares, normalmente contando com vinte a trinta participantes, as diretrizes que o orientarão para soluções mais sustentáveis. Essa conjugação de múltiplos olhares tem enriquecido e aprofundado o significado das propostas desenvolvidas, facilitando a aplicação dos dois primeiros princípios já referidos, e tem se materializado em um conjunto já significativo de construções.

### 2.3 O usuário: o fim último de nossos projetos

Sachs (1993), quando apresenta sua proposta de princípios para o desenvolvimento equilibrado, refere que se deve buscar “garantir a valorização dos recursos específicos de cada região, de modo a satis-

fazer as necessidades básicas da população, tais como alimentação, habitação, saúde e educação, com vistas à autonomia” e que devemos “posicionar o homem como o centro e fim do desenvolvimento, seu recurso mais precioso, e, portanto, buscar o emprego, a segurança e a qualidade das relações humanas, com respeito à diversidade das culturas existentes”.

Cabe perguntar: quão perto ou o quão longe temos nós posicionado este homem, como usuário das edificações que projetamos, do “centro e fim do desenvolvimento”? Estaremos nós atendendo às suas reais necessidades? Quais seriam tais necessidades? Quem é esse usuário? Quem é esse homem?

Ao enunciar o primeiro dos princípios orientadores das atividades da LECS, mencionamos que, dentro do princípio **holístico**, buscamos contribuir para a satisfação de **todas** as necessidades humanas. Isso quer dizer necessidades físicas, cognitivas, sensoriais, emocionais e, sempre que possível, também as necessidades espirituais do homem. Não estaremos nós orientando, no mais das vezes, os nossos projetos para a satisfação de um conceito meramente **estético**, freqüentemente efêmero, muitas vezes dissociados de nossas raízes culturais, influenciados por tendências, também temporais, inspirados por modelos originários de países mais afluentes, projetos que, normalmente, contemplam apenas o sentido da visão? Se pensarmos em termos holísticos, o homem (em sua maioria, já que uma parcela significativa da população nasce ou é vítima de acidentes que limitam o seu pleno uso) não desfruta de um conjunto de sentidos, alguns dos quais, talvez, ainda nem tenham sido adequadamente identificados como tais.

Day (1999) refere que “os órgãos sensoriais nos possibilitam, fundamentalmente, saber o que é importante em nosso entorno; nós experienciamos as coisas através dos sentidos externos: visão, olfato, paladar, som, calor, tato”. Esse autor complementa: “a arquitetura, no que se relaciona a projetos ambientais, é a arte de nutrir estes sentidos”. O que Day propõe é que a arquitetura satisfaça o maior número possível de sentidos.

Alberts (1990), projetista de uma referência internacional de arquitetura sustentável na Europa, a sede do Banco ING, em Amsterdã, comenta que, considerando a importância da sensação do tato, nesse projeto ele buscou identificar aqueles componentes da edificação com os quais os funcionários do banco experimentavam um contato diário ou freqüente. Em função das respostas do levantamento, ele projetou as mesas de trabalho e os corrimões das escadas em madeira, e os trincos das portas em bronze. O arquiteto Otávio Urquiza (2007), que concebeu e construiu uma Ecovila na cidade de Porto Alegre, projetou, para as residências locais, um sistema de ventilação convectiva natural, no qual o ar circula através de um jardim de plantas aromáticas, antes de ingressar nos recintos internos. Da mesma maneira, ao trabalharmos com a natureza, não poderíamos, com o paisagismo, enriquecer ainda mais os projetos, estimulando o sentido da audição, agregando sons (água, pássaros, etc.), e do paladar (com frutos comestíveis, que adicionalmente podem veicular estímulos olfativos, visuais, táteis)? Mesmo o sentido de frio e calor (normalmente não identificado como um dos sentidos humanos) poderia ser estimulado me-

dante projetos habilmente elaborados para abrandar a sensação de desconforto, através de superfícies aquecidas ou resfriadas naturalmente. Com isso estaríamos contemplando, de modo amplo, o usuário em sua **dimensão sensorial**.

A arquitetura atual, em geral, está bem aparelhada em termos de conhecimentos e propostas para satisfazer o homem em sua **dimensão física**. Os ambientes, embora com construções muitas vezes minimizadas em sua área, por questões de custo, atendem aos valores acordados em normas técnicas, que levam em consideração as características físicas das populações, mesmo para aqueles dotados de carências de locomoção, visão e até audição.

Alberts (1990) faz referência à trindade do corpo, alma e espírito. E adiciona que a Terra é também um ser vivo (o que nos reporta à teoria de Gaia) de grande significância espiritual; um ser no qual nós vivemos e que, em última instância, hospeda temporariamente o nosso ser. Isso nos faz refletir que não apenas as nossas necessidades *materiais* devem ser atendidas pela arquitetura, mas também aquelas que dizem respeito à nossa alma e espírito, aquelas que não são diretamente percebidas por nossos sentidos. Embora não seja nossa intenção aprofundar tais aspectos, até por não ser de nossa competência, consideramos relevante destacar algumas relações, quase que intuitivas, que transcendem à percepção dos sentidos humanos, mas que, no entanto, podem ser estabelecidas com os elementos materiais, acima assinalados. Poderíamos, então, inferir a existência de duas outras dimensões: a **espiritual** e a **aními-**



ca. Independentemente de nossas crenças individuais, cada ser humano deve ser respeitado nas suas. A **dimensão espiritual** humana não necessita ser atendida apenas em templos, locais de oração ou de reverência aos mortos. Em maior ou menor extensão, diferentes culturas, e seus arquitetos e construtores, incorporam-na como um componente essencial em seus projetos e construções. Assim, criam ambientes propícios à oração ou meditação; ambientes tranquilos ou ambientes obedecendo a determinados princípios em que são valorizadas as formas, as dimensões, o mobiliário, as cores e mesmo o posicionamento de equipamentos geradores de correntes eletromagnéticas, de maior ou menor intensidade.

Já a **dimensão anímica** está relacionada à alma do indivíduo. É aquela que busca respeitar ou estimular as emoções do indivíduo, e por isso mesmo se aninha no campo da psicologia humana. Ela trata daquilo que nos deslumbra, encanta, apaixonou, pelo contrário, conduz a sentimentos menos desejados. Em outras palavras podemos dizer que é a dimensão que “fala e toca ao coração”.

28

Em vez da trindade de Alberts, anteriormente referido, poderíamos pensar em uma dualidade humana: corpo e espírito. Poderíamos pensar que essa dualidade, presente ao longo da vida humana, está dotada de diversos canais que permitem a comunicação com nossos semelhantes, assim como com outros seres e com a natureza em geral, que seriam os canais ou dimensões sensoriais, anímicas ou cognitivas.

Por fim, a **dimensão cognitiva** é condicionada pela nossa formação cultural ou intelectual. Está

diretamente relacionada àquilo que aprendemos, por nosso empenho, ou que nos é repassada, que herdamos de nossos pais, de nossa etnia ou da sociedade local, mesmo que passivamente. Em boa parte, embora não exclusivamente, ela poderá justificar por que as necessidades de moradia são significativamente diversas, específicas, para um aborígine, para um indígena, para um cidadão urbano ou rural, em cada região de nosso planeta.

É do entrelaçamento, da combinação de todas essas dimensões, que vão resultar as necessidades ou aspirações específicas de cada indivíduo, que o projetista deverá procurar respeitar ou se habilitar para melhor atender.

## 2.4 O fator local: o respeito ao espírito do lugar

A adequação da edificação ao *lugar*, a construção em harmonia com a natureza e a arquitetura bioclimática constituem diretrizes semelhantes, que traduzem uma preocupação *atual*, já que a história nos mostra que até a Revolução Industrial tais princípios constituíam a regra. A partir de então, com a crescente acessibilidade aos combustíveis fósseis, com a despreocupação com eventuais impactos ambientais ou com o seu esgotamento, e com a possibilidade de climatização artificial dos edifícios e da gradual facilitação do transporte de materiais para a sua construção, ocorreu um crescente descaso com a harmonização entre a edificação e o local de sua implantação.

As conseqüências dessa desconsideração são várias: a adoção generalizada de padrões arquitetô-

nicos internacionais, desvinculados da realidade climática brasileira, regional e local, que determina um consumo expressivo de recursos energéticos para a climatização; a importação de materiais de regiões distantes do sítio da construção e, mesmo, de outros países, com implicações no consumo de energia de transporte e em emissões nocivas ao homem e ao ambiente, e na desconsideração e desrespeito às culturas construtivas regionais; a desnecessária e excessiva modificação da paisagem, que varia desde a retirada da camada superficial fértil de solo, até expressivas movimentações de terra, para nivelar o terreno ou criar patamares para a implantação de edificações e vias. Um exemplo que ilustra os extremos que podem ser praticados foi a terraplanagem para o Conjunto Habitacional Santa Etelvina, pela COHAB/SP, em 1983, onde, para a implantação de 40.000 unidades habitacionais, foi realizada uma movimentação de terra equivalente a 21% daquela que resultou na implantação da usina de Itaipu Binacional, em Foz do Iguaçu.

