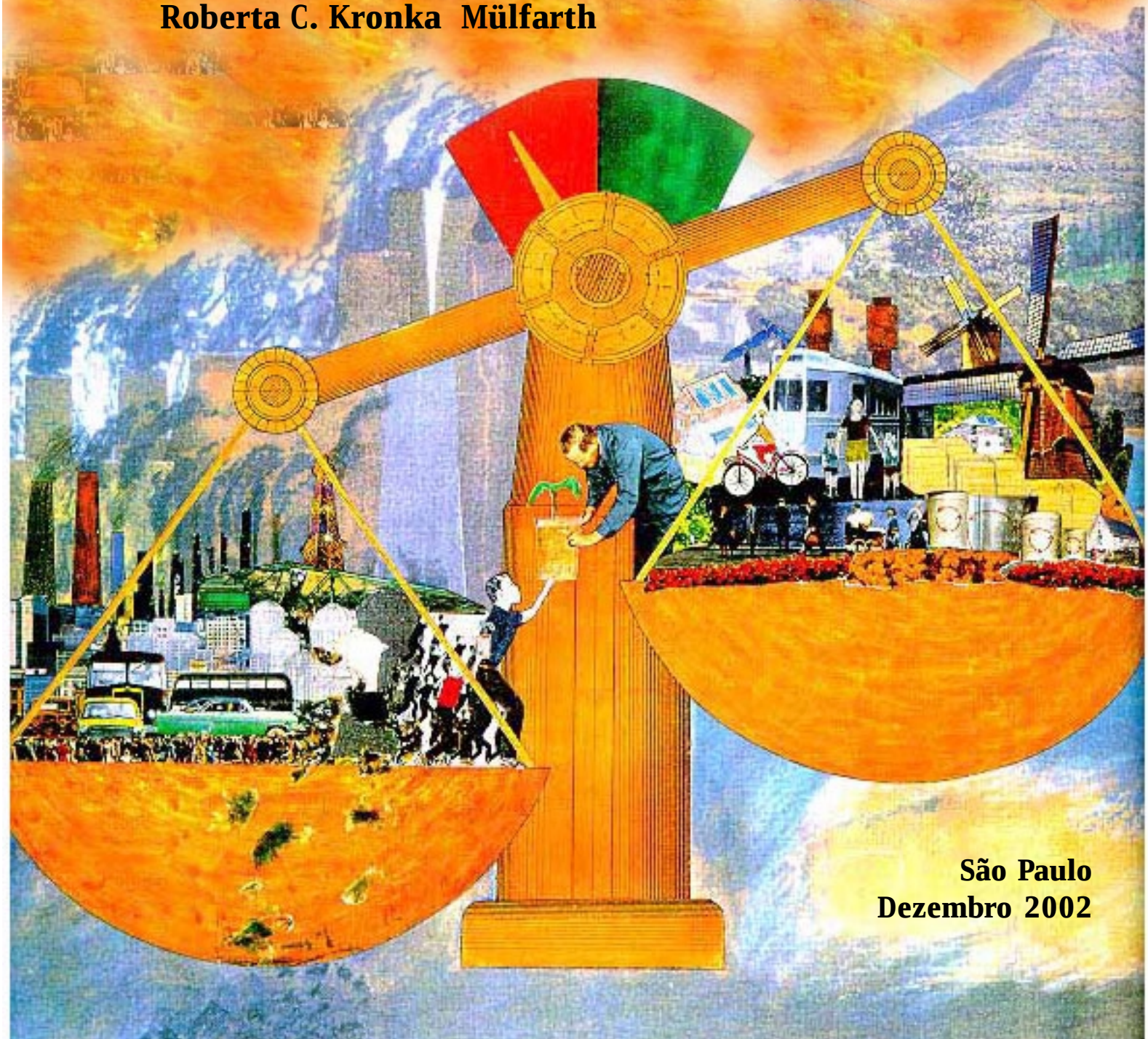
Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental

Roberta C. Kronka Mülfarth



São Paulo
Dezembro 2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

Roberta C. Kronka Mülfarth

ARQUITETURA DE BAIXO IMPACTO HUMANO E AMBIENTAL

Vol.01

Tese apresentada à
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo
para a obtenção do grau de doutor.

Orientador: Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo

São Paulo
Dezembro/2002

Dedico este trabalho às pessoas que acreditam que podem e querem mudar o Mundo...

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da **FAPESP** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Agradeço,

à **FAPESP** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio sem o qual não seria possível a realização deste trabalho;

ao meu orientador, Ualfrido Del Carlo, pela dedicação, entusiasmo e sabedoria, que me contagiaram durante todo o período de pesquisa, e me trouxeram ensinamentos não só para esta tese, mas principalmente para a minha vida;

ao meu marido, pelo companheirismo e compreensão em todos os momentos de dificuldades para finalização da pesquisa, incluindo a "participação especial" no LAME;

ao meu pai, que durante toda a pesquisa me forneceu vasto material bibliográfico que foi de grande utilidade, além das sugestões e críticas que foram extremamente importantes especialmente na etapa de finalização da tese;

à minha mãe e minhas irmãs pela compreensão durante toda a pesquisa, principalmente nas fases de incertezas e dificuldades;

à Leni, pelo capricho e dedicação na edição final do trabalho;

à amiga Joana Carla S. Gonçalvez, pela paciência, pela constante troca de idéias neste processo e por todo material bibliográfico, incluindo as imagens, que muito ajudou na elaboração deste trabalho;

à amiga Stamatia Kouliumba pela força em todas as etapas;

à Márcia Alucci pelas idéias e questionamentos que me ajudaram muito para a conclusão da pesquisa;

à amiga Denise Duarte pelo incentivo e apoio principalmente nas etapas finais deste trabalho;

a todos os funcionários do LAME, o Leo, Alcino, Rocha, Zé, Laércio, D. Luiza e Celso, pela ajuda para a construção do "Jardim Sustentável";

aos funcionários do Instituto Florestal, pelo total apoio na fase final de edição e impressão da tese;

às funcionárias do AUT/FAU, Silvana, Lúcia e Viviane pelo constante apoio durante as atividades realizadas para a pesquisa de doutoramento;

aos funcionários da Secretaria da FAU Maranhão, por todo o apoio durante estes anos de pesquisa;

Resumo

Diante de um cenário de degradação ambiental global, escassez de matéria-prima, de água, de energia, aumento da poluição, crise social e econômica, é feita a proposição de uma *Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental* (ABIHA).

Todas estas variáveis trazem novos elementos à Arquitetura aumentando sua complexidade e fazendo com que haja necessidade de adaptação.

Apesar de todas as incertezas e contradições envolvendo as questões de sustentabilidade, seus conceitos e a sua aplicação na Arquitetura são abordados neste contexto.

Além das questões conceituais são apresentadas aplicações práticas da ABIHA, no *Jardim Sustentável*, na *Reciclagem do Galpão da POLI*, e no *Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética*.

Estas aplicações serviram de base para a proposta de Sistematização que é apresentada no final deste trabalho como parte das conclusões finais. Esta proposta porém, é apenas início de muitas pesquisas que ainda devem ser feitas rumo a uma Arquitetura mais Sustentável.

Abstract

The actual global environmental context is one of fierce degradation; reflecting in the exhaustion of natural sources, increase of air, soil and water pollution, and social and economic crises. Facing such a scenario, it is proposed in this work, principals of architecture of low human and environmental impact (arquitetura de baixo impacto humano e ambiental) ABIHA.

All these variables bring new parameters to the design of buildings, including their entire life cycles. Under these new circumstances, it is observed an increase of the complexity in this design process, making necessary discussions for chance.

Despite all the uncertainties and contradictions about issues of sustainability, their concepts, as well as their applications are approached in the context of this work.

Besides the conceptual matters, practical applications of ABIHA are carried out, in the example of the sustainable garden, warehouse recycling and the movable environmental laboratory (sensors and data loggers).

Such experiences of practical applications were fundamental to create the basis for the methodological assessment proposed as part of the final conclusions of this research. However, this procedure of evaluation is understood merely as the beginning of a big range of other researches, which should be developed towards a more sustainable architecture.

Sumário

Agradecimentos vii
Resumo e Abstract viii

Introdução

Sustentabilidade, o Arquiteto e a Arquitetura 1
Conceituações Básicas 7

Parte 1 - Contexto Global e a Sustentabilidade

1 Contexto Global 19

1.1 Panorama Histórico - A necessidade de desenvolvimento de uma arquitetura com baixo impacto humano e ambiental (ABIHA) 19
1.2 Panorama atual - Em busca da sustentabilidade 25

2 Sustentabilidade 31

2.1 A sustentabilidade: caracterização, conceitos e contradições 31
2.2 Formas de atuação para implantação da sustentabilidade 39
A Agenda 21 44
Iso 14000 45
Exemplos significativos no Brasil. 47
2.3 Barreiras encontradas para a implantação de referenciais sustentáveis 48
Barreiras ambientais 49
A dimensão humana 50
Limitações políticas e econômicas 54
2.4 Algumas considerações sobre a necessidade de implantação de bases mais sustentáveis 56

Parte 2 – A Arquitetura e a Sustentabilidade

3 Sustentabilidade e a Arquitetura 65

3.1 A Arquitetura e a "Nova Realidade" 65
3.2 Aspectos econômicos da arquitetura de baixo impacto humano e ambiental (Abiha) 74
3.3 A utilização dos sistemas especiais 79
Água 81
Energia 84
3.4 Experiências para uma arquitetura de menor impacto 89
Instituições de destaque 90
Softwares existentes 97
Análise dos trabalhos em que a pesquisa se fundamentou 99
0 Brasil 104

4 Sustentabilidade e os Materiais Construtivos 109
4.1 A importância da escolha correta dos materiais construtivos 109
4.2 Os materiais construtivos 115
Materiais orgânicos 115
Materiais cerâmicos 117
Materiais metálicos 118
4.3 Parâmetros de análise dos materiais construtivos 118
Fabricação 118
Utilização 120
Pós-utilização 122
4.4 Análise desempenho ambiental e econômico dos materiais construtivos – aplicação do software Bees 2.0 ... 123
Método Bees 124
Impactos ambientais considerados no Bees 2.0 124
4.5 Algumas considerações sobre a necessidade de uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental. 127

Parte 3 - Algumas Aplicações para uma Arquitetura mais Sustentável

5 A Proposta do Jardim Sustentável 139
5.1 A permacultura nos centros urbanos – Mudanças nos hábitos da população 139
5.2 O Jardim Sustentável 142
Montagem do poste 144
Confecção das caixas das verduras 148
Montagem do jardim no LAME 150
5.3 Resultados iniciais e futuras etapas 157

6 A Reciclagem do Galpão da Poli / USP 159
6.1 O processo de desmontagem 159
6.2 Considerações sobre as etapas realizadas e futuras proposições 169

7 O Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética 171
7.1 A importância da avaliação das condições de conforto e eficiência energética de uma edificação 171
7.2 A utilização de data loggers - HOBOs 172
7.3 Considerações sobre a aplicação de conceitos de uma ABIHA, e futuras proposições 176

8 Proposta de Sistematização para a ABIHA 179
8.1 Mudanças rumo a uma arquitetura mais sustentável – Considerações Finais. 189

Referências Bibliográficas 193

Bibliografia Adicional Consultada 207

Glossário 213

Siglas e Abreviatura 217

Lista de Fotos 219

Anexos 220

Sustentabilidade, o Arquiteto e a Arquitetura

Visão Crítica

Todo este período em que foi realizada a pesquisa do doutorado foi extremamente enriquecedor, não só pela oportunidade de nos aprofundarmos em um assunto fascinante, mas principalmente pelo desafio de propormos soluções para um universo ainda tão desconhecido e inexplorado como o da "sustentabilidade".

"Sustentabilidade". Termo amplamente utilizado, que se tornou banalizado, uma vez que acabou sendo referência para tudo, utilizada por todos e significando tudo....

Até mesmo por esta imprecisão, o conceito de sustentabilidade foi e ainda está sendo utilizado de forma completamente relativa, onde aspectos referentes à sobrevivência ou ao conforto do usuário são colocados no mesmo prato da balança.

O que vem a ser sustentável para a população de uma favela ?

A eletricidade é uma questão de sobrevivência para algumas tribos da África ?

Você já tentou ficar sem energia durante 24 horas ?

Mas mesmo neste universo de dúvidas e de imprecisões, a "Sustentabilidade" passou a ser a única esperança para uma possível ameaça de continuidade de vida no planeta.

Houve momentos em que pensamos na possibilidade de eliminar esta palavra da tese e de todos os trabalhos que fomos desenvolvendo ao longo de toda a pesquisa. Confessamos que foi uma espécie de saturação com o termo tal a banalização que notávamos no meio. Porém, com o andamento da pesquisa, avaliamos a possibilidade de sua utilização, com as devidas conceituações como poderá ser visto no decorrer do trabalho.

E a Arquitetura? Como deve se enquadrar diante de um mundo que estranhamente só há alguns anos acorda para esta realidade?

E o declínio das populações de anfíbios e redução dos corais nos mares e oceanos? Qual é a sua relação com a Arquitetura ?

O contato com assuntos aparentemente “estranhos” ao universo da Arquitetura fez-nos constatar que estávamos abordando um assunto não somente complexo e amplo, mas principalmente desconhecido. Estas inter-relações de áreas do conhecimento enriqueceu muitíssimo a pesquisa, apontando-nos a cada passo para o amadurecimento das propostas que são aqui apresentadas.

Neste processo surgiram várias outras “palavras mágicas” que procuraram, de certa forma, caracterizar o que seria uma Arquitetura Sustentável, como : a Arquitetura Verde, a Ecológica, a Ambientalmente Correta, a de Baixo Impacto, entre muitas outras.

A Arquitetura possui papel fundamental na redução dos impactos gerados na natureza? Qual é o seu real impacto? E qual seria o caminho para fazer desta “Nova Arquitetura” um veículo para implantações de mudanças a caminho de um futuro menos incerto?

Materiais construtivos com baixo índice de energia embutida, utilização de elementos da Arquitetura Vernacular, painéis fotovoltaicos, sistemas construtivos racionalizados e modulares, energia eólica, biodigestores, teto verde, permacultura, orientação das fachadas, iluminação e ventilação naturais, células de combustível, geradores de energia eólica, reciclagem, reaproveitamento de materiais construtivos, consumo verde, edifícios inteligentes, comunidades “alternativas”, armazenamento da água da chuva, reutilização das águas cinzas, sensores de temperatura e de presença, técnicas passivas de condicionamento térmico, pegada ecológica, adensamento dos grandes centros, transporte coletivo, softwares, arquitetura da terra, aumento das áreas de drenagem, diminuição do impacto da construção, utilização de materiais construtivos provenientes da localidade, planejamento na fase de projeto, eletrodomésticos com baixo consumo de energia....

O que fazer diante deste universo de possibilidades? Qual é o melhor caminho? Como avaliar, quantificar e justificar os aspectos ambientais de determinada decisão se os aspectos econômicos ainda são, atualmente, os mais importantes ? O que deve ser feito para inclusão de novos valores, não só na arquitetura mas também na sociedade?

Neste contexto, a Arquitetura não será modificada, mas terá que incorporar referenciais mais sustentáveis. Esta “Nova Arquitetura” refere-se a um processo de retomada de valores, somados às variáveis de Sustentabilidade.

Muitos arquitetos e pesquisadores apontam para a tecnologia como o elemento chave neste processo. Outros já observam que a tecnologia está em constante mudança e não pode ser obstáculo para a busca de soluções, sendo apenas um dos meios possíveis a caminho de ações efetivas para uma Arquitetura mais Sustentável.

Inicialmente pensávamos em propor diretrizes para uma Arquitetura de Menor Impacto Energético e Ambiental, não somente nas fases de projeto, mas de construção, utilização e demolição ou reutilização da edificação. Este trabalho surgiu como desdobramento do mestrado, onde avaliamos o consumo energético embutido em materiais construtivos de menor impacto ambiental.

Todas estas premissas, porém, foram sendo reavaliadas no decorrer da pesquisa, e constatamos que a abordagem somente dos aspectos "**ambientais**" estaria incompleta caso não fosse complementada com os "**humanos**". O que adiantaria resolver o consumo de água, de energia, e utilizar materiais de baixo impacto ambiental na edificação, se aspectos como o desemprego, a fome, a desigualdade econômica, os aspectos culturais, a segregação racial, desestruturam toda a organização da sociedade não promovendo a sua sustentabilidade? Como falar na utilização da água da chuva se muitas pessoas não tem sequer o que comer, nem onde morar?

Seria sustentável utilizar material construtivo de baixo índice de energia embutida, proveniente da localidade da construção, mas que fosse produzido com a utilização de mão-de-obra infantil? O que realmente deve pesar na definição da sustentabilidade de determinado item da edificação?

Nesta fase da pesquisa percorremos um universo de problemas e de soluções. A pesquisa, que já parecia ampla e complexa, ampliou-se ainda mais, trazendo novos elementos de reflexão para o processo de elaboração da tese. Apesar da aparente complexidade dada ao tema com a inclusão do aspecto humano, houve, um redirecionamento de todo o trabalho.

Desta forma, então, já não falávamos mais em "Arquitetura de Baixo Impacto Energético e Ambiental", mas sim em ***"Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental"*** **(ABIHA).**

Já estávamos conscientes de que toda pesquisa refletia não só aspectos da arquitetura, e seus possíveis impactos, mas que também estávamos passando por um período de necessidade de mudanças profundas na sociedade, onde a ação do homem em transformar a natureza se tornou insustentável e que estas mudanças necessárias e urgentes só seriam possíveis com novos paradigmas.

Sabíamos que os aspectos de redução dos impactos provenientes da construção, utilização e demolição (reutilização ou reciclagem) de uma edificação eram apenas parte de um contexto muito mais amplo. Uma redução total deveria necessariamente passar pela mudança nos padrões de vida e de consumo da sociedade. Ao falarmos da redução dos impactos na arquitetura certamente teríamos que abordar estes aspectos.

Todo o processo de elaboração das diretrizes de projeto, construção, utilização, demolição ou reutilização deveriam necessariamente, agora, incorporar os aspectos humanos envolvidos em toda problemática.

A Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental é parte condicionante de uma sociedade consciente, e que a implantação desta arquitetura não possui limites, sendo necessário um método para aproximação sucessiva visando alcançar a "sustentabilidade" nas edificações.

A utilização de sistemas especiais[1] de instalações e soluções de menor impacto ambiental, aliadas às mudanças de comportamento incentivadas pelas novas propostas arquitetônicas, como ponto de partida para a "sustentabilidade", trariam reduções "significativas" no consumo de água, de energia e de materiais construtivos, além de vantagens ambientais, sociais, culturais e econômicas.

Um aspecto crucial nesta pesquisa é a constatação de que na maioria das vezes as premissas e diretrizes desta "nova arquitetura", da "arquitetura sustentável", são obvias, e a não utilização destes conceitos é algo injustificável. O que faz com que conceitos simples e até já conhecidos, como a minimização do consumo de energia, a reutilização, a reciclagem, a minimização das perdas, entre muitos outros, não sejam incorporados pelos arquitetos, engenheiros, paisagistas e outros profissionais da área?

Não seria lógico que se projetasse com o objetivo de minimizar as perdas na etapa construtiva? Uma vez que estas perdas refletem não só impactos ao Meio Ambiente, mas também perdas econômicas? Se fôssemos analisar a maioria dos projetos atuais, não é esta a ação encontrada. Mas porquê?

Em todo este processo de elaboração da pesquisa houve a necessidade de arquivar grande número de imagens que refletiam aspectos

---

[1] "Sistemas especiais" definem soluções técnicas, que em uma etapa inicial, visam maior eficiência na utilização dos recursos naturais, além da diminuição nos impactos gerados, por exemplo, sistemas fotovoltáicos para geração de energia, utilização da água da chuva, entre muitos outros que serão citados no decorrer da tese. Desta forma, os sistemas especiais são soluções, não convencionalmente utilizadas, não incluídas nas normas brasileiras, que tenham como objetivo principal a eficiência energética, o uso de fonte de energia renovável (energia solar, eólica, por exemplo), o controle do impacto direto e indireto sobre o meio ambiente e a utilização de práticas de conservação e de reciclagem (utilização da água da chuva, construção com materiais de baixo conteúdo energético ou reutilizados, por exemplo) (SERRA,2001).

que estavam sendo analisados. Optamos por documentar e ilustrar o máximo possível este trabalho, não só pela importância do registro, mas também pelo fato das imagens serem um poderoso instrumento na arquitetura. Mesmo assim, o grande número de imagens não utilizadas gerou o CD que se encontra em anexo, com imagens relevantes obtidas durante a pesquisa.

Esta pesquisa encontra-se dividida em três partes:

- **Parte 01 – Contexto Global e Sustentabilidade.**
- **Parte 02 – A Arquitetura e a Sustentabilidade**.
- **Parte 03 – Algumas aplicações para uma Arquitetura mais Sustentável**.

Na primeira é abordado o *Contexto Global* atual que gerou este quadro de degradação do Meio Ambiente e a necessidade de adaptação da Arquitetura e da sociedade como um todo. Também são analisados os aspectos relacionados com a "*Sustentabilidade*", seus conceitos, seus princípios, suas contradições, ações para aplicação de referenciais mais sustentáveis e as barreiras encontradas.

A Arquitetura e a Sustentabilidade é analisada na segunda parte. Todas as dificuldades, ações já implantadas, contradições, são avaliadas no contexto atual onde vários aspectos devem ser revistos. Várias experiências são relatadas, como exemplos de tentativas de aplicação de novos referenciais. A utilização dos Materiais Construtivos dentro destes novos parâmetros de análise também é avaliada.

A terceira parte mostra a aplicação dos conceitos de uma Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental (ABIHA) em experiências práticas.

No decorrer da pesquisa, sentimos a necessidade de mostrar como aplicar as diretrizes propostas. Houve a oportunidade de utilizar exemplos de aplicações práticas, que foram de extrema importância para o embasamento da pesquisa. Desta forma foi proposto o **Jardim Sustentável**, o **Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética**, e foi analisada a primeira etapa da **Reutilização do Galpão da POLI**.

O Jardim Sustentável não é apenas um jardim "útil" que incorporou a utilização da energia solar e a utilização da água da chuva, além de todo o processo de reaproveitamento e reciclagem na sua construção. É uma proposta de mudança de hábitos, e suas diretrizes podem e devem ser aplicadas em qualquer edificação, em qualquer etapa necessária.

Foi extremamente enriquecedor o acompanhamento de todo o processo de execução do Jardim Sustentável, na FAU. A implantação deste, junto ao LAME –Laboratório de Modelos da FAU, fez com que todos os funcionários se envolvessem, dando sugestões, idéias, mostrando suas habilidades "agrícolas", e até mesmo trabalhando junto na execução dele. De repente, nos deparávamos dando explicações sobre painéis fotovoltáicos e reaproveitamento da água da chuva para funcionários que, em alguns casos nem sequer possuem alfabetização. A perspectiva de produzir "verduras frescas" , como eles mesmos passaram a falar, talvez tenha criado esta união entre os funcionários.

O Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética, além de incorporar na sustentabilidade de uma edificação as questões de conforto[2] , reflete uma postura nossa de utilização de novas tecnologias, passando para um contexto muito mais competitivo uma análise que antes era economicamente inviável. A análise do desempenho energético na fase de utilização de uma edificação, também é necessária, não só para a avaliação das soluções adotadas, mas também para proposição de novas alternativas.

O processo de desmontagem e reutilização do Galpão da POLI foi extremamente enriquecedor, apesar de termos a oportunidade de acompanhar, para esta pesquisa, apenas a primeira etapa do processo. Trabalhamos com mão-obra-de uma Cooperativa criada dentro da USP, que tem como objetivo principal a criação de empregos para os moradores da favela do Jaguaré. Em pouco tempo de trabalho, ainda no início da desmontagem e separação do material construtivo, pudemos observar a empolgação dos trabalhadores com a novidade, novidade esta que nos surpreendeu, uma vez que supúnhamos que por se tratarem de moradores de favela estariam "acostumados com o reaproveitamento dos materiais". Estávamos enganados. Eles estavam habituados com a utilização de restos, ao passo que o nosso processo não gerava lixo, pelo contrário, procurava reaproveitar tudo, dentro da função mais apropriada. Não demorou muito para ouvirmos relatos de restauros e reutilização de materiais que os trabalhadores começaram a realizar nas suas casas.

O que gera este sentimento nas pessoas? Será que é a possibilidade de reutilizar algo que na maioria das vezes iria parar no lixo? Existe alguma forma de preconceito quando a esta prática? O que faz com que a maioria das pessoas fique fascinada com a possibilidade de reciclar, reutilizar? Será um tímido prenúncio de consciência ambiental na sociedade?

Durante este processo passamos a acreditar que somente com mudanças estruturais profundas na sociedade, com mudanças no modo de vida e hábitos não só dos profissionais da área, mas da sociedade como um todo seria possível obter resultados verdadeiros rumo a um futuro mais sustentável.

---

[2] *Iluminação, térmica, acústica*

Até nós, por acreditarmos nestas ações, passamos a incorporar no nosso dia a dia estas "novas" condutas. Recusar, reduzir, reutilizar, restaurar e reciclar passaram a guiar não só as propostas desta pesquisa, mas principalmente nossas ações como cidadãos.

Acreditamos que é neste sentido que os profissionais devem procurar direcionar as suas ações com o objetivo de educar e cada vez mais aumentar a responsabilidade da sociedade como um todo. Somente desta forma iremos conseguir implantar uma sociedade sustentável, que possui como um dos agentes principais a arquitetura.

Aliás, quantos de vocês, que estão lendo esta pesquisa, se preocupam em reciclar o seu lixo, reaproveitar materiais "velhos" em sua casa, escritório, ou até mesmo monitoram o seu consumo de energia ?

"Seja você a mudança que espera ver no mundo....."

Mahatma Gandhi

Conceituações Básicas

Apesar das incertezas e imprecisões relativas ao termo "sustentabilidade", houve a necessidade da elaboração de uma conceituação básica para esta pesquisa. Desta forma, a sustentabilidade :

> *"É uma forma de promover uma busca de maior igualdade social, valorização dos aspectos culturais, maior eficiência econômica e um menor impacto ambiental na distribuição eqüitativa da matéria-prima, garantindo a competitividade do homem e das cidades".*

Ainda não existe um respaldo científico para o tema "sustentabilidade", pois, seu caráter multidisciplinar além de criar dificuldades nos conceitos também gera controvérsias nas aplicações em várias áreas do conhecimento (SILVA,2000,p.45).

Também fica implícita nesta conceituação que a sustentabilidade não é algo que se adquira de forma completa, definitiva e permanente e não pode se revelar por meio de postulados científicos, "*o seu universo fica estabelecido em princípios e diretrizes que contemplem ações e intervenções especificas e limitadas temporal e espacialmente*" (SILVA,2000,p.33).

Segundo Silva (2000, p.98 e 99), a sustentabilidade pode ser caracterizada pelo caráter: progressivo (tendência e dinâmico), holístico (plural, indissociabilidade e interdisciplinar) e histórico (espacial, temporal e participativo). Estas características apontam para uma solução de síntese muito mais complexa, pois deve levar em conta todas estas variáveis.

O contexto atual de degradação do Meio Ambiente, escassez de recursos e o aumento da crise social, faz com que haja a necessidade de uma adaptação da Arquitetura. Uma edificação não pode mais ser vista como uma unidade isolada, mas sim como um organismo que gera impactos ao longo de todo o seu ciclo de vida: projeto, construção, utilização, demolição, reutilização e/ou reciclagem. Desta forma, a conceituação da sustentabilidade na arquitetura:

> *"É uma forma de promover uma busca de maior igualdade social, valorização dos aspectos culturais, maior eficiência econômica e um menor impacto ambiental nas soluções adotadas nas fases de projeto, construção, utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando a distribuição eqüitativa da matéria-prima, garantindo a competitividade do homem e das cidades".*

Mesmo com o prévio conhecimento que decisões na fase de projeto se têm uma maior eficiência quanto a uma efetiva redução dos impactos, (ROGERS, 1997; YEANG, 2001) viu-se a necessidade de abordar todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação, uma vez que as questões relacionadas com estes impactos ainda estão em fase inicial de abordagem, sendo necessária uma análise mais global. Além disso, é somente com esta abordagem que o profissional passará a ter real dimensão das decisões tomadas ainda em fases iniciais.

Este fato tem tornado os projetos muito mais complexos, fazendo com que seja necessário uma equipe multidisciplinar para a resolução dos problemas e tomada de decisões (YEANG, 2001, p.11). O arquiteto e profissionais da área ainda não possuem conhecimento para fazer o contraponto entre as questões ambientais e o ambiente construído, sendo necessária uma interação com profissionais de outras áreas (YEANG,2001,p.31).

Apesar da existência de alguns métodos para avaliação de "vantagens" ambientais, este tema ainda traz muitas controvérsias. É muito relativo e de difícil avaliação o peso favorável dado a aspectos ambientais sendo que os aspectos econômicos ainda imperam e têm total domínio nas tomadas de decisão (YEANG,2001,p.11).

Esta reestruturação na Arquitetura, porém, só será efetiva caso haja mudanças de hábitos de toda a população, onde os profissionais passam a ser o primeiro elemento do elo de uma corrente para implantação desta profunda revolução que deverá ocorrer inevitavelmente, por uma liberdade de escolha ou até por uma questão de sobrevivência. (COOK,2001,p.41).

Neste processo, é necessário que vantagens ambientais e comportamentais sejam incorporadas em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, uma vez que mesmo não tendo como

medi-las, ou avaliá-las são elementos essenciais para a estruturação de uma Arquitetura e uma sociedade mais integradas.

Esta "Nova Arquitetura" – Ecológica, Verde, Sustentável, de Baixo Impacto Ambiental[3], deve não só minimizar os impactos gerados no Meio Ambiente, mas principalmente integrar a edificação de forma a criar efeitos positivos no meio ambiente, sendo um agente renovador, reparador e restaurador, integrando-a aos ciclos naturais da biosfera. Além disso, a Arquitetura tem o papel de manter e gerar o bem estar da sociedade, promovendo meios de garantir a satisfação dos aspectos sociais, culturais e econômicos.

Desta forma foi utilizada para conceituação desta "Nova Arquitetura" uma ***Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental***, onde os aspectos humanos são gerados com o bem estar social, cultural e econômico, e os ambientais, a partir de maior integração Homem/Meio Ambiente.

Vários autores e institutos de pesquisa vêm trabalhando na criação de métodos para facilitar a incorporação destas "novas" variáveis na arquitetura. Segundo LIPPIAT[4] (2000) é necessário que os arquitetos e profissionais da área tenham elementos para tomarem decisões conscientes em seus projetos, pesando, de acordo com as possibilidades as variáveis econômicas e ambientais.

Metas sociais e ambientais a serem atingidas em um projeto são cada vez mais presentes. Segundo o ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE (RMI, 1998), os principais elementos do "desenvolvimento verde" seriam: *responsabilidade ambiental, eficiência na utilização dos recursos disponíveis, sensibilidade cultural e comunitária, integração da ecologia nos empreendimentos imobiliários*. Os principais benefícios decorrentes da utilização destas práticas seriam: *redução dos custos de investimento, redução dos custos de operação, imagem do produto, diferenciação do produto, redução dos riscos, produtividade e saúde, novas oportunidades de negócios, satisfação de estar fazendo a coisa correta*.