Mas poderíamos nos perguntar se, em paralelo com a preocupação com a adequação da edificação às características físicas do sítio, não haveria a necessidade de sua harmonização com o *espírito do lugar*. Um primeiro questionamento pertinente seria sobre o que seria esse espírito do lugar. Nós entendemos que, da mesma maneira como percebemos de forma diversa, através dos diferentes canais de comunicação com o ambiente (cognitivos, sensoriais ou anímicos), uma atmosfera, uma sensação peculiar ao ingressarmos em uma prisão, em um hospital ou em uma catedral, também a nossa

percepção é diferenciada quando nos colocamos em contato com ambientes naturais diferenciados. Essa percepção pode ser afetada pelo grau de intervenção humana, que pode fazer com que o lugar se torne mais agradável, embora muito mais frequentemente resultando em uma perda de qualidade. Como diz Day (1999), em seu livro *Architecture as a Healing Art*, “às vezes é difícil imaginar que um lugar possa ser tão atrativo e inevitável sem os edifícios”. O mesmo autor entende que

[...] o espírito de um lugar é o sentimento intangível – composto por muitas coisas – que ele transfere. Ele pode, por exemplo, transmitir a sensação de sono, cheirar a coníferas, ser amigável, ventilado, quieto, suas ruas e caminhos não apressando, mas curvando-se levemente, de tal modo que sempre apresentam novidades, cada vez que você passa por eles. Sobre esta composição de experiências sensoriais, reforçadas por associações históricas, nós começamos a sentir que existe algo especial com relação a este local, único, vivo, e evolutivo, mas que resiste a pequenas mudanças. Eu chamo a isto de *espírito do lugar*.

Nas Figuras 1 a 3 buscamos identificar alguns ambientes, todos agradáveis em nosso entender, onde o grau de intervenção humana decresce, da primeira figura para a última. A nossa percepção é a de que os três ambientes despertam um sentimento que gostaríamos que permanecesse imutável, ansiando para que fosse preservado o seu *espírito do lugar*.



Figura 1 – A edificação agregando qualidade ao *espírito do lugar*



Figura 2 – Ambiente natural, com intervenção humana branda.  
Foto: Christiane Carbonell, 2000



Figura 3 – Ambiente natural intocado

Cada construção, pois, modifica o espírito do lugar. Deveríamos nos perguntar, como projetistas, se essa modificação será positiva ou negativa, em face do projeto proposto. Entendemos que, quando intervimos no ambiente natural, devemos buscar identificar esse *espírito do lugar* e construir em harmonia com ele. Assim, também, sempre deveríamos consultar os nossos clientes sobre o tipo de sensação que eles gostariam que a construção lhes transferisse.

## 2.5 Projetando com os quatro elementos: terra, água, ar e fogo

Os quatro elementos da natureza – água, ar, terra e fogo –, integrados à linguagem de nossos ancestrais, também podem ser entendidos como outra forma de referir os requisitos essenciais para o suporte à vida mais ameaçados em nossa sociedade: a água que bebemos, o ar que respiramos, o solo que aninha os produtos que nos alimentam e a energia, essencial para a vida, que perpassa os demais elementos.

Segundo Vale e Vale (1991),

para nossos ancestrais, toda a matéria era composta dos quatro elementos de terra, água, fogo e ar, em proporções variadas. Hoje se sabe ser a composição da matéria muito mais complexa, mas os quatro elementos ainda proporcionam uma forma útil de se enxergar o modo como as edificações interagem com o planeta. As edificações são construídas de materiais tomados da terra, elas são servidas por terra e “fogo” e elas interagem com o ar, água, “fogo” e terra, dos quais os seus ocupantes dependem para sua sobrevivência.

O conceito dos quatro elementos tem contribuído para o lançamento de propostas arquitetônicas e paisagísticas mais sustentáveis no NORIE.

Por um lado, os elementos remetem a significados que enriquecem os projetos e permitem entender as relações harmônicas da natureza, onde cada elemento é fundamental para a sustentabilidade da vida, e sugerem como o homem, e os produtos por ele desenvolvidos, poderia se integrar a essa harmonia. Cada elemento traz um significado próprio, que é aplicado aos diferentes usos e ocupações dos locais de intervenção. Um elemento requer a presença balanceada dos demais, para que se possa alcançar o conceito de um todo unificado e harmônico, em semelhança à natureza, que serve de modelo, inspirando as decisões de projeto. Entendemos que isso também signifique *projetar com a natureza*.



Figura 4 – Uma das edificações identificadas com o elemento TERRA, presente em sua cobertura, construída para o Refúgio Biológico Bela Vista, em Foz do Iguaçu (Sattler et al., 2003)  
Foto cedida pela Central Hidrelétrica de Itaipu, 2003.

Assim, ao pensar no elemento TERRA, estamos pensando, fundamentalmente, nos materiais de construção, nos componentes e sistemas construtivos. Buscaremos analisar o seu ciclo de vida, compreendendo as diferentes fases de seu processo de produção (extração, transporte, industrialização ou manufatura, aplicação, desmonte ou descarte), nas possibilidades de seu reúso ou reciclagem. Ainda avaliaremos a sua toxicidade, as emissões de dióxido de carbono e outros impactos associados à sua extração, produção e transporte. Mas também poderemos pensar na terra sobre a qual a edificação se assenta: na topografia, nas suas condições de suporte de cargas, na sua composição, quando pretendemos utilizá-la como material de construção (Figura 4). Ademais, poderemos avaliar a sua fertilidade e potencial de produção de alimentos e outras plantas, em hortas e jardins. A terra também poderá nos fornecer a biomassa, que poderá gerar a energia que aquecerá os ambientes internos ou que será usada para preparar as nossas refeições. Também através da terra poderemos ter acesso à energia geotérmica, com o uso adequado de tubos enterrados, e a terra nos auxiliará a armazenar energia, através de sua capacidade térmica.

Ao pensar no elemento ÁGUA, estamos nos lembrando de avaliar o regime pluviométrico e a disponibilidade de água local, assim como a qualidade da água localmente disponível, para diferentes fins. Estudamos a possibilidade de captação e armazenamento da água da chuva, das águas superficiais ou das águas de profundidade. As diversas possibilidades de reúso das águas residuárias, depois de adequadamente tratadas (avaliando as também diversas possibilidades de tratamento), não

poderão ser negligenciadas, assim como a possibilidade de emprego dessas águas como um recurso para fertilização do solo, considerando os seus nutrientes e os seus elementos tóxicos ou patogênicos. O conhecimento do terreno nos informará sobre as possibilidades de uso da água, em microquedas de água, assim contribuindo na geração de energia (Figura 5).



Figura 5 – Proposta de projeto para o “Portinho”, no Refúgio Biológico Bela Vista, do complexo de Itaipu Binacional, identificado com o elemento ÁGUA (Sattler et al., 2003)

Na avaliação do elemento AR, buscamos identificar a sua pureza e sobre como evitar os poluentes internos e externos, emitidos pelos materiais, em seu processo de produção, ou ao serem aplicados, ou em seu uso, que possam emitir compostos orgânicos voláteis tóxicos e o comprometimento da saúde humana ou da de outros seres. Avaliamos a possibilidade de ventilação cruzada, como um recurso de condicionamento térmico natural. Em todos os casos, os dados climáticos locais nos possibilitarão conhecer a velocidade dos ventos, para fins de dimensionamento da envolvente da edificação, assim como o seu po-

tencial para a geração de energia.

O elemento FOGO pode nos lembrar sobre os ganhos e perdas de calor, determinantes do desempenho térmico da edificação. A sua intensidade orientará a busca da otimização da disposição da edificação sobre o terreno e das cores das superfícies expostas das edificações, da sua proteção por vegetação arbórea, coberturas ou peles verdes. A iluminação natural, conduzindo a radiação luminosa oriunda do Sol, criará ambientes saudáveis e agradáveis. A sua intensidade poderá ser estendida pela implantação de prateleiras de luz, ou controlada por brises e outras formas de proteção solar, e informará sobre o potencial e a viabilidade de uso de coletores fotovoltaicos ou daqueles destinados ao aquecimento de água.

Por outro lado, além dessas manifestações visíveis, práticas, identificadas por nosso intelecto ou percebidas por nossos sentidos, existem outras formas através das quais os elementos nos informam sobre a qualidade inerente às nossas edificações e cuja comunicação é feita através dos canais anímicos, falando-nos diretamente ao coração. Então pensar os elementos, dessa maneira, faz-nos criar associações claras com os sentimentos que cada um dos elementos veicula.

Assim podemos pensar a ÁGUA como relacionada à fertilidade, adaptabilidade, fonte de vida/alimento; harmonia/paz; meditação; espelho/reflexo; purificação/limpeza; alívio da tensão, etc.

O AR também pode ser associado a vários significados: oxigênio, vida, vento, aroma, transparência, movimento/som, renovação, leveza/elevação e suavidade.