---

[3] Ecological *e* Green Design, *são os termos mais utilizados no mundo para denominar esta 'Nova Arquitetura.*

[4] *LIPPIAT, Bárbara, é autora do software* BEES – Building for Environmental and Economic Sustainability- *já na sua segunda versão. O software , desenvolvido com apoio do NIST – National Institute of Standards and Technology - em parceria com o EPA - Environmental Protection Agency, tem o objetivo de avaliar o desempenho econômico e ambiental dos materiais construtivos, nas etapas de extração da matéria prima, transporte até a fabricação, o processo de fabricação, transporte do mesmo até a construção, sistema construtivo, uso e manutenção da edificação, demolição e/ou reciclagem e/ou reutilização. Atualmente, está sendo realizada uma pesquisa com os usuários do software, e em uma próxima etapa pretende-se incorporar variáveis sociais. Apesar do excelente método, é um instrumento voltado para a realidade norte-americana.*

Vários estudos apontam para as vantagens econômicas advindas da utilização das práticas de baixo impacto ambiental e humano nas etapas de projeto (ADPSR,1999; AGNELLO1997; ASHKIN,1997; ATHENS,1997; BERNHEIM,1997; DOE/EPA,1997; GOTTIFRIED,1997; KIM,1997; KRONKA,1998; LIPPIAT,2000; LAWSON,1996; LYLE,1994; RATHMANN,1999; RODMAN1995; WATSON,1979; RMI,1998). O estudo realizado pelo DOE/EPA (1997), além de avaliar as oportunidades locais de desenvolvimento econômico a partir da utilização de práticas de menor impacto ambiental, sugere os principais aspectos a serem abordados em uma edificação, onde se procura analisar os benefícios para a utilização dos edifícios de baixo impacto ambiental integrados ao meio ambiente .

Nas pesquisas realizadas foi avaliado o fato de que atualmente tem-se uma visão analítica para resolução dos problemas, tanto no âmbito local como global. E esta forma de resolução de tais problemas mostra-se ineficiente, não resistindo a simples avaliações de sustentabilidade e condições ambientais. A temática que procura incorporar elementos de sustentabilidade às edificações, não pode ser avaliada de forma analítica, uma vez que estas questões abordam aspectos multidisciplinares.

Os modelos para avaliação dos sistemas existentes, têm sido analíticos dada a dificuldade de estudá-los de maneira sintética, onde todas as variáveis e parâmetros estão em constante mutação com os condicionantes: culturais, ambientais, econômicos, sociais, avanços tecnológicos, científicos e etc.

Tudo indica que o sistema de treinamento de projeto (englobando todas as fases do ciclo de vida da edificação), que é um processo de síntese, é o caminho para a formação de profissionais que terão em seu repertório soluções integradas que levem também em conta as questões de sustentabilidade.

A crescente e gradativa utilização de tecnologias limpas, como energia solar, eólica, a utilização da água da chuva e reutilização das águas cinzas e negras, através do desenvolvimento tecnológico e até pelo aumento de consciência dos profissionais e da população é reflexo de um natural encaminhamento para soluções mais "sustentáveis", onde práticas de um menor impacto ambiental já estão sendo incorporadas (AGNELLO, 1997; GOTTFRIED, 1997; DEL CARLO 2000, ZANETTINI 2000).

A atual realidade econômica, social e política vigente na maioria dos países reforçam as infindáveis razões não só para os arquitetos se descontentarem com o possível futuro, mas principalmente para constatarem a necessidade de tomada de consciência, aumentando a importância da qualidade da arquitetura neste contexto.

O arquiteto, pelo caráter global de sua formação, tem condições de se capacitar para a condução deste processo de projeto dentro da "nova" realidade, nesta "nova" Arquitetura. Segundo Richard Rogers, esta é a chance de fazer reviver a profissão do arquiteto, que vinha se descaracterizando ao longo dos tempos (1997,p.69). Os projetos passarão a ser conduzidos por equipes integradas por profissionais de diversas áreas, o biólogo, o engenheiro civil, o arquiteto, o engenheiro elétrico, o paisagista, o planejador, o economista,o sociólogo e outros.

Apesar de a esfera de decisão do arquiteto ainda continuar sendo determinada pelo capital (ZANETTINI, 2000), mostra-se cada vez mais premente e urgente a necessidade de incorporar aspectos de cunho socioambientais nas suas decisões. Segundo este autor *"... trabalhar com correção nas áreas de domínio da arquitetura, com base nos conhecimentos científico e sensível, de uma forma sistêmica que globalize o histórico, o ambiental, o social, o político, o econômico e o tecnológico continua sendo tarefa a perseguir, sem prazo determinado, nesse universo conflituoso, em desequilíbrio e injusto que temos que ultrapassar"* (ZANETTINI, p. 04, 2000).

Este quadro ilustra a crescente necessidade de reformular, remodelar as formas de ver a arquitetura, de realizar os projetos dentro da ótica de menor impacto humano e ambiental. O aumento das variáveis e conseqüente aumento da complexidade dos projetos fazem com que as formas empreendidas até então sejam revisadas. Segundo ZANETTINI :

> *"..... a arquitetura não mais se limitando a tomar como sua área de domínio a questão do espaço e da estética da forma. A necessidade crescente, que a realidade vem impondo, de mudar de dimensão no seu enfoque com uma abordagem sistêmica da cultura material como também das formas de produção material, no atendimento às novas demandas e necessidades individuais e coletivas." (ZANETTINI, p. 04, 2000)*
>
> *"Esse aumento de complexidade de seu conhecimento e de seu trato vem exigindo uma crescente contribuição interdisciplinar de variadas áreas de especialidade e colaboração cada vez mais ampla de inúmeros intervenientes." (ZANETTINI, p. 04, 2000)*

A extensão da temática – sustentabilidade – e a quase inexistência de pesquisas relacionadas com o tema em nosso país, justificam a proposição de uma sistematização nas fases do ciclo de vida de uma edificação nos moldes de menor impacto humano e ambiental, como ponto de partida para futuras pesquisas e embasamento a serem desenvolvidas para o pós-doutorado.

Estas conceituações são aprofundadas no decorrer deste trabalho, onde não só foram abordadas estas novas temáticas, mas principalmente as barreiras e dificuldades existentes para se enquadrar dentro deste panorama de necessidade de incorporação de novas variáveis.

PARTE 1

CONTEXTO GLOBAL E A SUSTENTABILIDADE

"A expansão quase quádrupla da humanidade durante o último século aumentou drasticamente as demandas sobre os recursos naturais. A demanda pela água, energia, alimentos e materiais foi exacerbada pela expansão sem precedentes da população mundial. Entretanto, o crescimento populacional por si só não poderia ter testado os limites ambientais tão fortemente. As pressões que impõe foram aumentadas pelos níveis crescentes de consumo, à medida que cada indivíduo exige mais do planeta."

FLAVIN, Christopher – "Planeta Rico, Planeta Pobre" - Estado do Mundo 2001, p. 11.

"Apesar de informações abundantes sobre nosso impacto ambiental, as atividades humanas, continuam a escalpelar florestas inteiras, secar rios, podar a Árvore da Evolução, elevar os níveis dos sete mares e reformular os padrões climáticos. À medida que os sistemas ambientais continuam a enfraquecer e a demanda humana sobre eles aumenta, a necessidade de uma mudança para economias sustentáveis se torna cada vez mais urgente.... Realmente, este momento limiar praticamente não tem precedentes na história mundial."

GARDNER, Gary – "Acelerando a Mudança para a Sustentabilidade" - Estado do Mundo 2001, p. 207.

"O desenvolvimento sustentável é algo mais do que um compromisso entre o ambiente físico e o crescimento econômico – ele significa uma definição de desenvolvimento que reconhece , nos limites da sustentabilidade, origens não só naturais como estruturais. Cabe, assim, reconhecer na relação homem-natureza os processos históricos através dos quais o ambiente é transformado, e a sustentabilidade será uma decorrência de uma conexão entre movimentos sociais, mudança social e , conseqüentemente, possibilidade de políticas mais efetivas."

BECKER, Bertha K. – "Amazônia pós ECO 92", Para pensar o Desenvolvimento Sustentável, p138.

Nesta parte da pesquisa é traçado um breve histórico do crescente impacto que o Homem vem gerando ao tentar se relacionar com o Meio Ambiente.

Passando por Platão, pela Grécia Antiga, pelas cidades medievais, até chegar a industrialização que foi o marco do rompimento definitivo do elo que ainda existia do Homem com a natureza, é mostrado como veio ocorrendo a evolução do quadro que culminou com a degradação do Meio Ambiente.

Na trajetória de dominar a natureza, não houve um balanço entre o uso e a capacidade dos processos básicos, justificando o atual esgotamento de muitos recursos naturais.

São lembrados os nomes de Ebenezer Howard, Camillo Site, James Loverlock, Buckminster Fuller, entre outros, que em suas propostas de cidades ideais, criticavam as "suas cidades", alertando não só para o crescimento desordenado, impactos gerados na natureza, mas também pela perda crescente dos aspectos sociais a elas relacionados.

Um ponto central e comum a todas as análises de pensadores, arquitetos e urbanistas, é o fato do Meio Ambiente sempre estar à margem das decisões do Homem, gerando todos os desequilíbrios e impactos possíveis na natureza.

É traçado um panorama atual dos níveis de poluição, fome, escassez de água, energia, elevação da temperatura global, entre outros, com o objetivo de mostrar a necessidade de mudanças efetivas de comportamento com relação ao Meio Ambiente, aspectos sociais e culturais da nossa sociedade.

O limite deste panorama atual nos leva a concluir que mudanças estruturais profundas devem ser implantadas rapidamente na nossa sociedade com o objetivo de reverter este quadro preocupante.

A Sustentabilidade surge neste contexto como a "possibilidade de salvação" do planeta. Desta forma, são abordadas várias questões relacionadas ao tema. É mostrado o que vem sendo pesquisado, os resultados obtidos bem como as dificuldades e controvérsias encontradas.

O seu caráter interdisciplinar, com aplicação em várias áreas do conhecimento torna o tema muito complexo, com muitas variáveis. Esta dificuldade faz com que os conceitos ligados à "sustentabilidade" sejam ainda muitas vezes tratados com pouco rigor.

É importante ressaltar, que ainda não existe uma ciência para a sustentabilidade, portanto seus conceitos e, terminologias ainda são passíveis de mudanças e contestações.

Também é traçado um breve histórico de como o homem tem atuado para a implantação de referenciais mais sustentáveis até chegarmos ao panorama atual. A Agenda 21 e a ISO 14000 são abordadas nesta etapa da pesquisa.

Para finalizar abordou-se as principais barreiras encontradas para a implantação efetiva de referenciais mais sustentáveis, avaliando não só os aspectos naturais, mas também sociais, políticos e econômicos.

Todo este quadro retrata a dificuldade e a distância que ainda estamos na aplicação dos conceitos de sustentabilidade estabelecidos na introdução deste trabalho.

1 Contexto Global

1.1 Panorama Histórico – A Necessidade de desenvolvimento de uma Arquitetura com Baixo Impacto Humano e Ambiental (ABIHA)

A relação Homem/Meio Ambiente, no decorrer da História, é marcada pelo crescente impacto gerado na natureza por suas atividades básicas. Estes impactos fez com que chegássemos a um limite, praticamente esgotando nossas reservas naturais. As questões sociais, como o aumento da miséria e da fome, praticamente em todo o planeta, além do consumismo excessivo e desmedido, contribuíram para agravar ainda mais este quadro. Desta forma, a procura de soluções para melhoria deste panorama acaba sendo a única saída para o Homem, onde não só as buscas de uma relação mais harmônica com a natureza, como também mudanças sociais profundas passam a ser absolutamente vitais.

Foto 01 – O peso das decisões ambientais. Foto extraída da revista *Architectural Design*-1997

Milton Santos observa que desde o surgimento do homem na face da Terra, a Natureza vem sendo sempre "redescoberta". O pesquisador ainda observa que:

> *"A história do homem sobre a Terra é a história de uma ruptura progressiva entre o homem e o entorno. Esse processo se acelera quando, praticamente ao mesmo tempo, o homem se descobre como indivíduo e inicia a mecanização do Planeta, armando-se de novos elementos para tentar dominá-lo. A natureza artificializada marca uma grande mudança na história humana da natureza". (SANTOS, 1997, p.19)*

A contextualização do processo de interação do Homem com o Meio Ambiente é de extrema dificuldade. Desde a Antigüidade, Platão já utilizava o conceito de que tudo faz parte de um mesmo organismo, nada pode ser avaliado isoladamente. O homem e a natureza fazem parte deste mesmo sistema (LYLE, 1994).

Com o objetivo de caracterizar a ocupação do espaço natural e avaliar as conseqüências destas práticas, muitos pesquisadores estudam as formas de adaptação do homem ao longo da história.

Segundo Geraldo Serra, o espaço humano é o resultado da sobreposição de inúmeras adaptações sobre o espaço natural ao longo da história (SERRA,1984).

A preocupação com impacto e o limite de crescimento das cidades foi abordada desde a Grécia Antiga, onde a utilização do termo – Megalópolis- passou a ser referência para cidades que, como Atenas, estavam próximas de esgotar o limite de se sustentarem. A utilização relativamente recente do termo "Megacidades", apesar de se referir a escalas de cidades completamente diferentes da Grécia, ilustram a constante preocupação do homem em se relacionar com o Meio Ambiente (HALL, 2001).

Nas cidades medievais já era possível antever alguns dos efeitos negativos de um crescimento desordenado, apontando para o fato de como seria o futuro das cidades nos próximos séculos. Fechadas entre muros, com a nítida segregação das classes sociais menos privilegiadas para o lado de fora, com quase nenhum saneamento básico, estas cidades já começaram a gerar grande desarmonia com o meio ambiente (LE GOFF 1997).

O conceito de que o Homem é o centro das coisas, o centro do Universo, fez com que na Renascença houvesse o desaparecimento quase que total da importância dada à integração com o meio ambiente. A teoria de Copérnico, que mostra a Terra como centro do Universo, com os planetas orbitando à sua volta, exemplifica este fato. Todo este contexto acaba refletindo na maneira do homem relacionar-se com o meio, sem importar-se com os impactos e poluição gerados (LYLE,1985).

Foto 02 – A cidade Medieval fechada entre muros. A segregação social e falta de saneamento já anunciavam o que iria acontecer com as futuras cidades. Foto extraída do livro "Por Amor às Cidades", de *Le Goff*.

Mas foi com a Industrialização que houve rompimento com este elo. A grande concentração do uso de matéria prima e de energia, o aparecimento dos aglomerados urbanos, a urbanização e a extrema dificuldade em manter um balanço entre o uso e a capacidade dos processos básicos, marcaram o início da degradação do meio ambiente e deterioração das fontes de matéria prima.

Há aproximadamente 250 anos, desde a Revolução Industrial, o homem vem modificando a atmosfera e o solo, através da queima dos combustíveis fósseis e destruição das florestas (ROGERS, 1998, p.9).

Como exemplo desta expansão, tem-se como consequência da utilização de combustíveis fósseis o excesso de liberação de CO_2 na atmosfera, sem a correspondente assimilação no meio ambiente, gerando a destruição da camada de ozônio e o efeito estufa (KRONKA,1998,p.74).

Principalmente nos últimos 100 anos a nossa sociedade tem passado por grandes mudanças . Nos Estados Unidos por exemplo, foram necessários cerca de 46 anos para que ¼ da população tivesse, no início do século XX, acesso à eletricidade. No decorrer do século porém, já se observa que foram necessários 35 anos para o telefone, 26 para a televisão, 13 para o telefone celular e apenas 7 para a internet. Desta forma, a rapidez de todas estas inovações acaba fazendo com que todas as conseqüências destas atividades. não sejam assimiladas. O quadro atual de devastação e impactos ambientais é reflexo deste processo abrupto de mudanças (GARDNER, 2000, p. 209).

As estatísticas crescentes quanto à desertificação, à salinização,à erosão do solo, à perda da habitabilidade, à poluição urbana, ao desaparecimento de lagos, e de rios, poluição das águas e dos lençóis freáticos, são reflexos deste processo e ilustram este quadro (WWI, 2001).

O próprio crescimento das cidades e a poluição por elas gerada , fizeram com que muitos arquitetos e urbanistas começassem a propor soluções para tentar reverter este processo.

Os pensadores, arquitetos, urbanistas e outros profissionais ligados ao meio ambiente retomam no século XX os conceitos de Platão, inserindo o homem em um contexto mais global. A arquitetura orgânica, tecnologias apropriadas, energias renováveis, a agricultura biodinâmica de Rudolf Steiner, as cidades jardim de Ebenezer Howard, os planos urbanísticos de Geddes e Mumford, a arquitetura de Frank Lloyd Wright, celebraram a escala humana, tendo como aspecto principal o meio ambiente (LYLE, 1994).

Talvez um dos exemplos mais expressivos da retomada deste conceito de Platão, de que tudo seria parte de um mesmo organismo,

é a hipótese Gaia, onde James Loverlock, no início dos anos 70, afirma que:

> *"O planeta não é inanimado. É um organismo vivo. A terra, as pedras, o oceano, a atmosfera e todos os seres vivos são todos um grande organismo. Uma coerência de um sistema holístico de vida, auto-regulador, e auto-adaptável." (LOVERLOCK, 1988, p.14)*

Ebenezer Howard, em 1899, propõe um conceito de cidade sustentável, sem utilizar este termo, com a implantação das "*cidades jardim*" (*garden cities*), que se caracterizavam basicamente pela grande quantidade de verde e baixa densidade demográfica com um limite de tamanho e de crescimento[1] . As cidades jardim possuíam cinturões verdes naturais, áreas de agricultura, florestas e áreas de reflorestamento, havendo nas proximidades o necessário para seu funcionamento. Todo esgoto e dejetos orgânicos gerados pela cidade seriam tratados nestas áreas naturais (HAGAN, 2001,p.171).

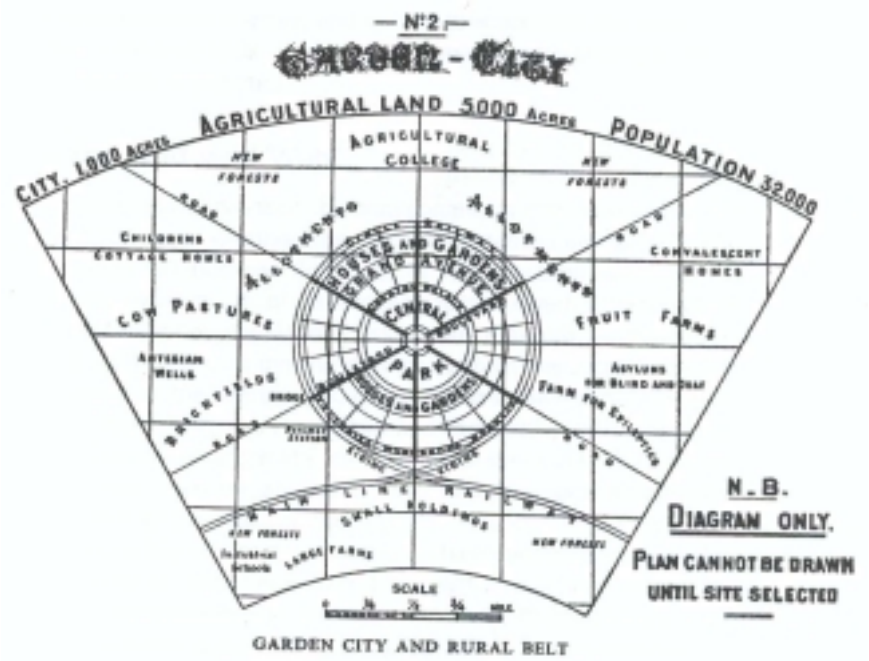


Foto 03 – Esquema das Cidades Jardim – Ebenezer Howard. Foto extraída do livro "Taking Shape"- Susannah Hagan.

Camillo Sitte, (1901), foi quem primeiro chamou os parques de "pulmões" da cidade, chamando a atenção para a necessidade do verde nas áreas urbanas diante da crescente poluição já naquela época (LYLE ,1994).

[1] *As* Garden Cities *deveriam compor no máximo unidades de até 30.000 habitantes, organizados todos em residências com muito verde. As áreas das cidades também deveriam, ter uso misto, fazendo com que seus habitantes utilizassem no máximo 10 minutos para suas atividades e consumo. Também propõe uma rede de cidades compondo no máximo 250.000 habitantes, interligadas por redes ferroviárias.*

Patrick Geddes (1915), urbanista inglês, fala do crescimento em Londres nesta época e diagnostica, como única solução, a existência de agrupamentos urbanos em menor escala. Ressalta-se a necessidade de entendimento dos processos naturais e do ambiente local.

Richard Rogers observa em "*Cities for a small Planet*", que muitos arquitetos, urbanistas e pensadores se aventuraram na proposição de cidades ideais, procurando de alguma forma melhorar as cidades existentes na sua época. Apesar da utopia de muitas destas propostas, elas ainda servem de reflexão para o aspecto social que deve ser resgatado e celebrado nas cidades atuais.

> *"Vitruvius, Leonardo da Vinci, Thomas Jefferson, Ebenezer Howard, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, Buckminster Fuller propuseram cidades ideais que deveriam ser criadas para sociedades ideais..." (ROGERS,1997,p.17)*

A partir da década de 50, impulsionadas pelos efeitos pós-guerra, tanto no Brasil, como na América do Sul, as ações com o objetivo de redução do Impacto Ambiental são observadas na introdução da Arquitetura Bioclimática[2] , onde a iluminação natural, cuidado com a luz e sombra, orientação da edificação, inserção de novos elementos arquitetônicos como o brise soleil, passaram a ser uma constante com a influência do Movimento Moderno. Além disso, a introdução de estudos internacionais[3] relacionados com os problemas de projetos nas regiões tropicais também contribuíram para o avanço da Arquitetura Bioclimática (EVANS, 2001).

Pioneiros desta área podem ser destacados como: Lúcio Costa e Oscar Niemeyer no Brasil, Roberto Rivero e José Miguel Aroztegui no Uruguai, Villanueva na Venezuela, entre outros.

Apesar da situação favorável, os governos militares subseqüentes, bem como a instabilidade política, social e econômica, acabaram retardando e prejudicando as pesquisas, bem como a continuidade de utilização destes conceitos (EVANS, 2001).

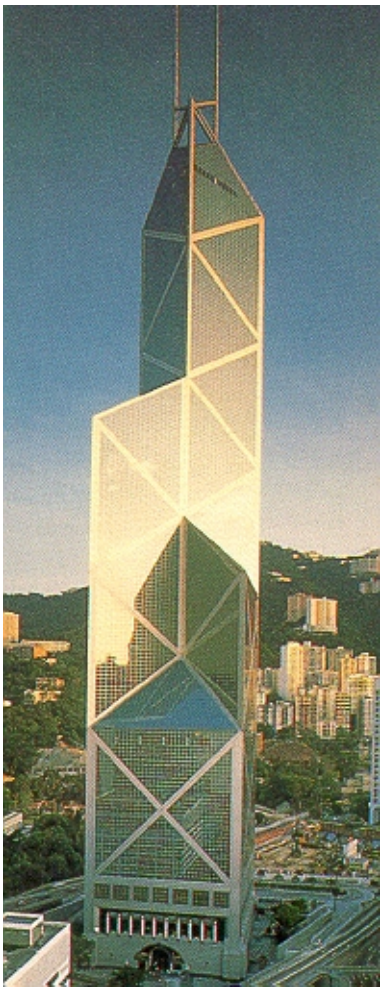
A crise energética dos anos 70, que renovou nos Estados Unidos e na Europa o interesse pela arquitetura bioclimática, gerou reflexos positivos na América do Sul, com o surgimento de muitos Centros de Pesquisas e Instituições voltadas para a arquitetura de Baixo Impacto Ambiental (EVANS, 2001)[4] .

Apesar da crise energética dos anos 70 ter mudado o padrão de

---

[2] Apesar deste significativo impulso dado a Arquitetura Bioclimática neste período, John Martin Evans observa que desde a época pré Colombiana e arquitetura vernacular já são observados exemplos de Arquitetura Bioclimática. (EVANS,2001)

alto consumo energético de muitos edifícios existentes, ainda hoje encontramos exemplos de edifícios que possuem um altíssimo padrão de consumo, ignorando completamente aspectos de condicionamento passivo. A produção em massa e as facilidades de transporte, além da utilização de meios mecânicos para aquecimento e resfriamento dos ambientes, fizeram com que se utilizasse os mesmos materiais construtivos, e as mesmas soluções, em locais com características climáticas diferentes.



Fotos 4 e 5 – Cortinas de vidro. Primeira foto China, e na segunda, edifício de escritórios em Miami. Na primeira foto Banco na China, arquiteto Im Pei; o edifício mais alto existente neste país. O clima quente e úmido é não favorece este tipo de solução, onde o uso excessivo do condicionamento artificial passa a ser uma necessidade constante. Na outra foto, o edifício de escritório no centro de Miami também não é propício para o clima do local. Fotos cedidas pela arq. Joana Carla S. Gonçalvez, prof. da FAU/USP.

Um dos estudos mais recentes que tenta relacionar a cidade ao espaço necessário para a sua sobrevivência é o "*ecological footprint*" [5] ou "*pegada ecológica*". Esta medida tenta relacionar a área de ocupação de determinada cidade com a área necessária para mantê-la funcionando, ou seja, área para abastecimento de alimentos, energia, água, depósito de lixo, extração de matéria prima, entre

---

[3] Nesta época, o BRS – Building Research Center , na Inglaterra e o CSTB, na França concentraram suas pesquisas nos problemas de projeto e construção nas regiões tropicais, produzindo grande número de publicações sobre arquitetura Bioclimática nos trópicos, tendo importância vital na difusão destes conceitos na América do Sul, particularmente no Brasil. Nesta fase houve grande impulso nas instituições de ensino.(EVANS,2001)

[4] Como exemplo podemos citar : ASADES (Argentine Solar Energy Society), ENCAC (Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído) no Brasil; COTEDI (Conforto Térmico nas Edificações), na Venezuela e Colômbia e SENESE (Seminário Nacional de Energia Solar e Eólica) no Chile.

[5] O termo "ecological footprint" - EF - foi utilizado originalmente por William Rees da University of British Columbia, do Canadá. (SILVA,2000, p.72)

outros. Alguns autores alertam para a discrepância de algum destes valores uma vez que a pegada ecológica baseia-se no nível de desenvolvimento econômico de cada país (DEMETRIUS,2001).

O WORLDWATCH INSTITUTE também relaciona a superfície urbana da cidade com a área necessária para suprir as suas necessidades, e apesar da distorção de valores quando comparadas com a *pegada ecológica*, mostram o impacto de uma cidade em toda uma região, e até em todo o planeta. Segundo o WWI, Londres utiliza uma área 58 vezes maior que a superfície urbana, sendo que a Grande São Paulo esta relação é de 53 vezes (WWI, 2000,p.47).

Como desdobramento da *Ecological Footprint*[6] , muitos pesquisadores vêm utilizando o *Building Footprint*[7] , com o objetivo de avaliar os impactos de uma edificação na sua vizinhança. Apesar dos resultados indicarem a escolha de materiais construtivos das proximidades, utilização de energias limpas, reutilização e reciclagem, o método só consegue avaliar os aspectos relacionados com a fase de construção da edificação.

1.2 Panorama Atual - Em busca da Sustentabilidade

Os níveis alarmantes de poluição, de violência, de fome, de escassez de água e de energia, de elevação da temperatura global, de danos da camada de ozônio, entre outros, fazem-nos acreditar que as mudanças ambientais induzidas pela atividade humana excederam o ritmo natural da evolução, fazendo com que tenhamos que buscar, urgentemente, formas para nos adequarmos aos problemas que estamos criando com tamanho descontrole.

Dos seis bilhões de pessoas que habitam o planeta, cerca de 1,1 bilhão de pessoas são subnutridas e abaixo do peso, cerca de 2,8 bilhões de pessoas, apesar do crescimento econômico mundial, tentam sobreviver com menos de U$2,00 por dia, e cerca de 1,3 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável[8] (FLAVIN, 2000, p.3-22).

---

[6] *O* Ecological Footprint *considera apenas a etapa construtiva de uma edificação, avaliando os aspectos de energia embutida dos materiais construtivos, a energia gasta no transporte, e a área relacionada com a produção do material construtivo em questão.*

[7] *O* Building Ecological Footprint Analysis - *BEFA – esta sendo desenvolvido para avaliar os impactos de uma edificação em determinada área. Acredita-se que reduzindo o impacto de uma edificação isolada, há uma contribuição muito maior para um sustentabilidade na área em questão. Além de considerar os aspectos avaliados na Ecological Footprint, também é avaliado: a terra necessária para produção da energia utilizada no processo construtivo, e para refrigeração e aquecimento da edificação durante o seu ciclo de vida.*

[8] *Estes dados são referentes ao grupo E9 – China, Índia, União Européia, Estados Unidos, Indonésia, Brasil, Rússia, Japão e África do Sul – que detêm 57% da população mundial, 80% da economia mundial e são responsáveis por 73% das emissões mundiais de* CO^2.

Em Roma, 1996, na Cúpula Mundial de Alimentação, 186 países comprometeram-se a erradicar pelo menos metade dos famintos de seus países até o ano de 2015. No ano de 1999, reconhecendo a impossibilidade de atingir aquelas propostas, os governos propuseram o estabelecimento de novas metas (BROWN, 2000, p.46).

Foto 06 – A fome no Mundo. A questão da fome tem se tornado cada vez mais séria. Este quadro coloca as questões relacionadas com o impacto ambiental em segundo plano. Foto extraída da Architecture Review 02/1999.

Foto 07 – População Indígena. As pressões geradas pelo crescimento populacional, juntamente com o descaso de muitos governantes têm feito com que a população indígena seja praticamente extinta. As heranças culturais locais praticamente se perderam. Foto extraída da revista Veja, 10/1999.

No último século, a população expandiu quatro vezes, aumentando drasticamente a demanda por recursos naturais (água, energia, alimentos e materiais). Este crescimento populacional, porém, não iria testar os limites ambientais tão fortemente caso não fosse acompanhado de um crescimento do consumo de maneira excessiva e descontrolada (FLAVIN, 2000, p.13).

Muitos pesquisadores já alertam para o fato do planeta não ter mais capacidade para que os casais tenham mais que dois filhos (FLAVIN, 2000, p.14).

A projeção para o crescimento populacional mundial, para as duas próximas décadas, é de 80 milhões de pessoas por ano, sendo que a produção mundial dos principais grãos não possui capacidade para acompanhar esta demanda. Os Estados Unidos da América e o Japão já atingiram o limite na produtividade de muitas culturas, como por exemplo, o milho e o arroz (BROWN, 2000, p.66).

Em 2000, segundo o *Worldwatch Institute* as áreas produtivas, incluindo plantações, minas, campos de petróleo, áreas de reflorestamento, áreas de pastagem, fontes de matéria prima para indústria (pedra, areia, minérios, etc.), cobriam cerca de 61% da

superfície mundial. Em contrapartida, as cidades, apesar de ocuparem apenas 2% da superfície, concentrava 42% de toda a população mundial. Esta organização acaba gerando um esquema de abastecimento voltado para estes grandes aglomerados urbanos (energia, alimentação, lixo etc.).

Foto 08 - O Pantanal Mato-grossense. Exemplo de "Paraíso Ecológico" ameaçado com a degradação do meio ambiente e aumento da poluição. Foto extraída da revista Veja 07/1999.

Projeções otimistas apontam para um cenário onde as fontes de energias não renováveis durarão por aproximadamente 50 anos (WWI, 2000).