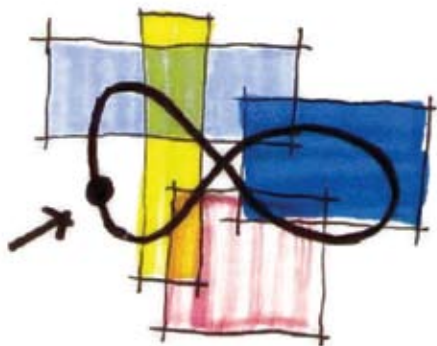


Figura 6 – Uma interpretação artística dos quatro elementos e da vida que neles se apóia e por eles é sustentada

Fonte: Grupo de participantes da *charrette* realizada para o desenvolvimento do Projeto Conceitual para o Refúgio Biológico Bela Vista, 2000

O elemento TERRA é identificado com estabilidade, segurança, firmeza, e associado com significados como solidez, lar/mãe, planeta, vida, alimento/agricultura, riqueza, paisagem, suporte e origem.

Finalmente, o FOGO se relaciona com tudo o que é pleno, brilhante, quente, assim como é associado a significados como calor, paixão, coração, vibração, luz, vida, transformação, energia, ação, explosão, criação e propagação.

Assim podemos dizer que os quatro elementos devem ser incluídos nos projetos, considerando-se os princípios holístico e sistêmico. Um exercício sempre útil é considerar, em cada projeto, os fluxos de materiais, em suas distintas manifestações (terra, ar e água) e energia (fogo). Em composições variadas, os quatro elementos integram as edificações e circulam diariamente através delas. Cabe a nós observar os fluxos da natureza, para que nos sirvam de modelo, de modo a racionalizar o seu emprego e a sua circula-

ção: buscar propiciar a todos os seres níveis ótimos, sem falta, nem excesso. Assim minimizaremos o uso supérfluo e os conseqüentes resíduos. Ademais, dentro da visão sistêmica, veremos que os resíduos (em quantidades não tóxicas) poderão alimentar outras cadeias vivas, na forma de recursos.

## 2.6 Projetando a arquitetura como a expressão de todas as artes

Entendemos que toda obra de arquitetura deve explorar, ao máximo, o seu potencial de, ao ser materializada, constituir a expressão de todas as artes. Concordamos, pois, com Alberts (1990), que diz:

Música, poesia, literatura, dança, pintura, escultura e arquitetura: esta foi a forma com que o pensar humano dividiu a arte. [...] O espírito de síntese agora ganha novo impulso em nosso planeta e nós estamos tentando - neste redespertar para as diferentes formas de expressão artística - combiná-las novamente. Não criando uma pálida mediocridade de todas as artes, mas criando uma nova coesão das artes, onde cada uma delas retém a sua individualidade.

Apesar de sua simplicidade, a Figura 7 ilustra o que foi almejado para o Protótipo Casa Alvorada. Comparada às construções usualmente construídas no país, buscando constituir um lar para populações carentes, o protótipo tenta estabelecer um novo paradigma, cuja meta não é apenas oferecer um teto que substitua o leito da rua ou o abrigo de uma ponte, mas oferecer uma casa que resgate a dignidade do ser humano: que seja funcional, confortável, com avanços significativos de sustentabilidade, de baixo custo e bonita.



Figura 7 – O protótipo Casa Alvorada, no Campus da UFRGS

Ela busca constituir algo como uma escultura (talhada conjuntamente por muitas mãos, dos mais de 30 alunos da LECS/NORIE que participaram de seu projeto, e de quase outros tantos que participaram de sua construção). O piso de sua varanda conjuga peças cerâmicas definindo desenhos que bus-

cam embelezar até o que está por baixo dos pés dos moradores. Bem integrada à natureza, cercada por vegetação, ela atrai pássaros e insetos, que trazem a **música** da natureza para os ouvidos cansados do trabalhador. Quando integrada aos caminhos sinuosos que caracterizam o conjunto habitacional do CETHS, o acesso a ela faz com que o usuário pareça praticar singelos passos de **dança**...

## 2.7 A ótica, a ética e a estética da sustentabilidade

É vital, portanto, que, conscientes do que estamos gerando e deixando como herança para os nossos descendentes, reflitamos e busquemos novas alternativas. Entendemos que, na área da construção civil, tais alternativas devam ser buscadas segundo uma nova **ótica**, alinhada com uma **ética**, seguindo a **estética da sustentabilidade**. Conforme Sattler (2003), somos informados sobre essa **ótica da sustentabilidade**, sobre esse novo olhar para o homem, seu *habitat* e seus sistemas de suporte, através de um grande número de documentos, como o Nosso Futuro Comum, o Relatório Brundtland, a Agenda 21, e de um número muito maior de contribuições escritas, inclusive as específicas à construção civil, publicados nos mais diversos países. Seguiremos os princípios **éticos da sustentabilidade**, quando os nossos projetos e as nossas ações levarem em consideração, como referem McDonough e Braungart (2002), “todas as crianças, de todas as espécies, para todo o tempo”. Orientaremos os nossos projetos segundo a **estética da sustentabilidade**, quando eles expressarem, fisicamente, essa ótica e essa ética, pois, como referido por Colombo



(2004), “a estética de uma dada construção não inclui apenas a beleza plástica, mas a qualidade das suas características em prol da qualidade de vida individual e coletiva, presente e futura”.

## 2.8 Permacultura

A permacultura é um conjunto de conceitos e propostas que busca a criação de ambientes humanos sustentáveis. É uma contração das palavras “permanente” e “agricultura” ou “permanente” e “cultura”. A permacultura foi criada no final dos anos 1970 por Bill Mollison e David Holmgren, na Austrália, e não trata somente dos elementos de um sistema, mas, principalmente, dos relacionamentos que podemos criar entre eles, por meio da forma com que os colocamos no terreno.

O objetivo é a criação de sistemas, que, sendo ecologicamente corretos e economicamente viáveis, se retroalimentem, não explorando ou poluindo, sendo sustentáveis no longo prazo. Para tanto, a permacultura busca reproduzir os modelos da natureza, criando ecossistemas cultivados, a partir da observação/reflexão/design, estabelecendo um processo cíclico, em que, após o design, há uma nova observação, uma nova reflexão e, então, se necessário, o redesenho.

### Ética da permacultura

A permacultura possui uma ética que se apóia em três pilares:

a) **cuidado com a Terra**, que nos orienta sobre como cuidar de todas as coisas, vivas ou

não. Isso implica atividades inofensivas e reabilitantes, conservação ativa, uso de recursos de forma ética e comedida, e um estilo de vida correto (trabalhando para criar sistemas úteis e benéficos);

b) **cuidado com as pessoas**, orientando sobre como suprir as necessidades básicas de alimentação, abrigo, educação, trabalho para as pessoas, assim como sobre construir contatos humanos mais saudáveis. Tais cuidados são importantes porque, mesmo que as pessoas constituam apenas uma pequena fração da totalidade dos sistemas vivos do planeta, o impacto que elas causam é significativo e perdura por longos períodos; e

c) **cuidado com a distribuição dos excedentes**, que representa o investimento de tempo, dinheiro e energia para alcançar os objetivos de cuidado com a Terra e de cuidado com as pessoas. Isso significa que, após termos suprido nossas necessidades básicas e projetado nossos sistemas, de forma otimizada, dentro dos limites possíveis, poderemos utilizar nossas energias para auxiliar a outros no alcance desses objetivos.

### Princípios da permacultura

Existem alguns princípios inerentes a qualquer projeto permacultural, em qualquer clima e escala. Eles são derivados dos princípios de várias disciplinas: ecologia, conservação de energia, paisagismo e ciência ambiental. Resumidamente são:

a) **localização relativa**: cada elemento (casa, açu-

des, estradas, etc.) é posicionado em relação ao outro, de forma a se auxiliarem mutuamente;

b) cada elemento executa muitas funções: cada elemento no sistema deverá ser escolhido e posicionado de forma a desempenhar o maior número possível de funções;

c) cada função importante é apoiada por muitos elementos: sempre se busca suprir necessidades básicas como água, alimentação, energia e proteção contra o fogo, através de duas ou mais formas;

d) planejamento eficiente do emprego de energia: isso é possibilitado pelo posicionamento de plantas, áreas para animais e estruturas, de acordo com **zonas** (energias internas) e **setores** (energias externas). O planejamento por zonas trata do posicionamento dos elementos, de acordo com a frequência com que os utilizamos ou com a necessidade de visitá-los (áreas que precisam ser visitadas todos os dias são localizadas mais próximo, enquanto locais visitados menos frequentemente são posicionados mais distante). Os setores estão associados às energias que requerem a nossa ação para melhor controlá-los: os elementos do sol, luz, vento, chuva, fogo e fluxos de água, que têm sua origem fora do sistema e por ele transitam;

e) uso preferencial de recursos biológicos, em vez de combustíveis fósseis;

f) reciclagem local de resíduos;

g) policulturas e diversidade de espécies;

h) emprego de bordas e padrões naturais; e

i) consciência de que não existem problemas, mas oportunidades.

A proposta da permacultura contempla uma relação de “harmonia produtiva com a natureza”, de forma que todas as atividades antrópicas sejam desempenhadas sob uma ótica conservacionista. O próprio termo “permacultura”, ao resultar da junção das palavras “permanente” e “cultura”, implica o estabelecimento de concepções que se baseiem em uma relação mais duradoura e equilibrada com o meio socioambiental.