O consumo *per capita* de energia nos países desenvolvidos é seis vezes maior que nos paises em desenvolvimento, sendo que o consumo de água chega a ser cem vezes maior (ROGERS, 1998, p.172).

Atualmente, a demanda por água tratada tem dobrado a cada 20 anos. Mesmo que soluções sejam tomadas para redução do ritmo atual de consumo, graves problemas de abastecimento, sem precedentes na história da humanidade, serão enfrentados nas próximas décadas (ROGERS, 1998, p.5).

Existe um consenso de que a produção de alimentos também poderá ser afetada pelas mudanças climáticas advindas do aquecimento global, trazendo sérios problemas caso não seja revertida esta situação. Atualmente não estamos enfrentando uma escassez na alimentação, mas sim problemas sérios de distribuição (DUNN, 2000, p. 97; ROGERS, 1998, p.4) .

Não se sabem os efeitos a médios e longos prazos, advindos do uso indiscriminado de fertilizantes nas lavouras, nem da modificação genética de muitas culturas. Nestes últimos cinco anos, foram descobertas contaminações em lençóis freáticos causadas por práticas de 30 ou 40 anos atrás (SAMPAT, 2000, p.27).

O ônus da poluição das águas, do ar, do solo e redução dos recursos naturais recai nos menos favorecidos, sendo utópico e equivocado não tratar dos problemas ecológicos e sociais, conjuntamente.

A dizimação freqüente de recifes de coral e o declínio da população mundial de anfíbios[9] são também sinais de que o planeta se encontra doente. Os problemas atuais acabam refletindo impactos cumulativos de várias décadas.

A mudança climática tem se tornado um dos principais efeitos das atividades humanas nas últimas décadas, fazendo com que as emissões de combustíveis fósseis, responsáveis pela elevação das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono[10] atingissem os níveis mais altos em 20 milhões de anos[11,12] (FLAVIN, 2000, p.10).

Foto 09 – Congestionamento na marginal Tietê, São Paulo. O trânsito nas grandes cidades tem chegado a um limite. Não só pelos transtornos causados pelo tempo perdido nos congestionamentos, mas também pela excessiva emissão de Co_2 que o grande número de carros tem causado.

Foto 10 – Carro elétrico da Honda. Carro em produção, reflexo da preocupação mundial com a necessidade de redução das emissões de Co_2. Foto extraída da Architecture Review, 02/1999.

Segundo o IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática – apesar do aumento da temperatura média mundial ter ficado aquém das expectativas mundiais, avalia-se a possibilidade deste calor estar sendo acumulado nas águas dos mares e oceanos. O efeito deste acúmulo é esperado para 10 anos,com graves conseqüências em todo o planeta (DUNN, 2000, p.93).

Apesar da indústria naval considerar o degelo ártico como oportunidade potencial de curto prazo, conseqüências seríssimas são

---

[9] Os anfíbios são vistos como bioindicadores da saúde do planeta, por serem em grande número e por apresentarem um papel chave em todo o ecossistema da Terra. A degradação de seus habitats tem feito com que uma população que está há 330milhões de anos no planeta esteja em declínio.(MATTON, 2000, p.71)

[10] O Ciclo Global de Carbono é um dos processos naturais de grande escala mais complexos e menos entendidos do planeta. Cerca de 42trilhões de toneladas de Carbono estão contidas neste ciclo (atmosfera, terra e mar). A ação do homem adicionou 271 bilhões de toneladas a este ciclo, sendo que as emissões atuais são de 6,3 bilhões de toneladas. (DUNN, 2000,p.91)

[11] Os dados disponíveis para avaliação das emissões de CO_2 pelo Worldwatch Institute são referentes ao grupo de países do E9 (grupo de países, do norte e do sul, que somados têm um grande impacto sobre as tendências sociais e ecológicas globais); sendo responsáveis por: 60% da população mundial, 73% das emissões de carbono e 66% das espécies vegetais mais importantes. Os países são formadores do E9 são: China, Índia, União Européia, Estados Unidos, Indonésia, Brasil, Rússia, Japão e África do Sul. (WWI, 2000)

[12] A idéia de atrelar as emissões de carbono à produção econômica, esta incorreta. Apesar do aumento destas emissões nas últimas décadas, houve uma redução na intensidade de carbono de 39%, ou seja, o volume de toneladas de carbono produzidas para cada 1U$ milhão, foi reduzido. Este fator tem sido avaliado como um indicador de movimento em direção a uma economia de energia sustentável. (DUNN, 2000 ,p.92)

esperadas. Recentemente foi descoberto que o gelo ártico é responsável pela movimentação da corrente do Golfo, que controla o clima de toda a Europa. Além disso, o aumento do nível dos mares e oceanos trará conseqüências catastróficas para a maioria dos países (FLAVIN, 2000, p.18).

Mesmo não se sabendo ao certo quais as conseqüências desta mudança climática, se irá chover em lugares secos, ou parar de chover em locais com abundância de chuvas, se haverá um aumento de temperatura em alguns locais, e em outros uma redução drástica, sabe-se certamente que as conseqüências serão sem precedentes na história (ROGERS,1998, p.9).

Neste contexto, muitos pesquisadores apontam uma solução na ECONOLOGIA, ciência que aborda aspectos ecológicos, sociais e econômicos de determinado assunto. Desta forma, a resolução de um problema de ordem ecológica, sem a ação conjunta dos aspectos sociais e econômicos é inconsistente (GARDNER, 2000, p.208).

Apesar da existência de acordos internacionais com o objetivo de reverter este quadro de devastação da natureza, é necessário fazer com que estes se convertam em ações efetivas. Desde 1920 até os dias atuais foram firmados mais de 240 tratados internacionais[13] que tratam das questões ambientais (FRENCH , 2000,p.85/86).

Mesmo com todas as informações existentes sobre o impacto ambiental, as atividades humanas continuam a destruir o Meio Ambiente. À medida que os sistemas ambientais continuarem a se enfraquecer, com o aumento da demanda humana sobre eles, a necessidade de mudança para uma economia mais sustentável se torna cada vez mais urgente (GARDNER, 2000, p.211).

> *"As mudanças em curso hoje, estão comprimidas em poucas décadas e têm um escopo global. A questão que esta geração enfrenta é se a comunidade humana assumirá o controle de sua própria evolução cultural, implementando uma mudança racional para economias sustentáveis ou, contrariamente, se colocará à margem, observando a natureza impor mudanças à medida que os sistemas ambientais entrarem em colapso". (GARDNER, 2000, p. 207)*

Apesar do pouco poder "formal", a sociedade civil é essencial no processo de implantação de bases mais sustentáveis. Com o poder de pressão, uma vez que é composta por eleitores e consumidores, podendo sustentar ou não iniciativas dos governos e das empresas.

---

[13] *Ver em anexo com o cronograma dos principais acordos Ambientais Internacionais listados no WWI.*

A evolução cultural também é base para a implantação de uma sociedade realmente sustentável (COOK, 2001, p.41; GARDNER, 2000,p.208).

Todo este quadro acaba reforçando a necessidade de mudanças urgentes e profundas rumo a um futuro mais sustentável. Muito foi e tem sido pesquisado, mas pouquíssimas são as ações em busca de referenciais mais sustentáveis.

2 Sustentabilidade

2.1 A Sustentabilidade : caracterização, conceitos e contradições

A possibilidade de esgotamento dos recursos naturais, com consideráveis conseqüências para a preservação da vida no planeta tem feito com que o homem passe a encarar de maneira diferente a sua forma de relacionamento com o Meio Ambiente.

Apesar de somente nesta última década do século XX os países e Organizações Mundiais terem começado a implantar medidas para minimizar os danos ao Meio Ambiente decorridos das práticas de desenvolvimento, desde a década de 60 já surgiram tentativas que ao menos procuraram alertar para as conseqüências destas práticas. Como agir diante da aparente contradição de explorar o Meio Ambiente sem comprometê-lo continuando a promover o desenvolvimento necessário? Este desenvolvimento ou crescimento é mesmo necessário? Até onde uma cidade pode ou deve crescer sem comprometer a sua própria existência? E como o arquiteto deve agir diante deste novo quadro? Como fazer para que a arquitetura, que em grande parte contribui para esta destruição, seja de menor impacto?

Questões conceituais com o objetivo de esclarecer os termos: crescimento, desenvolvimento, limites e sustentabilidade têm surgido nos principais meios científicos para nortear a tomada de decisões, além de servir de suporte para implantação de políticas tanto no âmbito local, regional, nos próprios países e na esfera mundial.

Atualmente toda a nossa sociedade está baseada dentro de "*uma ótica ocidental de economia global regida pelo desenvolvimento científico e tecnológico, baseado na educação contínua para: a administração dos fluxos de capital, exploração dos recursos naturais e produção em larga escala, dentro de uma visão sistêmica de maximização de lucros em curto prazo*" (FOLADORI,1999).

Paralelamente a este quadro, as práticas desenvolvimentistas empreendidas têm levado a um cenário de destruição de florestas,

extinção de espécies animais e vegetais, desajuste social, aumento do desemprego, poluição do ar e das águas, entre outros (CMMAD,1991;GOTTFRIED,1997;LUTZEMBERGER,2001).

Foto 11- Extração ilegal de madeira na Amazônia. Foto extraída da revistas Veja, 10/1999.

A maior dificuldade e o grande desafio do tema da *Sustentabilidade*, consiste em abordar um assunto que ainda não possui um respaldo científico, ou seja, *"a sua noção está mais relacionada a uma tendência ,a um processo norteador de reflexões e ações determinadas por opções humanas em face ao seu relacionamento com o meio envoltório em circunstâncias específicas"* (SILVA, 2000, p. 09).

Inicialmente a noção de sustentabilidade estava impregnada de questões estritas à esfera ambiental, nos últimos anos porém, esta limitação foi extrapolada para os campos econômicos, sociais e políticos, fazendo com que sua conceituação e aplicação se tornassem ainda mais ampla e complexa (LAYRARGUES,1998; ULTRAMARI,2000).

A classificação proposta por Ignacy Sachs (SACHS,1994,p.37) na qual a sustentabilidade possui cinco dimensões tem sido uma das mais utilizadas entre os pesquisadores da área. Segundo esta classificação, a sustentabilidade só é atingida quando abrange estas facetas e engloba os seguintes aspectos:

1. **sustentabilidade social**: Entende-se pela criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução do abismo entre classes ricas e pobres.

2. **sustentabilidade econômica**: É possível através de um gerenciamento mais eficiente dos recursos e maiores investimentos tanto nos setores públicos como privados, além de se procurar maior eficiência econômica em termos macrossociais e não apenas através do critério macroeconômico do empresariado.

3. **sustentabilidade ecológica**: Que é a utilização dos recursos naturais, quando possível, renováveis, com maior eficiência, redução da utilização de combustíveis fósseis, redução do número de resíduos e de poluição, promovendo a autolimitação do consumo, intensificação nas pesquisas para obtenção de meios mais eficientes e menos poluentes para o desenvolvimento do espaço urbano, rural e industrial, desenvolvimento de normas adequadas para proteção ambiental com elementos de apoio econômicos legais e administrativos necessário para seu cumprimento.

4. **sustentabilidade espacial**: Configuração urbana rural mais equilibrada entre os assentamentos urbanos e atividades econômicas, redução da concentração excessiva nas metrópoles, exploração racional das florestas e da agricultura através de técnicas modernas e regenerativas, exploração da industrialização descentralizada, criação de uma rede de reservas naturais e da biosfera para *proteção da biodiversidade.*

5. **sustentabilidade cultural** - Procurando manter as raízes em todos os processos de modernização, agricultura, indústria; preservando as características locais e particulares de cada região.

Este caráter interdisciplinar da sustentabilidade acaba contribuindo para as infindáveis abordagens do tema, sendo este também utilizado em conjunto com o termo "desenvolvimento".

O termo "sustentabilidade" vem sendo aplicado aleatoriamente nos mais diversos seguimentos da sociedade, não só nas instituições de pesquisa, órgãos governamentais e organizações não governamentais. Esta "proliferação" da utilização do termo "sustentabilidade", sem um consenso e respaldo científico, acaba fazendo com que o termo se generalize (SILVA,2000; ULTRAMARI,2000).

Segundo Ultramari (2000), na maioria dos casos os conceitos da sustentabilidade têm sido aplicados com um caráter reparador e as ações econômicas acabam entrando em constante conflito com eles. O autor observa ainda que a "popularização" e "politização" do termo "sustentabilidade", com muitas confusões conceituais acaba trazendo grande dificuldade de aplicação de sua teoria na prática.

Na Arquitetura também houve a proliferação do termo "Sustentabilidade". Este termo acabou caindo em lugar comum, sendo utilizado para tudo e significando o que for mais conveniente. Derivações deste termo também acabaram sendo incorporadas no vocabulário da Arquitetura: Arquitetura Verde, Arquitetura Bioclimática, Arquitetura Ecológica, entre outros. Sem nenhum consenso, estes termos são utilizados constantemente trazendo ainda mais incertezas (COOK, 2001, p. 37).

As questões ligadas aos impactos ambientais possuem dimensões globais, não se restringindo aos limites territoriais pré-estabelecidos. Problemas como: poluição do ar e dos oceanos, destruição da camada de ozônio, destruição em massa das florestas tropicais, são alguns exemplos de impactos ambientais em que ações pontuais são ineficientes. Esta característica faz com que as formas de lidar com as problemáticas ligadas à esfera ambiental também fossem revistas, passando a ocorrer maior interação entre as nações do mundo(CNUMAD,1996; SILVA,2000).

A autora Sandra M. Silva (2000) identifica a existência de três características básicas da sustentabilidade: o caráter *progressivo*, o *holístico* e o *histórico*. No caráter *progressivo* identifica-se a sustentabilidade como algo a ser atingido indefinidamente, ou seja, *suas metas devem ser continuamente construídas e permanentemente reavaliadas*. No caráter *holístico* avalia-se a sustentabilidade como pluridimensional, envolvendo aspectos básicos como: ambientais, econômicos, sociais e políticos. Estes aspectos devem ser indissociáveis tanto nas formulações teóricas como práticas.

O caráter *histórico* abrange aspectos espaciais, que contempla os aspectos de impacto ambiental diretamente relacionados com o projeto, temporais, que fazem com que as medidas propostas sejam avaliadas de acordo com seu histórico, aspectos relacionados com o presente e com o futuro da comunidade envolvida, e participativos, onde o envolvimento da comunidade é de extrema importância.

A utilização conjunta dos conceitos de *desenvolvimento* e de *sustentabilidade* ocorreu recentemente, apesar de algumas ciências já se utilizarem deste conceito[1] (SILVA,2000).

A década de 60 foi marcada pela publicação de "*Silent Spring*" de Rachel Carson, em 1962, onde se argumenta que os processos naturais têm capacidade limitada, e que não pode ser excedida pelas atividades do homem. A obra aborda as conseqüências negativas no ambiente físico e nos seres vivos advindas do uso de pesticidas e inseticidas, sendo o título uma referência à ausência do canto dos pássaros naquela primavera. A publicação "manifesto" teve grande repercussão, não só nos meios científicos, mas também entre a população (LAYRARGUES,1998; SILVA,2000).

Kenneth Boulding, economista inglês, publicou em 1966 o livro: "*The Economics of coming Spaceship Earth*", no qual, a partir da utilização da metáfora que o planeta Terra nada mais era que uma nave espacial cuja tripulação seríamos nós, habitantes do planeta, chama a atenção para a existência de um limite para utilização dos recursos naturais disponíveis. Procura-se mostrar que a natureza deve ser a base de organização da sociedade e não a economia como vinha sendo até então (LAYRARGUES,1998,p.95).

Segundo Renato Capolari, "*o conceito de desenvolvimento econômico que deu fundamento à ideologia "otimista" e que previa o crescimento econômico indefinido, visto como um processo de utilização cada vez mais intensivo de capital, de redução do uso de mão de obra, e de utilização extensiva dos recursos naturais*", começou a ser utilizado a partir do final da 2º Guerra Mundial e se manteve até a década de 70, como resposta à crise econômica dos anos 30. Desta forma, uma das características principais foi o total descaso e até inconsciência com as repercussões ambientais e de degradação ecológica das atividades econômicas, colocando o meio ambiente à margem da economia (CAPOLARI, 1999).

Esta situação manteve-se até praticamente o início da década de 70, época em que surgiram os primeiros *cientistas da natureza*. Em 1969, um grupo de cientistas assinou um manifesto, "*Blueprints for survival*", onde alertava para o fato de que o futuro da humanidade estava ameaçado (LAYRARGUES,1998; CAPOLARI, 1999).

---

[1] *A Ecologia utiliza o conceito de "capacidade de suporte" para referir-se ao limite dos recursos naturais frente a possibilidade de uma exploração excessiva.*

Em seguida, o Clube de Roma, uma organização não governamental, contratou cientistas que elaboraram uma projeção catastrófica, "*The limits to growth*" (MEADOWS,1972), para as primeiras décadas do século XXI. Apesar de algumas retaliações e avaliações contrárias, as questões relacionadas ao meio ambiente passaram a fazer parte da teoria econômica. A crise do petróleo, desencadeada pela Guerra no Oriente Médio, em 1973, reforçou a dependência quanto aos recursos naturais, alertando ainda mais para a necessidade de mudança perante a exploração do meio ambiente (CAPOLARI,1999, SILVA,2000).

A partir do início dos anos 70 já se observa a existência de algumas idéias que tentaram aplicar a sustentabilidade como um referencial. Estas tentativas procuraram nortear ações no sentido de agir perante a aparente contradição de explorar o Meio Ambiente sem comprometê-lo, promovendo o "desenvolvimento necessário" (MEADOWS,1972).

James Loverlock, pesquisador britânico, realizou em 1972 a apresentação de sua hipótese GAIA[2] . Nesta hipótese o pesquisador trata a Terra como um sistema vivo que dispõe de sistemas de auto-regulação[3] , que propiciam a manutenção das condições ambientais necessárias. Ao tratar a Terra como um sistema vivo, o pesquisador assume uma forma holística de olhar o planeta e nos enquadra como parte integrante deste sistema. Esta hipótese, teve grande repercussão nos meios científicos e é mais um trabalho científico que aponta para a existência de limites as práticas de desenvolvimento empreendidas pelo homem (LOVERLOCK,1988, ELECS,2001, FUNDAÇÃO GAIA).

Apesar do visível impulso dado às questões relacionadas à sustentabilidade e às práticas de desenvolvimento no início da década de 70, provavelmente o trabalho mais antigo de investigação dos limites ao crescimento e questionamento das práticas de desenvolvimento empreendidas é de autoria de Thomas R. Malthus (MALTHUS,1798). A partir da constatação que a população e a produção de alimentos não cresciam de acordo com a mesma razão[4] , aponta-se para possível existência de fome, epidemias, e guerras, como forma de barrar este crescimento. Apesar de suas "previsões" não terem se concretizado, o mérito de seu trabalho encontra-se na avaliação e alerta sobre os limites existentes no crescimento.

---

[2] GAIA é o nome dado, na Grécia antiga, à Deusa da Terra.

[3] Este sistema de auto-regulação é a homeostase: mecanismos gerados e regulados pelos processos vitais, que propiciam a manutenção das condições ambientais necessárias à vida no planeta Terra. Coloca-se desta forma, o crescimento exponencial da população num sistema finito, onde a medida que se aproxima de um limite, são ciclos de alimentação negativa que atuam; estes ciclos abrangem processos de poluição, esgotamento dos recursos e fome generalizada.

[4] Segundo Thomas R. Malthus, a população cresce em progressão geométrica, e a produção de alimentos cresce segundo uma progressão aritmética. Este "descompasso", segundo o autor, aponta para um limite no crescimento.

A noção de "*desenvolvimento sustentável*" também está carregada de grandes controvérsias. Este conceito foi difundido internacionalmente pelo Relatório Brundtland (1987) e tornou-se a definição mais utilizada na literatura especializada, remetendo-se às considerações genéricas da qualidade da preservação das condições socioambientais ao longo das gerações. Neste relatório encontra-se a clássica definição do termo "desenvolvimento sustentável" (BURSZTYN,1994; LAYRARGUES,1998; SILVA,2000).

> *"0 Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades". (CMMAD, 1991, p.46)*

Muitos autores indagam sobre o paradoxo da utilização entre os termos "desenvolvimento" e "sustentável" (SILVA, 2000). Para muitos pesquisadores o termo *desenvolvimento* não deve ser adjetivado, pois já possui embutida a idéia de menor impacto social e ambiental, para outros porém, o adjetivo reforça o sentido dado ao termo. Muitos ainda também refletem sobre a impossibilidade de definir as formas de mensuração dos elementos naturais necessários à preservação e à manutenção da possibilidade de vida do planeta.

Em outra tentativa de definição do que vem a ser este "*desenvolvimento sustentável*", Bertha Becker, mesmo considerando que o conceito ainda não é claro, "*envolvendo múltiplas e diversas interpretações constituindo uma" caixa preta* ", o define como":

> *"0 desenvolvimento sustentável não é só uma maneira de gerenciar a interação entre o ambiente físico e o crescimento econômico, mas sim uma forma de desenvolvimento que reconhece, nos limites da sustentabilidade, origens não só naturais como estruturais (sociais, políticas, culturais). Não se resume à harmonização da relação economia e meio ambiente e nem à questão técnica; é também um instrumento político que tenta ordenar a desordem global. 0 desenvolvimento sustentável implica no uso da informação e tecnologia em atividades de menor desperdício de matérias primas e combustíveis, uso de insumos de baixo custo ambiental e capazes de gerar poucos rejeitos."(BECKER,1994,p.133)*

Segundo Ignacy Sachs, seria possível identificar três princípios básicos no desenvolvimento sustentável, que se baseiam nas evidências de transição do milênio que corresponde ao esgotamento dos modelos vigentes (desde a 2º Guerra Mundial) e à emergência de um novo padrão de produção e de gestão (SACHS,1994, p38):

- *racionalidade no uso dos recursos;*

- *princípio da diversidade* (uso das potencialidades dos recursos naturais e humanos)
- *princípio da descentralização* - diminuindo o tamanho dos grandes centros urbanos e reconhecendo as potencialidades regionais.

A aparente incompatibilidade entre o desenvolvimento e o meio ambiente é avaliada por muitos autores. Layrargues (1998) mostra que, inicialmente, na década de 70, as questões ambientais eram vistas como entrave ao desenvolvimento, justificando inclusive a transferência de industrias "sujas" para países em desenvolvimento, com o objetivo de adquirir vantagens competitivas no mercado. Segundo o mesmo autor, o Brasil foi extremamente "explorado" neste sentido.

Em seu livro "A cortina de Fumaça", Layrargues faz um interessante histórico de como se deu a absorção das questões ambientais nos diferentes setores da sociedade:

> *"... : a cada década, a partir de 1950 [5], grosso modo, corresponde a entrada de um novo grupo social motivado por fatores distintos. Assim a década de 50 corresponde ao ecologismo dos cientistas; nos anos 60, ao das organizações não governamentais; a partir da década de 70 entra em cena o ecologismo dos políticos; e na década de 80 os setores ligados ao sistema econômico." (LAYRARGUES,1998,p.92)*

Para muitos autores o caráter utópico do desenvolvimento sustentável encontra-se no fato do desenvolvimento manifestar uma lógica econômica, onde o único objetivo é orientar-se para um crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável pretender a preservação do meio ambiente, indo de certa forma contra a essência da lógica vigente (SILVA,2000,p.48).

Com o crescimento dos problemas ambientais advindos destas práticas, e um aumento da pressão de órgãos governamentais e instituições internacionais, houve a necessidade de aliar o desenvolvimento e o meio ambiente. Já na década de 80, marcada pela publicação do Relatório Brundtland, começa-se a falar no "desenvolvimento sustentável", como forma de aliar as práticas de desenvolvimento à preservação do meio ambiente. Segundo Layrargues:

> *"... diante de um cenário competitivo, ser ecológico passa a significar estar em sintonia com os anseios da população, o que possibilitou a não mais vinculação com a imagem estigmatizada de vilão da ecologia." (LAYRARGUES,1998, p.31).*

[5] *Ao se referir a década de 50, o autor ilustra as inúmeras organizações que foram fundadas neste período: União Internacional para Proteção da Natureza (1948), vinculada a ONU, que mais tarde mudou seu nome para União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais.*

Layrargues observa que mudanças efetivas na esfera ambiental só ocorrerão a partir de uma alteração profunda da atual sociedade consumista. Atualmente, segundo este autor, está havendo uma transformação da natureza em mercadoria, onde a aparente consciência ecológica, regida na realidade pela racionalidade econômica tem gerado esta aparência "*verde*" (*maquiagem ecológica*) em vários setores da economia da nossa sociedade (LAYRARGUES,1998,p.56,57).

Existem muitos autores que utilizam o termo "crescimento sustentável". Segundo Lutzenberger, o crescimento possui limites e não é sustentável, uma vez que fazendo um paralelo com todos os processos existentes na natureza não é possível encontrar exemplos de crescimento infinito, ou seja, todos os processos possuem mecanismos auto-reguladores. O autor ainda ressalta que pode existir um desenvolvimento sustentável, mas crescimento jamais. Para Lutzenberger *a "sustentabilidade só existe em processos de homeostase"*[6] , ou seja, processos de retroação negativa. E o quadro atual onde "*as práticas de desenvolvimento empreendidas pelo homem não possuem esta base, admitindo os recursos naturais como infinitos, só pode apontar para um futuro incerto, se é que ele vai existir...*" Lutzenberger ainda indaga "*se a humanidade ainda vai continuar atuando como um organismo canceroso no organismo de GAIA, devastando, extinguindo e poluindo além dos limites"* (ELECS,2001).

Esta visão sistêmica de Lutzenberger permite uma visão dos processos fundamentais existentes na natureza para a manutenção da vida segundo uma lógica de cooperação. Segundo Layrargues (1998, p.122), a maior contribuição de Lutzenberger foi sem dúvida fornecer elementos para a questão do antropocentrismo excessivo, trazendo uma nova forma, até poética, de olhar para o planeta.

Segundo esta visão, Lutzenberger também deposita grande confiança na tecnologia moderna, desde que esta seja utilizada *sábia e racionalmente, ciente dos limites a sua frente*. Para ele a tecnologia estaria mais em função de Gaia do que do próprio homem (ELECS,2001).

Segundo Meadows (1992), é possível que se tenha um desenvolvimento sem crescimento, ou seja, que haja uma expansão das potencialidades visando melhorar o nível da qualidade humana e ambiental sem aumentar o uso indiscriminado dos recursos humanos e naturais. Desta forma, o crescimento envolve sempre um conceito quantitativo enquanto que desenvolvimento envolve valores qualitativos.

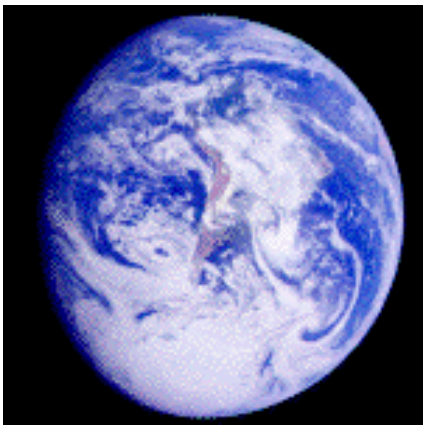


Foto 12 – Uma visão do planeta Terra – Gaia. Foto extraída do site da Fundação Gaia.

[6] *Homeostase é um processo com retroação negativa, ou seja situação de equilíbrio auto regulado. Homeostase não significa estagnação, pelo contrário pode ser muito dinâmico.*

Para Sachs, o quadro atual que estamos vivendo reflete *uma crise no desenvolvimento*, ou um *mau desenvolvimento*, onde o aparente crescimento reflete apenas um aumento no poder de consumo das elites, *não refletindo em hipótese alguma melhorias efetivas na qualidade de vida de toda a população* (SACHS,1994,p.32).

O termo "desenvolvimento" também é carregado por significados ideológicos ocultos, onde fica implícita a existência de nações ricas e pobres, ou as que tenham um caráter inferior ou superior. Esta classificação acaba induzindo a uma necessidade de "desenvolvimento" com base nos países que já conseguiram este "êxito", assegurando de certa forma um padrão a ser seguido (AGUIAR,1994).

No relatório publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente em 1987, fica claro que a pobreza é vista como causa dos problemas ambientais do mundo, justificando a necessidade de crescimento econômico e omissão perante a responsabilidade da onda consumista das classes mais favorecidas:

> *"A pobreza é uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais do mundo..." (CMMAD,1991,p.7)*

Para Layrargues, o termo desenvolvimento sustentável só faz sentido à medida que além da busca por um equilíbrio nas relações *homem-natureza*, também exista maior harmonia nas relações *homem-homem*, conseguindo maior igualdade entre as classes sociais. (LAYRARGUES,1994,p.149)

2.2 Formas de atuação para implantação da sustentabilidade

Somente nesta última década do século XX os países e Organizações Mundiais começaram a se esforçar efetivamente para implementar medidas que minimizassem os danos ao Meio Ambiente decorrido das práticas de desenvolvimento. Desde então, observa-se um empenho crescente no encontro de respostas para a aparente contradição de explorar o Meio Ambiente sem comprometê-lo continuando a promover o desenvolvimento necessário. E apesar do crescente empenho frente às questões ambientais, desde os anos 50 observam-se tentativas pontuais com o objetivo de tratar destas questões (LAYRARGUES,1998; SILVA,2000).

A ONU – Organização das Nações Unidas - foi a organização que mais se destacou, nestas últimas décadas, nas tentativas de implantação de referenciais sustentáveis nos países.

A União Internacional para Proteção da Natureza, vinculada à ONU[7], criada por cientistas em 1948, é talvez a primeira forma de tentativa de tratar com os impactos advindos da exploração do Meio

Ambiente. A partir da criação desta União, em 1949 a ONU organiza a Conferência Científica sobre Conservação e Utilização de Recursos, com o objetivo de troca de idéias e experiências científicas sobre a conservação dos recursos naturais. Em 1956 o nome da União muda para União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais (LAYRARGUES,1998).

Contaminada pelo diagnóstico do Clube de Roma, a ONU realizou em 1972, em Estocolmo, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano. Além da criação do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, foi elaborada a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, com uma lista de 23 princípios, incluindo preocupações com os países "*do sul*". Foi com a Declaração de Estocolmo que se estabeleceu o primeiro diálogo entre os países "ricos" e "pobres" sobre as questões ambientais. Nesta ocasião a poluição atmosférica e hídrica já apresentava níveis alarmantes (BECKER,1994).

Apesar das preocupações com as questões humanas e ambientais, fica clara a tendência de colocar o desenvolvimento como uma questão prioritária, na qual todos os esforços do terceiro mundo deveriam ser orientados no sentido de sair da condição de subdesenvolvimento.

A Declaração de Estocolmo (1972) e a Declaração de Cocoyoc (1974), realizada no México, são exemplos de reuniões que seguiram a mesma linha de pensamento quanto às questões de desenvolvimento e meio ambiente.

Apesar de reconhecerem a complexidade e gravidade tanto dos aspectos sociais como dos ambientais, estes encontros refletiram a necessidade de mudança e a importância da implantação do Desenvolvimento Sustentável.