A formulação dos princípios da permacultura é devida a Bill Mollison, um biólogo da Tasmânia que afirmava que é a cooperação, e não a competição, a verdadeira base da vida no planeta.

Exemplos das propostas de permacultura têm ocorrido nos chamados Projetos Ecológicos, alguns deles concebidos a partir de um tripé de considerações: Paisagismo Produtivo, Edificações Autônomas e Infra-estrutura Ecológica. Com o Paisagismo Produtivo, busca-se, além dos usos convencionalmente estabelecidos para o paisagismo, a produção de alimentos isentos de produtos tóxicos. Com as Edificações Autônomas, visa-se assegurar, naturalmente, o conforto térmico e ambiental, reduzindo ou eliminando o uso de sistemas artificiais de ventilação, arrefecimento e aquecimento. Através da Infra-estrutura Ecológica, almeja-se uma maior independência energética, fazendo uso de energia eólica ou solar, além do aproveitamento das águas pluviais e do reúso de águas residuárias. O objetivo é captar os fluxos energéticos naturais do

sol, do vento, da água e dos nutrientes, que constituem a matéria biológica, criando ciclos produtivos no sistema e evitando a ocorrência de efeitos nocivos.

## 2.9 Estratégias específicas

Paralelamente aos princípios gerais e da diretriz da sustentabilidade, algumas estratégias específicas em relação ao conforto ambiental, ao aproveitamento e ao reuso de recursos orientam quanto à escolha dos materiais e sistemas construtivos e quanto aos aspectos econômicos e sociais.

### a) Estratégias para o conforto ambiental

O conforto ambiental é um fator que promove a qualidade da edificação e a conseqüente qualidade de vida do usuário. Sendo assim, o projeto de edificações deve buscar satisfazer às necessidades básicas dos usuários no que concerne ao conforto térmico, lumínico e acústico, que integram o escopo do conforto ambiental.

Segundo Lyle (1994), a edificação é uma mediadora entre o Sol e a Terra. Assim, deve-se projetar uma edificação de forma a controlar o fluxo de energia (calor), para obter conforto térmico no seu interior. Nesse sentido, a estratégia é trabalhar com a forma da edificação, ou seja, modelar a edificação de forma a guiar os fluxos de energia. As estratégias apresentadas a seguir são algumas das condicionantes para a definição da forma das habitações projetadas.

Quanto ao conforto térmico, Lyle (1994) adiciona à forma das edificações os seguintes elementos da envoltória:

- a) isolamento térmico, para manter ou excluir o calor, quando necessário;
- b) superfícies transparentes, para permitir a entrada da radiação solar, quando necessário;
- c) massa térmica, para armazenar calor e liberá-lo, quando necessário;
- d) elementos de sombreamento, para bloquear a entrada de radiação solar pelas superfícies transparentes;
- e) aberturas, para direcionar e controlar os fluxos de ar.

Para conferir níveis de **isolamento térmico** adequado à realidade climática local, é proposta a utilização de:

- a) cobertura vegetal, que, através de uma camada de solo com vegetação, soma os efeitos de um significativo isolamento térmico com os de resfriamento evaporativo, evitando a ocorrência de variações significativas na temperatura da cobertura;
- b) cobertura, com suas superfícies de maior área, voltada para a orientação sul, quando em latitudes intertropicais, ao sul do Equador, de modo a diminuir a densidade da radiação solar incidente; e
- c) chapas metálicas recicladas incorporadas à estrutura do telhado, para desempenhar o papel de barreira à radiação térmica incorporando mais uma camada de ar (isolante) entre o telhado e o forro, o que reduz significativamente a transmissão de calor através da cobertura.

Em termos de **superfícies transparentes**, deve-se localizar a maior área de superfície envidraçada na fachada orientada para o norte, evitar grandes áreas de superfícies transparentes voltadas para o sul, para diminuir as perdas de calor para o exterior no período frio, e investir em esquadrias de boa qualidade, que promovam estanqueidade adequada para a edificação no inverno.

Quanto à **massa térmica**, deve-se buscar a utilização de elementos construtivos com adequada capacidade térmica, que possibilitem, durante o inverno, armazenar calor durante o dia, de modo a reemitir-lo para o interior durante a noite, com o que a temperatura interna da edificação se mantém estável, em torno da temperatura de conforto térmico. Servem como exemplo:

- a) alvenaria de tijolos cerâmicos, de pedra ou terra crua (adobe, taipa de mão, taipa de pilão, etc.);
- b) cobertura vegetal, com uma camada de solo com vegetação;
- c) cobertura plana, com uma lâmina de água em sua superfície, que, em adição à sua capacidade térmica, ofereça uma barreira adicional à passagem de calor, e permita o resfriamento evaporativo da superfície externa; e
- d) piso de alta inércia.

Em termos de **elementos de sombreamento**, para minimizar os ganhos de calor pela edificação durante o verão, propõe-se a utilização de:

- a) árvores frutíferas caducifólias junto à edifica-

ção (fachadas norte e oeste, fundamentalmente), que absorvam e reflitam a radiação solar, proporcionando sombra e ar fresco, criando um microclima abrandado em torno e dentro da edificação;

b) cobertura verde, com plantação de flores e/ou vegetais, ou cobertura plana com água e plantas aquáticas, que interceptem a radiação solar através de suas folhas;

c) pergolado, com vegetação produtiva caducifólia, junto à fachada oeste das edificações, para interceptar a radiação solar durante o verão, permitindo sua incidência sobre a fachada no período de inverno, após a queda das folhas; e

d) brises, beirais alongados ou pergolados com vegetação produtiva caducifólia, junto à fachada norte, acima das superfícies envidraçadas, impedindo a incidência de radiação no verão e permitindo a sua passagem no inverno.

Quanto a aspectos de **ventilação**, visando diminuir as temperaturas no interior da edificação no verão e promover a qualidade do ar interior no inverno, propõem-se:

a) utilização de portinhola móvel nos beirais, e abertura de saída de ar, na parte mais alta da cobertura (cumeeira), para prover ventilação adequada no espaço entre o forro e o telhado durante o período de verão (portinhola aberta). Assim se reduzem as trocas convectivas de calor entre o forro e o telhado, reduzindo, tam-

bém, a emissão de calor radiante em direção ao forro (pela redução da temperatura da telha). Por outro lado, durante o inverno (portinhola fechada), o ar estático constitui uma barreira isolante térmica;

b) orientação das maiores aberturas de ventilação para a direção das brisas predominantes no verão;

c) emprego da ventilação cruzada, através da localização adequada de janelas de frente aos ventos predominantes, viabilizando as trocas de ar no interior da edificação;

d) implantação de abertura na parte superior da parede mais alta, para saída de ar quente do ambiente no período de verão; e

e) utilização de esquadrias que proporcionem ventilação higiênica durante o inverno, como janela de guilhotina, maxim-ar e/ou portas e janelas com bandeira, elemento adicional para aumentar a eficiência da ventilação. A isso se soma a busca de janelas com boa estanqueidade ao ar, de modo a evitar a infiltração de ar durante o período de inverno.

A esses elementos se somam outros, que buscam a qualidade das edificações no que se refere aos confortos lumínico e acústico.

Quanto a aspectos de **iluminação**, sabe-se que a qualidade e a quantidade da luz nos espaços das edificações afetam a sensação de bem-estar do usuário. Nesse sentido, as esquadrias devem ser projetadas para prover iluminação natural adequada,

além de direcionar os fluxos das massas de ar. Integrada à iluminação natural está a iluminação artificial, necessária, principalmente, durante a noite, que deve ser projetada para o mínimo consumo de energia. A partir desses requisitos propõe-se a utilização de:

a) iluminação zenital, que também pode ser compatibilizada à ventilação, retirando o ar quente e induzindo o fluxo convectivo;

b) iluminação direcionada aos espaços de trabalho, minimizando os gastos com a iluminação geral;

c) lâmpadas de alta eficiência (verificar como e onde deverão ser descartadas, se contiverem metais pesados ou outros produtos tóxicos).

Por fim, em termos de **acústica**, deve-se verificar a localização da edificação ou grupo de edificações, e sua suscetibilidade ao ruído, considerando o volume de tráfego existente ou previsto para o local e os locais de possível aglomeração de pessoas. Em determinados casos, é recomendável a implantação de taludes, com dimensionamento adequado, nos limites entre as vias e o assentamento. A busca de esquadrias com boa estanqueidade ao ar contribuirá, adicionalmente, para um bom desempenho acústico das aberturas, já que, simultaneamente, se estará evitando a infiltração de ruídos.

b) Estratégias para o aproveitamento e reúso de recursos em geral

As edificações possuem certos recursos que podem ter funções múltiplas e outros que poderão ser reaproveitados. Visando à sustentabilidade, esses

recursos não podem ser negligenciados. Sendo assim, as seguintes estratégias são propostas:

a) captação e armazenamento da água das chuvas nos telhados, podendo ser utilizada para beber (uma vez convenientemente filtrada) e/ou para abastecer as pias da cozinha e do banheiro, o tanque, o chuveiro e/ou outras necessidades. Vale e Vale (2000) relatam uma experiência na casa por eles projetada e habitada no Reino Unido, na área de Nottingham, onde a captação da água de chuva permitiu o atendimento de todas as necessidades domésticas. Tendo sido analisadas as características físicas e químicas da água incidente sobre o telhado, os resultados atendiam a todos os padrões mínimos para água potável estabelecidos pela World Health Organisation (WHO), exceto pelo aspecto de turbidez. No entanto, em qualquer localidade, para maior segurança quanto ao uso dessa água, é necessário que se façam análises, de preferência periódicas, da qualidade dela;

b) reúso das águas cinzas, provenientes da pia do banheiro e do chuveiro, para descarga do vaso sanitário. Segundo Vale e Vale (2000), um estudo realizado na Alemanha identificou que a quantidade de água utilizada na descarga do vaso sanitário é de 46 litros/pessoa/dia, uma quantidade considerável, que não requer o uso de água potável. A água cinza, excedente ao uso na descarga do vaso sanitário, pode ser utilizada para a irrigação do jardim, lavagem de pisos, etc.;

c) adoção de modelos de bacia sanitária com caixa acoplada, que utiliza menor volume de água, ou modelos duais, para descarga diferenciada de sólidos e de líquidos; e

d) utilização de fogão a lenha para cocção de alimentos, simultaneamente ao aquecimento de água para banho e aquecimento ambiental, além de poder constituir um elemento de enriquecimento na dimensão de percepção anímica do usuário no período de inverno.

### c) Estratégias para a definição dos materiais de construção a serem utilizados

Segundo Lyle (1994), através da história da humanidade, o ser humano costumava contar com apenas um ou dois materiais diferentes para construir suas edificações. O homem contemporâneo se diferencia por utilizar uma vasta gama de materiais de construção. Isso torna a escolha desses materiais uma tarefa difícil. Os profissionais selecionam os materiais com base na satisfação de propósitos construtivos e de critérios estéticos. A escolha, por exemplo, entre uma esquadria de alumínio e de madeira considera custos, valor estético, transmissão de radiação solar, taxas de ventilação, durabilidade, estanqueidade, entre outras propriedades. Porém, levando-se em conta o desempenho ambiental desses dois componentes, deve-se ter em mente a reciclabilidade do produto, a renovabilidade da matéria-prima e o conteúdo energético do material, entre outros fatores. O entendimento dos sistemas ecológicos introduz um novo conjunto de critérios para a escolha de materiais, que buscam o apoio em processos naturais e

que consideram os impactos de produção e de uso, tornando ainda mais complexa a seleção deles.

De modo geral, as principais diretrizes a serem perseguidas para uma construção sustentável são, de acordo com o CIB (1999), as seguintes: a) busca de materiais renováveis; b) busca de materiais recicláveis/reutilizáveis; c) facilidade de desmontagem; d) padronização de dimensões; e) baixo conteúdo energético; e f) materiais não tóxicos.

Essas diretrizes devem estar presentes nas diferentes fases da construção, conforme aponta Yuba (2001). Na *fase de projeto*, quando da seleção dos materiais, que deve ser baseada no seu desempenho ambiental, vida útil e conseqüências à saúde, deve-se evitar o uso de substâncias tóxicas, que contaminem o ar interno das edificações, tais como tintas, vernizes, colas, etc., bem como ter cuidados de detalhamento de juntas e montagem, visando à desmontagem. Na *fase de construção e desmontagem*, devem ser usados materiais locais, que possibilitem a sua reutilização, tolerando desmontagem; através da modulação, a facilidade de identificação dos componentes, que permita a remoção seletiva e reciclagem; pela incorporação de materiais reciclados ou reutilizados, tanto quanto possível, baseados em padrões de qualidade para esses materiais, assim como a produção de manuais de uso e manutenção, para edifícios e sistemas. Além disso, em relação aos fabricantes, busca-se incentivar o aumento da responsabilidade dos fabricantes pelos materiais produzidos, incluindo-se etapas que vão desde a extração de matéria-prima até a deposição final, enfatizando-se a importância

da redução da quantidade de material e de conteúdo energético dos produtos, da redução de emissões dos produtos durante o uso e da facilidade de manutenção e reciclabilidade possibilitadas.

A visão apresentada busca abranger todas as possibilidades oferecidas pelo conceito de construção sustentável, porém cada integrante do setor da construção civil enfocará alguns desses aspectos. Entre as possibilidades, as que mais diretamente dizem respeito à indústria de materiais de construção estão relacionadas no quadro abaixo.

DIRETRIZES
Reduzir o consumo de energia no processo de produção; eliminar ou reduzir as emissões aéreas no processo de produção.
Reduzir o consumo de recursos minerais; reduzir a geração de resíduos e perdas no processo.
Conservar as áreas naturais e a biodiversidade.
Prolongar a vida útil das edificações; possibilitar a desconstrução; possibilitar a reciclagem.
Produzir materiais de fácil absorção pela natureza e de baixa toxicidade durante a produção, construção, uso e descarte final.
Usar recursos locais.;
Buscar a geração de novos empregos.
Promover a economia local.

Quadro 1 – Diretrizes para a indústria de materiais de construção, dentro de uma estratégia de edificações sustentáveis (CIB, 1999)

O CIB aponta que uma das vantagens das economias emergentes é a tradição no uso de materiais

sustentáveis e métodos construtivos locais. É citada a necessidade de viabilizar a utilização de materiais locais, naturais, que tenham a capacidade de incorporar mão-de-obra intensiva e que sejam de baixo custo, tais como o adobe, os tijolos e telhas cerâmicas, a

ESTRATÉGIAS
Redução do uso de materiais - mediante a otimização do projeto, a fim de diminuir a quantidade de material necessária para configurar os espaços e o uso eficiente desses materiais, através da simplificação da geometria dos edifícios e da modulação dos componentes da edificação.
Seleção de materiais de construção de baixo impacto ambiental - evitando-se o uso de materiais que gerem poluição na sua fabricação e uso, especificando materiais com baixo conteúdo energético e materiais produzidos a partir de resíduos ou materiais reciclados, reutilizando materiais obtidos de demolição.
Preferência por fabricantes que possuam certificação ambiental.
Maximização da vida útil da edificação - mediante a especificação de materiais duráveis, através de um projeto que permita fácil manutenção e reposição de componentes da edificação menos duráveis.
Projeto flexível, que possa se adaptar a outros usos.
Projetar de acordo com um estilo permanente, evitando estilos "de moda" (arquitetura atemporal).
Buscar projetar edificações saudáveis - mediante a escolha de materiais de fácil limpeza pelo usuário.
Evitar materiais que liberem gases tóxicos, como alguns laminados, tintas, etc.
Evitar materiais que possam ser veículo para a proliferação de microorganismos prejudiciais à saúde humana.

Quadro 2 – Estratégias para o desenvolvimento de projetos de edificações sustentáveis, segundo EBN (1995)

taipa, a madeira de reflorestamento sem tratamento tóxico, o bambu, etc., como alternativas para os materiais de maior conteúdo energético e não renováveis existentes no mercado (YUBA, 2001).

O EBN (1995) apresenta uma série de estratégias que devem ser adotadas no processo de projeto, para atingir o desempenho ambiental de edificações no que diz respeito a materiais de construção, conforme descritas no Quadro 2.

O que antecede conduz às diretrizes gerais listadas no Quadro 3.

DIRETRIZES
Dar preferência aos materiais de construção disponíveis no local onde a edificação será construída.
Dar preferência ao uso de técnicas construtivas que empreguem mão-de-obra local.
Evitar o uso indiscriminado de produtos à base de cimento e os derivados de recursos fósseis, tais como os plásticos em geral.
Evitar o uso de materiais tóxicos para a conservação da edificação.
Buscar utilizar materiais locais, que exijam o mínimo possível de manutenção e reposição e que sejam duráveis.
Dar preferência aos materiais com baixo nível de industrialização (tais como tijolos cerâmicos, madeira, palha, etc.).

Quadro 3 – Diretrizes gerais para edificações sustentáveis quanto aos materiais de construção



## A opção pela Análise do Ciclo de Vida (ACV)

A escolha dos materiais de construção e dos sistemas construtivos que irão compor uma edificação é uma das questões de projeto mais importantes para a definição do impacto final da edificação. Para essa escolha, o projetista deve verificar a disponibilidade de dados sobre os impactos gerados pelos materiais. Uma das maneiras adequadas para obter informações sobre tais impactos é através da busca de informações sobre a ACV deles. Tais informações, no entanto, ainda são limitadas, particularmente no Brasil.

A metodologia de análise do ciclo de vida parte do princípio de que todos os estágios da vida de um material geram impactos ambientais e por isso devem ser analisados (LIPPIATT, 1998). As análises abordam o processo de obtenção da matéria-prima, a manufatura, o transporte, entre todos os locais onde se desenvolvam as diversas etapas da cadeia de produção, até o local de seu emprego, a montagem ou instalação na obra, a operação e manutenção na edificação, o potencial de reciclagem e a destinação final do material, ao fim de sua vida útil (LIPPIATT, 1998).