---

[7] *A origem da* **Organização das Nações Unidas - ONU -** *coincidiu com o término da II Guerra Mundial, com o propósito de manter a paz e evitar um novo conflito planetário de grandes proporções. Sua criação teve como eixo central o estabelecimento de novas relações internacionais entre os estados e os cidadãos, onde estes passam a ser sujeitos de direito internacional (cidadãos universais e não apenas nacionais) com base no direito humanitário, formulado a partir das Declarações de Direitos Humanos Americana (1776) e Francesa (1789). Com a elaboração pela ONU, da Declaração Universal dos Direitos Humanos, foram sendo constituídos os mecanismos de tutela dos direitos humanos através de convenções e tratados internacionais. Com o objetivo de garantir o cumprimento destes propósitos, foram constituídos diversos organismos e agências especializadas como o Conselho Econômico e Social, Comissão dos Direitos Humanos,* ***OIT*** *(Trabalho),* ***UNICEF*** *(Criança),* ***FAO*** *(Agricultura e Alimentação),* ***UNESCO*** *(Educação),* ***PNUMA*** *(Meio Ambiente), e em relação à questão da moradia foi criada a* ***Agência Habitat*** *ou* ***Centro das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UNCHS)****, com sede em Nairobi, Quênia. Apesar das dificuldades, esta estratégia de estabelecer instrumentos e mecanismos de proteção dos direitos humanos, mediante a constituição de organismos e agências especializadas, a adoção de Convenções e Tratados Internacionais foi a principal forma de atuação da ONU desde meados da década de 60 até o final dos anos 80.*

Com a intensificação da globalização da economia, no final da década de 70, iniciando um novo quadro no contexto mundial, foi necessário modificar a forma de atuação das Nações Unidas (SACHS,1994;CAPOLARI,1999). O espaço político dos Estados nacionais diminuiu progressivamente diante do enorme poder de corporações econômicas e financeiras multinacionais, ao mesmo tempo que ocorreu uma crise fiscal nos Estados. Neste contexto as convenções e tratados não encontram respostas para esta nova ordem internacional.

Desta forma, a partir do início da década de 80 , a ONU começa adotar como estratégia para enfrentar os problemas internacionais - econômicos e sociais - a realização de conferências relacionadas a temas globais emergentes, visando o estabelecimento de programas e planos de ação que direcionassem a atuação de seus organismos e agências especializadas, redefinindo as formas de cooperação entre os países. Esta nova forma de atuação opera não somente com os órgãos governamentais, mas incorpora setores mais amplos da sociedade e utiliza fortemente os meios de comunicação para construir os tratados e acordos através da formação de uma opinião pública internacional (ROLNIK,1997).

A Assembléia Geral da ONU de 1983 criou a *Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento* (CMMAD,1991), presidida pela primeira ministra do Partido Trabalhista da Noruega, Gro Harlem Brundtland, formada por 23 membros, sendo a metade composta por integrantes provenientes do terceiro mundo. O principal objetivo desta Comissão era propor estratégias ambientais de longo prazo para atingir um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 (CMMAD,1991).

Como resultado final desta Comissão, após a visita de vários países do terceiro mundo, houve a publicação, em 1987, do livro *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como *Relatório Brundtland*.

No Relatório de Brundtland (1987), também houve o alerta para a necessidade de implantação de estilos de desenvolvimento que levassem em conta não somente aspectos econômicos, mas também sociais e ambientais. Propõe-se o desenvolvimento sustentável como um processo de mudança onde a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento ecológico e a mudança institucional se harmonizem e estejam de acordo com as necessidades das gerações atuais e futuras . Este relatório também acabou culminando na convocação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD,1996) ***ECO 92*** ou ***RIO 92*** com a finalidade de debater e negociar acordos sobre os grandes problemas ambientais do planeta, tendo a participação de mais de 170 países (SACHS,1994,SILVA,2000).

Apesar das grandes expectativas, os resultados alcançados trouxeram certa frustração ao ambientalismo mundial, uma vez que as questões polêmicas como taxação sobre consumo de recursos energéticos não-renováveis e emissão de dióxido de carbono foram desconsideradas ou apenas tiveram recomendações superficiais e genéricas. As questões relacionadas à solução de problemas de âmbito global, como as convenções sobre Mudança Climática e Diversidade Biológica, e tratados sobre transferência tecnológica pouco avançaram em termo de conteúdo (LAYRARGUES,1994; SILVA,2000).

> *"... não poderíamos esperar nada da Conferência, uma vez que os interesses estratégicos nacionais de cada país são muito divergentes..... No entanto, esse fato por si só evidencia uma enorme contradição quanto às expectativas dos participantes da Conferência: o consenso entre os povos, o espírito de parceria, cooperação e boa fé não passam de retórica, pois caso contrário, os princípios adotados poderiam ser muito mais coerentes e menos genéricos." (LAYARGUES,1994,p158)*

A AGENDA 21, documento resultante das reuniões e metas estabelecidas entre os 170 países participantes da ECO 92, teve como mérito a avaliação da insolubilidade dos problemas ambientais, caso estes não fossem analisados em seu contexto político e social.

Cabe destacar que a ECO 92 foi marcada pelo crescimento de atuação das organizações não governamentais – ONG's [8], que têm representado uma forma alternativa de atuação e de manifestação da sociedade civil. Muitos autores apontam estas entidades como movimentos políticos e ideológicos de maior representatividade onde diversos setores da população atuam no exercício da cidadania.

> *"Dificilmente se pode traçar um cenário de como essas novas relações serão estabelecidas e em que grau influenciará os processos decisórios, mas seguramente essas formas alternativas de representações e atuações sociais farão parte das estratégias de pressão e participação nas políticas a serem implementadas daqui por diante." (SILVA,2000,p39/40)*

Com a ECO 92, a Organização das Nações Unidas iniciou uma série de conferências globais: a Conferência de Viena de Direitos Humanos de 1993; a Conferência do Cairo sobre População e Desenvolvimento em 1994, a Conferência de Copenhague sobre o Desenvolvimento Social e a Conferência de Beijing sobre as Mulheres em

[8] *As ONG's são entidades típicas do chamado terceiro setor, que se caracteriza pelo fato de não gerar lucros e de buscar corresponder a necessidades coletivas. (SILVA,2000)*

1995. Estas conferências tiveram reuniões preparatórias, tanto locais como internacionais, envolvendo a participação de organizações não governamentais (ONG's), movimentos e associações comunitárias e outros setores da sociedade, pressionando as propostas apresentadas pelos governos através de fóruns globais.

HABITAT II, ou a cúpula das cidades em Istambul, em junho de 1996 é produto desta evolução. Pela primeira vez reconhecem-se os parceiros - autoridades locais - ONG's - como interlocutores oficiais, admitindo que estes componham as próprias delegações. Esta conferência teve como tema global a "Habitação Adequada para Todos e Desenvolvimento de Assentamentos Humanos em um Mundo em Urbanização ", onde a Agenda 21 foi adotada estabelecendo-se um conjunto de princípios, metas, compromissos e um plano global de ação visando orientar as duas primeiras décadas do próximo século. O Brasil assinou esta agenda.

Em 1997, foi aprovado no Japão o Protocolo de Kyoto [9], que contém um conjunto de medidas para combater o efeito estufa e os riscos do aquecimento global. Este Protocolo deveria ter sido regulamentado em novembro de 2000, na 6ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada na Holanda, com a participação de 180 países. Apesar dos esforços de organismos internacionais, e pressão de muitos países, os Estados Unidos da América, que possui poder de veto, ainda se negou a assinar o acordo, impossibilitando qualquer medida efetiva para resolver o assunto.

Em setembro de 2002 foi realizada, em Johannesburg, África do Sul, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, cujo objetivo principal foi orientar a adoção de novas regras para um desenvolvimento em uma direção mais sustentável. Com a presença de mais de 170 representantes de governos, o

---

[9] *Neste protocolo foi criado um item, de interesse aos países em desenvolvimento, particularmente ao Brasil: o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), pelo qual países em desenvolvimento poderão vender certificados de redução de emissão de gases aos desenvolvidos. Na prática, este mecanismo de desenvolvimento limpo, permitiria que o reflorestamento de uma área em nações em desenvolvimento fosse convertida em certificados negociáveis em dinheiro. Como meta inicial, pretende-se que os países desenvolvidos atinjam em 2012 as emissões de gases registradas em 1990. A forma de emissão destes certificados ainda está em fase de estudos, bem com o tratamento final e tributário submetidos aos contratos de compra e venda dos mesmos. Apesar da aus6encia de regras, este vem sendo apontado como a melhor opção entre os mecanismos de flexibilização. O banco Mundial já organizou um fundo privado de 100 milhões de dólares (Protptype Carbon Fund) cuja finalidade é promover projetos via MDL. O Brasil encontra-10 e em uma situação ímpar, pelo grande território e clima favorável para desenvolver reflorestamentos voltados para a absorção do carbono. Para este protocolo entrar em vigor, há necessidade de ratificação de 55 países, com a exigência que neste grupo estejam as nações responsáveis por no mínimo 55% das emissões de gases, o que acaba dando poder de veto aos Estados Unidos e a Rússia – ambos responsáveis por 51,8% das emissões. Informações obtidas no site oficial da ONU – http://www.un.org (01/09/02)*

Brasil, apoiado pelo bloco latino americano e caribenho, teve uma atuação importante, ao propor a elevação da fração de energia renovável em todo o mundo para 10% no ano de 2010 (GOLDEMBERG,2002; ONU[10]).

A União Européia apresentou uma proposta no mesmo sentido, porém com metas mais modestas.

Estas duas propostas enfrentaram grande resistência do Japão , Estados Unidos e os países produtores de petróleo, que consideraram esta meta como uma grande ameaça de perda de mercado à medida que as energias alternativas avançarem.

Em contrapartida, as propostas obtiveram grande apoio dos outros países, não só pelo fato do uso das energias renováveis contribuírem diretamente para a redução da pobreza, gerarem empregos, além de atender cerca de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo que não tem acesso à eletricidade (ONU[11]).

Mesmo com toda esta repercussão, e o consenso da necessidade do estabelecimento de metas para a adoção de energias renováveis, a proposta não foi aprovada na íntegra, não sendo fixada para todos os países.

■ *A Agenda 21*

A Agenda 21 foi o documento resultante da ECO 92, subdividindo-se em 39 capítulos, tendo sido assinado pela maioria dos países participantes, inclusive pelo Brasil. Seu objetivo principal é:

> *"A Agenda 21 está voltada para os problemas prementes de hoje e tem o objetivo, ainda, de preparar o mundo para os desafios do próximo século. Reflete um consenso mundial e um compromisso político no nível mais alto no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental. O êxito de sua execução é responsabilidade, antes de mais nada, dos Governos. Para concretizá-la, são cruciais as estratégias, os planos, as políticas e os processos nacionais. A cooperação internacional deverá apoiar e complementar tais esforços nacionais. Nesse contexto, o sistema das Nações Unidas tem um papel fundamental a desempenhar. Outras organizações internacionais, regionais e subregionais tam-*

[10] Informações obtidas no site oficial da ONU – http://www.un.org (12/09/02)
[11] Informações obtidas no site oficial da ONU – http://www.un.org. (01/09/02) Segundo a ONU, a energia pode desempenhar funções diretas e indiretas para alcançar as seguintes metas: redução da pobreza extrema, redução da fome e melhora do acesso segura à água potável, redução da mortalidade infantil e maternal, além das doenças, atingir a educação elementar fundamental, promover a igualdade e fortalecimentos dos direitos da mulher e alcançar a sustentabilidade ambiental.

> *bém são convidadas a contribuir para tal esforço. A mais ampla participação pública e o envolvimento ativo das organizações não-governamentais e de outros grupos também devem ser estimulados."(CNUMAD,1996,p.01)*

A Agenda 21 engloba como principais assuntos: Cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento; combate a pobreza; mudança nos padrões de consumo; dinâmica demográfica e sustentabilidade; proteção e promoção da saúde humana; promoção de assentamentos; elaboração de políticas de desenvolvimento sustentável; proteção da atmosfera, transição energética; enfoque integrado do uso do solo; combate ao desmatamento e desertificação; proteção aos ecossistemas de montanha, recursos de água doce e oceânicos; soluções para os problemas de lixo sólido e rejeitos radioativos; proteção das comunidades indígenas; disponibilização da tecnologia ambientalmente sustentável a todos; desenvolver a ciência para o desenvolvimento sustentável; promoção da conscientização ambiental, e construção da capacidade nacional para o desenvolvimento sustentável (CMMAD, 1991).

> *"No entanto, as propostas contidas na AGENDA 21 não se concretizam por si tampouco pela formulação de indicadores baseados em suas proposições. Embora esse documento seja importante como fonte mundial de difusão de determinados princípios, é necessário que se tenha, em paralelo, uma ampla participação da sociedade no processo de implementação de um sistema de monitoramento, como parte de uma política que redimensione as relações de poder, admitindo e promovendo a expansão do compartilhamento das decisões a todos os segmentos da sociedade." (SILVA,2000,p.134)*

Talvez a maior contribuição da Agenda 21 foi a noção da insolubilidade dos problemas ambientais caso não haja uma avaliação do contexto político, econômico e social que esta inserido, tanto local como globalmente.

■ *ISO - 14000*

A ISO, *International Standardization Organization*, é uma organização não governamental sediada em Genebra, com a fundação em 23/02/47 com o objetivo de ser o fórum internacional de normalização de diversas agências nacionais.

Quase toda a produção mundial, cerca de 95%, está representada na ISO, por uma centena de países membros, divididos entre participantes e observadores, diferindo apenas quanto ao direito de voto.

Com o crescimento dado à importância das questões ambientais, as empresas tiveram que se adaptar, procurando incorporar alguns princípios de gerenciamento ambiental. Para muitas empresas, atestados ambientais favoráveis significam elemento de sobrevivência e até um bem mercadológico.

A primeira norma que tratou das questões relacionadas ao Gerenciamento Ambiental (Desenvolvimento, Implantação e Manutenção de Sistemas de Gestão Ambiental) foi a BS 7750 – Norma emitida pelo Instituto Britânico de Normalização (BSI). Esta norma não chega a estabelecer critérios de desempenho ambiental, mas exige que as organizações formulem políticas e estabeleçam objetivos quanto as questões ambientais.

Com exigências legais e normativas, com as restrições do mercado e proliferação dos "selos verdes" as empresas se vêem obrigadas a adotar programas de gerenciamento ambiental, garantindo competitividade e sobrevivência.

A ISO 14000[12] surge como resposta a esta "pressão ambiental", procurando enquadrar as empresas nesta nova ótica.

Apesar desta "onda verde", muitos pesquisadores advertem para a superficialidade de medidas de cunho ambiental junto às empresas. Na maioria das vezes medidas adotadas possuem caráter absolutamente econômico, tendo somente como maquiagem os aspectos ambientais (LAYRARGUES,1994;CAPOLARI,1999).

> *"Embora haja esperanças que o setor empresarial verde será capaz de brevemente se reestruturar, a partir da visão sistêmica, há situações difíceis de se ultrapassar, como a própria visão de mundo do setor empresarial, a lógica competitiva do mercado, as estruturas hierárquicas de poder, a ausência de ética no capital, que finalmente, pode se constituir numa barreira intransponível da evolução para a ética ecológica. Tudo indica a prevalência da ecologia superficial como a formação ideológica predominante na sociedade. Podemos estimar, portanto, tratar-se de uma apropriação ecológica e não, uma transição ideológica." (LAYRARGUES,1994,p.213)*

Na maioria dos países do terceiro mundo, incluindo o Brasil, apesar desta "onda verde", o consumidor verde ainda é minoria, o que acaba gerando um fraco incentivo ao setor empresarial com relação a variável ambiental como uma oportunidade de negócio.