Em relação à **fase de obtenção** da matéria-prima, é necessário analisar a renovabilidade desta, sendo o ideal a utilização de produtos passíveis de renovação, a uma taxa compatível com a de produção e extração (LYLE, 1994). Devem ser consideradas, também, as emissões aéreas (poeiras, gases) e as emissões líquidas para cursos d'água, relacionadas a essa fase, bem como a energia consumida na produção. Esses três aspectos configuram, também, os principais impactos a serem analisados nas **fases de**

**manufatura** e de **montagem ou instalação**, que podem incrementar os gastos energéticos relativos ao transporte, do local de extração ao local de fabricação, e entre este e o local de montagem. Possíveis processos insalubres ou de exposição a substâncias tóxicas, ou geradores de insegurança aos trabalhadores envolvidos, devem ser evitados.

Os impactos ligados à **fase de uso** são decorrentes da necessidade de substituição freqüente dos componentes, ao longo da vida útil da edificação e de sua necessidade de manutenção. Quanto às trocas freqüentes, elas acarretarão um desgaste econômico e um consumo de novos materiais, que resultam de processos de extração e de manufatura. No que se refere à **manutenção**, além do desgaste econômico, deve-se analisar o impacto gerado pelos elementos utilizados nesse processo.

Em relação ao **destino** dos materiais de construção, deve-se considerar o potencial de reutilização deles (Figura 8), bem como o de reciclagem. A opção de reutilização direta do material é a que, em geral, determina menor necessidade de *input* energético. Para essa reutilização é necessário que o projetista, já na fase de projeto, se preocupe com os tipos de elementos de fixação a serem utilizados, de forma a facilitar o desmonte. Um exemplo disso é a opção por um traço de argamassa para assentamento de tijolos que seja adequado a uma futura separação das peças, sem maiores danos a elas.

Os processos de **reciclagem** oferecem o benefício do reaproveitamento da matéria-prima. Todavia, as suas demandas energéticas (energia requerida e

resíduos gerados para a reciclagem e transporte) devem ser consideradas, para verificar os reais impactos relacionados a esses processos. Devem ser considerados, também, quais os produtos que deverão ser adicionados para a obtenção do mesmo produto ou de um novo. Muitas vezes, esses podem ser de grande impacto à saúde e ao ambiente. Um exemplo disso é a produção de alguns tipos de painéis com resíduos de madeira, para os quais os aglomerantes utilizados (contendo formaldeído) ou produtos de preservação (CCA, por exemplo) podem ser tóxicos.



Figura 8 – A Choupana, no Refúgio Biológico Bela Vista (projetada para enfatizar a estratégia e as possibilidades de reúso de resíduos de construção)  
Foto do autor.

Quanto à **destinação final** dos materiais, o ideal é que os resíduos sejam sempre reincorporados na produção de novos materiais e edificações. Deve ser evitado o uso de produtos que, por sua toxicidade, sejam de difícil reaproveitamento, determinando descartes clandestinos ou que demandem a criação de aterros de entulhos.

#### d) Estratégias para o gerenciamento das águas

É importante reconhecer que qualquer intervenção nas redes de fluxos de matéria e energia da natureza alterará, muitas vezes para sempre, determinado meio ambiente. Segundo Lyle (1997), a ordem desse novo ecossistema – sua estrutura, função e distribuição espacial de atividades – determina os seus efeitos, tanto em termos de uso de recursos como de qualidade ambiental. Assim, também, os padrões de comportamento da comunidade que ele abriga passam a integrar o complexo de relações que são estabelecidas com o ambiente maior, ou seja, o ser humano molda a paisagem e, então, esta molda o ser humano.

A água é o “elemento essencial na estrutura de todos os ecossistemas” (LYLE, 1997), uma vez que todos os organismos vivos dela necessitam. É necessário buscar soluções adequadas, dentro do contexto de uso racional da água, em diferentes tipos de edifícios com vocações distintas, criando soluções que contemplem tanto padrões de recuperação e utilização eficiente de recursos limitados como a funcionalidade e a aplicabilidade de processos sustentáveis, que não comprometam o bom desempenho das instalações e as necessidades de seus usuários.

Segundo Bau (1991 apud SOARES; SOARES; PORTO, 1997), a utilização da água é mais eficiente quando contempla ações tais como recorrer ao uso de água de menor qualidade, para preservar aquela de boa qualidade; captar água da chuva em recipientes ou cisternas para usos domésticos; reduzir a demanda, por meio de hábitos pessoais mais adequados; redu-

zir desperdícios e despesas com pagamento de tarifas; aproveitar tecnologias e técnicas mais aprimoradas de abastecimento de água; coordenar o manuseio dos recursos hídricos com os da terra, considerando também os aspectos econômicos e sociais; e estabelecer e cumprir normas e regulamentos para a utilização dos recursos hídricos. Portanto, utilizar a água com eficiência requer conscientização e atitude, objetivando maximizar os benefícios ecológicos, sociais e econômicos com relação à qualidade de vida.

#### e) Estratégias para a gestão de resíduos domiciliares

Os resíduos são encarados de forma diferenciada daquela usualmente adotada. Habitualmente, os resíduos são definidos como materiais sem valor, que devem ser jogados fora após o uso. Esse tipo de comportamento e conceito foi criado pelo homem, já que a natureza processa os resíduos de forma cíclica, sempre devolvendo para o sistema os resíduos que vier a produzir (LYLE, 1994).

Via de regra, os resíduos devem ser vistos como recursos valiosos, que ainda contêm um considerável conteúdo de nutrientes e que, por tal razão, devem ser reutilizados. Portanto, deve-se procurar imitar a natureza e pensar que os resíduos são recursos ainda não aproveitados (LYLE, 1994).

Obviamente, alguns tipos de resíduos não se enquadram no que foi antes mencionado e, por isso, precisam ser tratados e descartados adequadamente, a fim de se evitarem contaminações, como no caso do lixo hospitalar ou do lixo tóxico industrial, entre outros.

O tratamento de resíduos em edificações sustentáveis deve seguir alguns princípios básicos, tais como aproveitá-los ao máximo, tratá-los de forma descentralizada, localmente e em pequena escala, e separar os diversos tipos de resíduos.

Para cada tipo de resíduo é preciso utilizar estratégias distintas. Em determinado conjunto habitacional, por exemplo, podemos prever que todas as edificações tenham recipientes para coleta seletiva do lixo; no mínimo, com dois recipientes, um para o lixo facilmente biodegradável e outro para o lixo não facilmente biodegradável. A coleta seletiva poderá ser mais criteriosa em alguns locais, onde é possível instalar mais recipientes para os diferentes **resíduos não facilmente biodegradáveis**, tais como vidros, metais e plásticos. Resíduos contando com uma segregação dessa natureza poderão ser comercializados e, assim, gerar renda para a associação de moradores da comunidade.

O **resíduo orgânico**, facilmente biodegradável, coletado nos recipientes, pode passar pelo processo da compostagem, em conjunto com papéis, folhas, galhos, troncos, palhas e outros restos vegetais, que às vezes estão disponíveis em jardins e adjacências das edificações. O composto gerado poderá ser incorporado ao solo, como um complemento muito valioso, que poderá ser utilizado em hortas individuais, coletivas ou no próprio paisagismo do local.

As **águas residuárias** das edificações poderão ser separadas em águas cinzas e águas negras. As águas cinzas são aquelas provenientes de pias, tanques, lavatórios e chuveiros, enquanto as águas negras são oriundas exclusivamente dos vasos sanitários.

O tratamento primário das **águas cinzas** poderá ser feito por uma caixa de gordura e por um filtro de areia, no caso das águas que vêm das pias de cozinha, ou por uma caixa de decantação e por um filtro, para as outras águas. Após esse tratamento básico, as águas cinzas poderão passar por um tratamento complementar, que buscará aproveitar as riquezas ainda contidas nessas águas.

As **águas negras**, por sua vez, deverão passar por um digestor, ou fossa séptica, seguido por um filtro anaeróbio (com brita e areia, por exemplo), antes de sofrerem o tratamento complementar. No digestor ocorre a separação da matéria sólida dessas águas, e em ambos (digestor e filtro) a ação de bactérias anaeróbias. O filtro também pode ser composto de agregados de dimensões médias, do tipo brita, ou mesmo de blocos vazados cerâmicos, em ambos os casos criando um *habitat* propício para a ação e o desenvolvimento das bactérias que agem sobre a matéria orgânica.

Os tratamentos complementares para as águas residuárias serão, preferencialmente, biológicos e voltados à produção, ou seja, buscarão evitar a utilização de equipamentos mecânicos. Tais tratamentos visam produzir biomassa, a qual se utiliza dos nutrientes que ainda estão presentes nessas águas. Alguns exemplos de tais tratamentos complementares são banhados, leitos de evapotranspiração ou valas com plantas aquáticas. As águas resultantes desses tratamentos poderão ser enviadas para um reservatório (ou lago). Em determinados casos, inclusive, tais águas, já em processo avançado de tratamento, poderão ser utilizadas para a criação de peixes, ou poderão ser utilizadas para irrigar jardins ou hortas.

Além disso, existe uma alternativa viável aos vasos sanitários tradicionais, os quais utilizam água, que é o **banheiro compostável**, também chamado de **banheiro seco**. O banheiro compostável não consome água, não polui e reutiliza toda a matéria depositada. Mas é importante, mesmo onde não haja barreiras culturais ao seu uso, que a sua utilização ocorra apenas em locais onde as pessoas que dele farão uso diário (como já vem ocorrendo, há muitos anos, em parte da Europa, especialmente nos países escandinavos, e nos Estados Unidos) estejam conscientes de seu processo de operação e das necessidades de manejo, para que não haja comprometimento à saúde.

#### f) Estratégias para o paisagismo

Para o enriquecimento das características de sustentabilidade das edificações e comunidades, recomenda-se, a título de orientação, a incorporação ao projeto dos seguintes aspectos relacionados ao paisagismo: a) a integração da vegetação às edificações, visando ao incremento das condições de conforto térmico oferecidas; e b) quando oportuno, ou necessário, a adoção de um paisagismo de cunho pedagógico.

#### Paisagismo para o conforto térmico das edificações

Diante da resposta da vegetação diante dos elementos climáticos, ela pode ser utilizada como um importante recurso para melhorar o desempenho térmico das edificações. De acordo com Rivero (1986), em climas quentes, os vegetais se convertem em excelentes condicionadores térmicos. Ao receberem os raios solares, as folhas, como qualquer corpo,

absorvem, refletem e transmitem a energia incidente. A interceptação e a absorção de energia solar pelas folhas são bastante altas (em certas espécies podem superar os 90%), sendo apenas uma pequena parte refletida e uma parte ainda menor transmitida, e todas as parcelas sendo dependentes da espécie vegetal, da época do ano, das condições de céu e do horário considerado. Da energia absorvida, uma parte considerável se transforma em energia química potencial, por meio do processo de fotossíntese, e outra, em calor latente, ao se evaporar a água eliminada pela folha, durante um processo denominado de evapotranspiração.

Por esse motivo, o comportamento térmico dos elementos vegetais, em relação à incidência dos raios solares, normalmente é mais benéfico para o desempenho térmico das edificações que o dos elementos inertes, como as superfícies pavimentadas, por exemplo. Estudos comprovam que uma superfície revestida com grama, exposta ao sol, apresenta temperaturas consideravelmente inferiores àquelas apresentadas por superfícies revestidas com materiais tradicionais de construção (como um passeio revestido com pedra, por exemplo), à sombra.

A vegetação pode, ainda, ser utilizada para interceptar os raios solares que incidem diretamente sobre as paredes da edificação, produzindo sombra sobre essas fachadas e diminuindo, assim, os ganhos térmicos e o conseqüente aquecimento no interior delas. A utilização de vegetação disposta adequadamente em relação à edificação pode ser, portanto, uma alternativa importante e barata para se melhorarem as condições térmicas nas edificações nos períodos mais quentes do ano.

## Paisagismo no sombreamento de fachadas

O projeto paisagístico pode utilizar espécies arbóreas de médio e grande portes, no entorno das edificações, de forma a obter o sombreamento das paredes mais expostas à incidência direta dos raios solares durante os meses mais quentes do ano.

O posicionamento das árvores deve ser cuidadosamente determinado, a fim de garantir a projeção de sombra nas paredes anteriormente referidas nas horas mais quentes do dia. Para climas subtropicais, como o de Porto Alegre, as espécies selecionadas para esse fim devem apresentar hábito decidual, a fim de permitir a passagem dos raios solares nos meses de inverno, quando é desejável o ganho de calor no interior das edificações. As espécies selecionadas devem, ainda, ser preferencialmente nativas, locais ou regionais.

Paredes com presença de janelas voltadas para o norte, leste e oeste deverão ser protegidas da exposição direta ao sol por espécies arbustivas ou, ainda, trepadeiras, a fim de reduzir os ganhos de calor nessas áreas durante o verão. Para essa finalidade, a opção deverá ser, também, por espécies decíduas, de modo a permitir ganhos de calor no inverno.

## Coberturas verdes

Devido ao comportamento térmico da vegetação, há melhoria considerável do desempenho térmico de uma edificação quando se utilizam coberturas vegetais. Tais coberturas consistem na substituição do telhado convencional por superfícies cobertas por solo, devidamente drenadas, e revestidas com ve-

getação, cujo conjunto funciona como um excelente isolante térmico.

A vegetação a ser implementada sobre as coberturas de edificações deve ser composta de espécies com as seguintes características: ciclo perene, alta rusticidade, resistência à exposição direta ao sol e baixa necessidade de manutenção. Pode-se empregar espécies de porte herbáceo, arbustivo ou ainda trepadeiras, desde que observada a adequação delas às profundidades de solo previstas sobre a laje e à capacidade estrutural desta (conforme definição no projeto estrutural das edificações).



Figura 9 – Cobertura verde no recinto do “Sol e da Lua”, no Refúgio Biológico Bela Vista, em Foz do Iguaçu  
Foto cedida pela Central Hidrelétrica de Itaipu, 2002

### Paisagismo pedagógico

O paisagismo pode ter, também, a função de educação ambiental. Em alguns locais, principalmente naqueles destinados à visita pública (SATTLER et al., 2003), é possível preservar a flora regional, bem como proporcionar a observação e a identificação

das diversas espécies. Os projetistas poderão estimular as dimensões sensoriais, cognitivas e anímicas humanas, através do emprego de formas orgânicas alternativas à convencional disposição linear e regular, de forma a melhor as integrar à paisagem do entorno. Como contribuição à dimensão cognitiva, as diversas espécies empregadas poderão ser identificadas no local, informando sobre suas características taxonômicas, morfológicas, fenológicas e ecológicas.

### Locais para exploração sensorial da vegetação ao longo das trilhas

Em possíveis trilhas que percorram um arboreto, um bosque ou uma área de visitação mais ampla, pode-se estimular a dimensão sensorial humana, explorando o potencial de nossa rica flora. Visa-se, com isso, levar as pessoas a experienciar a natureza de uma maneira mais intensa e completa, sensibilizando não apenas a visão, mas também outros sentidos, como o paladar, o tato, o olfato e a audição.

Esses locais podem estar associados a pontos de parada, dispostos ao longo de trilhas. Em um projeto do qual participou o NORIE, para cada ponto de parada foram priorizadas espécies ou definidas estruturas relacionadas a cada um dos sentidos humanos.

Os pontos de parada foram localizados junto a clareiras existentes ou construídas, onde, de modo geral, foram previstos elementos que proporcionassem bem-estar e descanso, instigando o visitante à exploração do ambiente (através de caminhos sinuosos, passagens, elementos ocultos à visão), sempre buscando explorar o impacto visual possibilitado pelas diversas combinações de vegetação.

## Espaço do olfato

Em espaços que priorizem o sentido do olfato, devem existir espécies com propriedades aromáticas de porte arbóreo, arbustivo ou herbáceo. São sugeridas árvores, arbustos e herbáceas com floração perfumada, bem como outras espécies que apresentem folhas perfumadas (tais como ervas aromáticas). Deve-se ter especial cuidado, aqui, para se trabalhar com um escalonamento dos períodos de floração das espécies, de forma que se possa dispor de plantas floridas por um período o mais amplo possível ao longo do ano. Também se deve procurar trabalhar com maciços de vegetação (a fim de potencializar o efeito aromático de cada uma das espécies utilizadas).

## Espaço do tato

No espaço em que a prioridade é o tato, os arranjos de vegetação devem ser projetados tendo em vista a exploração tátil dos contrastes de texturas de diferentes tipos de vegetação. Para pessoas por-



Figura 10 – Ponto de parada com vista para o Portinho, no Refúgio Biológico Bela Vista, que busca estimular o sentido da visão  
Foto do autor

tadoras de deficiência visual, ter a oportunidade de percorrer um caminho onde possam sentir as propriedades táteis das espécies é muito importante. Ao longo desse caminho, deverão estar dispostas plantas com diferentes texturas de folha, caule, flores e frutos, de maneira a formar arranjos que permitam a leitura de estimulantes contrastes para o tato (que poderão ser ainda mais enriquecidas, se agregadas a plantas com propriedades aromáticas).

## Espaço do paladar

Outro espaço importante é aquele destinado à exploração gustativa da vegetação. Nele, deve-se priorizar espécies comestíveis. Como espécies arbóreas, podem ser utilizadas frutíferas nativas, que também atrairão pássaros e outros exemplares da fauna local. Outras espécies comestíveis de porte arbustivo e herbáceo poderão ser empregadas, priorizando, sempre que possível, nativas, espécies de ciclo perene e baixa exigência de manutenção.

## g) Estratégias sociais e econômicas

A melhoria da qualidade de vida é também alcançada pelo desenvolvimento social e econômico da população. Nesse sentido propõem-se as seguintes estratégias:

- a) preservar as raízes históricas, culturais e naturais da população;
- b) promover a igualdade social entre as pessoas;
- c) propiciar a acessibilidade universal;
- d) incentivar a participação efetiva e igualitária da população na tomada de decisões;

- e) promover atividades de educação ambiental contínua;
- f) possibilitar a criação de espaços para o desenvolvimento de pequenos negócios familiares junto à unidade habitacional;
- g) usar de modo eficiente os recursos disponíveis localmente;
- h) diminuir, na medida do possível, a área ocupada pela habitação no lote, aproveitando a máxima área dele para a produção local de alimentos;
- i) incentivar a reciclagem local de lixo; e
- j) proporcionar a geração de renda, a partir da comercialização de excedente agrícola e de lixo reciclado.

Por fim, salienta-se que, para uma abordagem sustentável, no caso da **habitação social**, é necessária uma análise criteriosa das características e potencialidades da região onde será implantado o projeto. Entre essas, devem ser considerados:

- a) a cultura, os hábitos da população e a materialização dessas características na arquitetura local;
- b) a disponibilidade de materiais, considerando os impactos relacionados a cada escolha;
- c) o clima local; e
- d) a realidade social e econômica da cidade.

## 2.10 Síntese das recomendações para projetos mais sustentáveis

Diante da complexidade e novidade do tema

(pelo menos para a atual civilização), considerando que os princípios de sustentabilidade são praticamente desconhecidos pelo setor da indústria da construção no Brasil, constitui um grande desafio a definição de premissas e, ainda maior, a sua aplicação, e a definição dos objetivos a alcançar na produção de edificações mais sustentáveis. Para tanto, não se pode restringir a busca da sustentabilidade apenas às edificações ou comunidades, mas é necessário que se considerem, além do impacto no seu entorno imediato, aqueles mais longínquos, assim como todos os aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos envolvidos.

Dentro desse contexto, a busca da sustentabilidade não pode ser dissociada de duas questões, que se colocam como importantes para que tais estratégias avancem: educação e projetos piloto que ilustrem a praticidade e informem sobre a economia (mesmo que não se inclua aí, por ser uma linha de conhecimento com a qual ainda não estamos familiarizados, dada a sua complexidade, a *contabilidade ambiental*) das edificações construídas dentro de tais premissas. Assim, pensa-se ser possível reduzir o enorme degrau existente entre o conhecimento já disponível sobre sustentabilidade e as práticas atualmente aplicadas a edificações. Alguns princípios gerais propostos para o desenvolvimento de novos projetos são sintetizados nos Quadros 4 e 5.

Complementando essas premissas, mais gerais, podem ser estabelecidos objetivos-chave, como os apresentados no quadro a seguir.



## PREMISSA

O conceito de sustentabilidade deve orientar o processo de desenvolvimento do projeto.

Uma abordagem holística, sistêmica e interdisciplinar deve ser buscada.

O processo deve considerar, tanto quanto possível, ciclos locais para o fluxo de materiais e energia envolvidos.

O projeto deve tentar refletir os processos que ocorrem na natureza e aplicar seus princípios (*projetar com a natureza*).

Como o ser humano e a sustentabilidade humana constituem o principal objetivo de cada projeto, o uso de produtos que sabidamente apresentam ameaça à saúde humana e ao meio ambiente, em qualquer etapa do ciclo de vida, deve ser impedido ou, se isso não for possível, reduzido.

Como a sustentabilidade humana requer a preservação da natureza, aquilo que se aplica aos humanos deve ser aplicado também às milhares de outras espécies com quem compartilhamos este planeta.

O processo de projeto deverá contemplar as diversas dimensões do ser humano (sensorial, física, espiritual, cognitiva, anímica) e o amplo potencial da arquitetura para a satisfação de todas as suas necessidades.

## OBJETIVOS

Minimizar o consumo de energia e materiais e maximizar os elementos contribuintes para uma construção mais saudável.

Promover comprometimento e responsabilidade social, de modo a proporcionar emprego e renda para o maior número de pessoas possível, dentro do contexto das possibilidades econômicas.

Estimular o desenvolvimento e a pesquisa sobre opções de produção que estejam em harmonia com a cultura local e que maximizem a geração de emprego e renda.

Utilizar processos participativos, incluindo clientes e usuários finais, sempre que possível.

Considerar o impacto de todos os produtos utilizados em todo o período de produção e uso. Os conceitos de análise do ciclo de vida e pegada ecológica devem ser familiares aos planejadores.

Ter claro que tanto mais sustentável é a construção, quanto mais for precedida por projetos de arquitetura sustentável, bem como de adequada orientação para todos os que venham a se envolver com o trabalho.

Na seqüência dos objetivos acima, o projeto finalizado deve ser gerenciado por pessoas que compartilhem e entendam os conceitos de sustentabilidade.

### 52 Quadro 4 – Premissas conceituais de projetos de edificações sustentáveis

Se analisarmos os impactos ambientais, as restrições impostas às futuras gerações, de todas as espécies, determinados pelas formas “como” vimos substituindo o ambiente natural pelo “ambiente construído” ao longo dos dois últimos séculos (que não difere muito da forma como continuamos a construir hoje), constataremos que eles são imensos. Os números estão aí, acessíveis a todos; basta consultar trabalhos como o do CIB (1999). Tais fatos possibilitam, no entanto, uma

### Quadro 5 – Objetivos-chave para a proposição de projetos de edificações sustentáveis

oportunidade singular para que, mesmo com intervenções modestas, começemos a reverter tal situação e assim possamos criar uma expectativa de sobrevivência, ou de sobrevida, para a humanidade.

Cabe ressaltar que vários são os atores que podem participar ativamente na materialização de edificações e comunidades mais sustentáveis: clientes,

projetistas, contratantes, produtores e fornecedores de materiais, governo, instituições internacionais, entre outros. É essencial o envolvimento de todos nessa busca. Como afirmam Curwell e Hamilton (1997), “a cidade é uma entidade viva. O impacto ambiental é a soma que resulta de todas as ações individuais da população. [...] É necessário conduzir todos os cidadãos conosco – eles devem estar dispostos a mudar o seu comportamento e aspirações se quisermos ter alguma esperança de nos direcionar para padrões sustentáveis de vida e trabalho”.

Afortunadamente, observa-se um crescente interesse no Brasil por questões relacionadas à sustentabilidade. Embora departamentos específicos da maioria das instituições acadêmicas brasileiras ainda não estejam preparados para cobrir adequadamente os assuntos relacionados a impactos ambientais, iniciativas deveriam ser intensificadas para demonstrar a importância do assunto, assim como para desenvolver o conhecimento junto àqueles que estão, ou logo estarão, contribuindo para a expansão do ambiente construído. Desafios, no entanto, são enormes como o é o próprio país.

Entendemos, ademais, que a apropriação e a adoção de sistemas alternativos de construção e, também, de vida pela sociedade só irão ocorrer a partir de uma nova ótica, uma nova forma de olhar, de compreender, um possível novo mundo, que, inegavelmente, só será durável se regido pelos princípios éticos da sustentabilidade, enquanto expressos por uma estética que incorpore e manifeste visualmente tais princípios.

Muito dificilmente estratégias para edificações mais sustentáveis encontrarão uma receptividade e aplicação imediata. Isso ocorre não apenas no Brasil. O mesmo acontece em qualquer rincão do planeta,

sendo, pois, de extrema importância que tais propostas sejam precedidas ou acompanhadas por uma ampla reeducação, que religue o indivíduo à natureza, assim como por projetos demonstrativos. Projetos arquitetônicos que obedeçam a tais princípios e, principalmente, as obras destes resultantes podem criar essa ligação. Mas, além disso, a arquitetura, entendida como a mais expressiva das artes, podendo, também, integrar todas as formas de arte, poderia ser empregada, em todo o seu potencial, para o despertar para a sustentabilidade.

As edificações sustentáveis, além de todas as suas demais funções, devem ter uma “cara” e um “coração” sustentáveis. Isto é, devem repassar, por meio das formas, dos espaços criados, uma imagem diferenciada, seja com suas coberturas verdes, seja com o emprego de elementos da arquitetura bioclimática, ou com o potencial de sensibilização da arquitetura orgânica, somado às diversas estratégias de gestão energética, das águas e dos resíduos. Mas não só isso. Deve-se aplicar princípios de sustentabilidade mesmo nos sistemas “não visíveis”, ou naqueles visíveis apenas durante o processo de construção. Além disso, precisa-se atingir o coração, ou a alma, ou o espírito, dos usuários, por meio de elementos simbólicos ou de componentes “sensíveis”, como os passíveis de introdução no paisagismo, ou, ainda, de uma forma ainda mais ambiciosa e menos clara às ciências tradicionais, estimular o homem para além de seus órgãos sensoriais. De certo modo, é fundamental manifestar os elementos que tocam mais profundamente o indivíduo, para assim o sensibilizar. Daí o potencial do uso de conceitos como o dos quatro elementos, da arquitetura para todos os sentidos; da utilização da arquitetura como expressão combinada das artes, em toda a sua capacidade de comunicação.