---

[12] *Ver quadro resumo da norma ISO 14000 em anexo.*

"Uma pesquisa sobre consumidor e meio ambiente na cidade de São Paulo, por exemplo, que demonstrou a consciência da população quanto aos efeitos negativos de seus hábitos de consumo sobre o meio ambiente, a quase totalidade condenando uma conduta pautada no consumo em excesso e no desperdício, mas que, por outro lado, pouco faz para reverter esse quadro. Na hora de comprar um produto, apenas 5% do universo pesquisado considera a preservação ambiental na sua escolha, demonstrando que o vasto mercado consumidor brasileiro ainda está pouco conscientizado dos impactos ambientais envolvidos no ciclo de vida dos produtos que adquire"

■ *Exemplos Significativos no Brasil*

O Brasil vem realizando reuniões periódicas com o objetivo de formulação de subsídios para a Agenda 21 Brasileira. Como primeiros resultados foram publicados, em setembro de 2000, pelo Consórcio Parceria 21 e Ministério do Meio Ambiente, seis volumes com as primeiras diretrizes para discussões e embasamento de princípios para formulação da agenda: Agricultura Sustentável, Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável, Cidades Sustentáveis, Gestão dos Recursos Naturais, Infra Estrutura e Integração Regional e Redução das Desigualdades Sociais. Estas discussões ainda estão em andamento[13] .

Alguns avanços foram observados, principalmente na área de legislação ambiental, no período posterior a ECO 92, destacando-se[14]: a Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), a Lei de Crimes Ambientais (1998) e o Estatuto da Cidade (SMA,2002,p.138).

Apesar dos esforços, muitos especialistas da área advertem para a incoerência governamental, que promove, ao mesmo tempo, um documento com a importância da Agenda 21 para políticas públicas locais, e o Plano Plurianual de Investimentos, onde as ações previstas pouco ou quase nada incorporam de questões básicas relacionadas ao meio ambiente e a exclusão social (SILVA,2000,p.53).

---

[13] *Obter maiores informações no site http://www.ibam.org.br/parceria21.*

[14] "A Política Nacional de Recursos Hídricos associa a gestão da quantidade de água à gestão da qualidade, articuladas com a gestão ambiental, permitindo uma abordagem mais abrangente do uso da água. A Lei dos Crimes Ambientais dispõe de sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, tipifica crimes contra o meio ambiente , notadamente cometidos contra a fauna, flora, o ordenamento urbano, a administração ambiental, bem como a poluição ambiental. O "Estatuto da Cidade", que regulamenta os artigos 182 e183 da Constituição Federal , regula o uso e propriedade urbana tendo em vista o bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental". *(SMA,2002,p.138)*

O setor empresarial também tem criado uma série de iniciativas com o objetivo de melhorar o desempenho ambiental das empresas. Como exemplo destacam-se a Agenda da Conformidade Ambiental e o CEMPRE.

A Agenda da Conformidade Ambiental da FIESP atua na área ambiental, contando com mais de 9000 empresas associadas. O *CEMPRE – Compromisso Ambiental Empresarial para Reciclagem* é uma associação, sem fins lucrativos, mantida por empresas privadas, que promovem a reciclagem com o conceito de gerenciamento integrado, orientando trabalhadores do setor, além de desenvolver um programa de conscientização ambiental (SMA,2002,p.54).

As ONGs também são destaque na atuação para implantação de referenciais mais sustentáveis. Inicialmente havia uma concentração em questões relacionadas a preservação dos recursos naturais, a biodiversidade, ao impacto ambiental, mas atualmente, também tem sido observado uma atuação voltada às empresas e ao consumo sustentável, destacando-se o Instituto ETHOS[15] de Empresas e Responsabilidade Social e o Instituto AKATU[16] (SMA,2002,p.56).

2.3 Barreiras encontradas para a implantação de referenciais sustentáveis

Como já abordado anteriormente, a falta de um respaldo científico e o caráter interdisciplinar da sustentabilidade são grandes barreiras no processo de implantação de bases sustentáveis (ATKISSON,1999). Apesar destas incertezas, é possível identificar algumas barreiras que têm um maior destaque: as barreiras ambientais, sociais, culturais, políticas e econômicas.

> *"..., muitos autores consideram que estaria se configurando um novo "paradigma" mundial, enquanto outros, evitando o caráter determinístico dessa terminologia, preferem a noção de uma perspectiva de encaminhamento ou de uma tendência a ser perseguida, e outros ainda, vêem a sustentabilidade como um constrangimento, uma limitação a determinadas metas que se pretenda alcançar". (SILVA,2000,p.76)*

Talvez o fator comum entre estas barreiras é o caráter *corretivo* que apresentam, ou seja, espera-se que as conseqüências de determinado procedimento apareçam para que medidas sejam tomadas.

---

[15] *O* Instituto ETHOS de Empresas e Responsabilidade Social *ajuda empresas a compreender e incorporar o conceito de responsabilidade social no cotidiano de sua gestão.*

[16] AKATU *é uma Organização não Governamental, sem fim lucrativo, voltada à orientação dos cidadãos para consumo consciente. Em tupi, Akatu significa "semente boa" ou "mundo melhor".*

A falta de ações preventiva permeia todo este universo analisado.

■ *Barreiras Ambientais*

Apesar das questões relacionadas à sustentabilidade terem extrapolado as esferas ambientais, a forma de lidar com os recursos naturais ainda se constituem numa uma barreira e geram muitas controvérsias quando aborda-se este tema.

Segundo GROSTEIN & JACOBI (1999), o fato dos problemas ambientais terem se avolumado principalmente nesta última década, com uma lenta resposta para resolução dos problemas, acabou fazendo com que estas questões passassem para o conhecimento público. Este fato, segundo a autora tem gerado alguma pressão junto aos órgãos competentes.

Um grande conflito existente na relação meio ambiente/atividades econômicas é o desajuste existente entre os tempos de mercado e os do meio ambiente. Este desajuste faz com que haja o esgotamento dos recursos naturais, como espécies vegetais, recursos minerais e energéticos (SILVA,2000, p.29).

A teoria de Georgescu-Roegen que considera a *Lei da Entropia* e os processos econômicos para análise dos fluxos de energia e matéria prima, tornou-se referência, além de ter sido base para muitas pesquisas posteriores (LAYRARGUES,1998, SILVA,2000). Nesta teoria, a escassez é tida como um processo natural da entropia, que nada mais é que a matéria prima e a energia degradadas (GEORGESCU-ROEGEN,1976,p.38). Segundo muitos pesquisadores o maior equívoco desta teoria encontra-se no fato de admitir-se a economia como sistema aberto e o meio ambiente sistema fechado. Neste contexto muitos pesquisadores apontam para a sustentabilidade como uma alternativa para o crescimento econômico tradicional (LAYRARGUES,1998).

Na ótica desta lei, os aspectos de reciclagem que estão sendo amplamente apontados como grande alternativa à escassez de matéria prima, não anulam a existência de um efeito que reduz de qualquer forma as fontes de recursos naturais. Apesar da reciclagem ser uma alternativa para preservação dos recursos naturais, esta não anula a redução, mesmo que menor, das reservas renováveis e não renováveis (LYLE,1994; RMI,1998; DEL CARLO,2001).

Apesar das discordâncias, é consenso que a discussão para definição de maneiras de apropriação dos recursos naturais é fundamental para estabelecer perspectivas futuras para utilização tanto das fontes renováveis como não renováveis com bases mais sustentáveis.

ULTRAMARI (1999) observa que apesar da importância das questões ambientais, elas ainda são colocadas em segundo plano :

> *"Desse modo, sem desconsiderar a curta historicidade da preocupação contemporânea com o meio ambiente e a frágil inserção da perspectiva ambiental nos processos decisórios da sociedade, o que se quer argumentar é a existência de fatores outros que talvez justificassem melhor a limitação dos resultados até então obtidos."(ULTRAMARI, 1999,p.1)*

■ *A Dimensão Humana*

A questão da sustentabilidade engloba além dos aspectos ambientais, políticos e econômicos, vários aspectos sociais, como o consumo, estilos de vida, distribuição de renda e culturais(ATKISSON,1999).

Os *aspectos humanos* se caracterizam pela crescente disparidade social que se apresenta principalmente nos países mais pobres, além de grandes perdas culturais devido à pressão consumista e à globalização.

Diante deste quadro crescente de miséria, fome e desemprego, a questão ambiental, por mais importante que seja, acaba sendo deixada para segundo plano, sendo até irrelevante. Como falar de preservação e impacto ambiental diante da miséria crescente principalmente nos países em desenvolvimento?

Talvez a maior barreira para implantação de bases mais sustentáveis é a grande diferença entre as classes sociais existente principalmente nos países em desenvolvimento (CIB/UNEP-IETC,2002).

> *"A rigor, sem uma prévia solução dos graves problemas sócio-econômicos, principalmente nos países subdesenvolvidos, pouco ou nada pode ser feito para que se evite a degradação dos recursos naturais. É utópico e politicamente equivocado supor a formação de uma consciência ecológica da população na miséria do 3º mundo". (AGUIAR,1994,p.125)*

É importante destacar que esta diferença não se dá somente internamente nos países, mas também, entre eles, dividindo-os em basicamente dois blocos distintos: "os ricos" e "os pobres".

Não entrando no mérito econômico e político destas diferenças, este fato tem gerado inúmeras discussões quanto ao "direito' de utilização dos recursos naturais, dificultando muitíssimo o estabelecimento de medidas efetivas para diminuir estas diferenças sociais, além de reverter o quadro de degradação ambiental existente.

Muitos autores apontam para a necessidade de ações conjuntas frente às problemáticas socioambientais. GROSTEIN observa que:

> *“ A necessidade de implementar políticas públicas orientadas para tornar as cidades social e ambientalmente sustentáveis representa a possibilidade de garantir mudanças socioinstitucionais que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais nos quais se sustentam as comunidades urbanas.” (GROSTEIN, 1999, p.01)*

No relato de sua experiência para desenvolvimento de indicadores para Seatle, ATKISSON (1999) observa a necessidade de integrar metas ambientais, sociais e econômicas a médio e longo prazos.

Outro importante aspecto sem o qual não se consegue estabelecer metas para atingir maior sustentabilidade é a MUDANÇA NOS PADRÕES DE CONSUMO.

Caso não haja esforços efetivos com o objetivo de frear a onda consumista que se instalou em muitos países, principalmente nos desenvolvidos, de quase nada adianta outros esforços para minimizar os danos ao meio ambiente.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente propõe uma política de definição de elementos visando um consumo sustentável. No próprio relatório, há um alerta para os impactos diretos e indiretos provenientes do consumo de determinado produto. Neste caso, a utilização do carro é citada como exemplo, onde os impactos desde a sua produção (extração de matéria prima, consumo de energia, emissão de gases tóxicos, etc.) até a sua utilização (consumo de combustível fóssil, emissão de gases poluentes e contribuição para o efeito estufa) devem ser considerados (PNUMA,1998, p. 63-66).

Um dos maiores entraves na conscientização da população é que os produtos ditos “verdes” são mais caros na maioria dos países. Este fato deve-se principalmente à mentalidade que impera desde a década de 70, onde as práticas relacionadas ao meio ambiente eram vistas como contrárias às práticas econômicas (LAYRARGUES,1998,p.71).

Segundo Layrargues, a aparente conscientização do empresariado deve-se somente a uma adequação de mercado e não a uma conscientização ecológica de fato:

> *“…., parte-se da hipótese de que estamos diante de um processo de apropriação ideológica, ou seja, não estaria ocorrendo , como inicialmente sugerido, uma transição da racionalidade econômica para a racionalidade ecológica. O setor ter-se-ia inserido no ambientalismo movido pela adequação à nova realidade e, para não perder o espaço competitivo pelo mercado, a solução foi assumir critérios de sustentabilidade ambiental, mas cuja atitude operacional ocorreria através da ecologia superficial.” (LAYRARGUES,1998,p.64*)

Várias pesquisas apontam que principalmente nos países desenvolvidos, cresce o número de consumidores dispostos a pagar mais por produtos que realmente tragam vantagens ambientais (LAYRARGUES,1998,p.71). Este fato evidencia e reforça o grande poder que o consumidor possui na sociedade atual.

As pesquisas realizadas por órgãos governamentais ou por instituições privadas a respeito da questão ambiental têm mostrado que a maioria da população brasileira é favorável à preservação da natureza (como um valor em si) e acha necessária a utilização de formas de desenvolvimento que não prejudiquem o meio ambiente (LEITÃO,1994,p.146).

O consumidor é o grande agente para a fixação do processo de tomada de consciência perante as questões ambientais. Além disso, um trabalho educativo quanto a estas questões, principalmente junto às camadas mais baixas da população, aliado ao desenvolvimento tecnológico é de extrema importância. Somente uma mudança profunda de valores poderá mudar o rumo da civilização industrial de consumo (LAYRARGUES,1998).

O quadro de consumismo que se instalou nas sociedades atuais é alarmante e pode ser traduzido como um sinal de que mudanças profundas devem realmente ser implantadas, com o objetivo de reverter o quadro de devastação e degradação do meio ambiente, garantindo um futuro mais sustentável (COOK, 2001; ROVERS, 2001; YEANG, 1999).

Foto 13 e 14 – A Coca-Cola na Rússia e o Mac Donalds na China. Exemplos dos efeitos da globalização e do consumismo, que atinge uma esfera global. Fotos extraídas da revista Veja 07/1999.

Em sua palestra proferida no PLEA 2001, Ronald Rovers relata ao público de arquitetos, engenheiros e urbanistas de todo o mundo, exemplos deste consumismo exacerbado alertando para um quadro realmente insustentável:

> *"Neste último século o tamanho da casa de classe média norte americana dobrou.... O número de eletrodomésticos" essenciais "cresce a cada ano que passa...."(ROVERS,2001)*

> *"Caso o mundo siga o padrão de consumo norte americano, será necessário mais dois planetas e meio para suprir a demanda...." (ROVERS,2001)*

> *"No ano passado, em uma partida de futebol na Suécia, vários telespectadores assistiram atônitos ao protesto do público presente que arremessou milhares de celulares no campo onde ocorria o jogo...." (ROVERS,2001)*

Klaus Bode, em sua entrevista concedida à Revista AU, considera o aspecto de conscientização do usuário parte essencial na implantação de uma ABIHA:

> *"Um edifício de menor impacto ambiental terá sucesso apenas se os ocupantes fizerem sua parte interagindo com o espaço. Percebo que o fator humano é freqüentemente ignorado, quando a discussão de conforto ambiental e eficiência energética é principalmente sobre entender que somos únicos em nossa maneira de ocupar e entender o espaço, e que somos flexíveis e adaptáveis às condições do meio externo." (BODE,2002)*

Ken Yeang também alerta para a necessidade de mudanças profundas na sociedade, colocando o modo de vida atual e o consumismo como grandes vilões:

> *"A regeneração da natureza não consegue acompanhar o ritmo de consumo que o homem vem empreendendo....." (YEANG, 1999, p.122)*

> *"A redução dos impactos advindos da construção, utilização e demolição (reutilização) de uma edificação, é apenas parte de todo o impacto que pode ser reduzido. Uma REDUÇÃO TOTAL passa pela mudança nos padrões de consumo da sociedade e no estilo de vida". (YEANG, 1999, p. 153)*

Neste contexto convém perguntar que esforços estamos dispostos a realizar para termos um futuro mais sustentável? Será que realmente estamos dispostos a fazer alguma espécie de sacrifício?

A conscientização da necessidade de mudança de hábitos frente à ameaça de escassez de recursos requer um trabalho gradativo de conscientização da população (HAGAN,2001,p.45).

■ *Limitações políticas econômicas*

A principal dificuldade para a implantação do Desenvolvimento Sustentável é a estrutura econômica atual, que ainda procura proporcionar o desenvolvimento a qualquer custo, não se importando com as desigualdades sociais, os danos ao meio ambiente, o esgotamento de recursos naturais (CIB/UNEP-IETC,2002). Além disso, estas estratégias não podem ser a mesma nos países ricos e nos pobres.

Ao assumir grandes proporções, a problemática ambiental passou a interferir nas esferas políticas. Este fato ocorreu mais intensamente a partir da década de 70 (LAYRARGUES,1998). O autor ainda observa que:

> *"A ecologia possui um caráter político: toda problemática criada pela racionalidade econômica manifestando-se na crise ambiental, já não pode mais ser equacionada somente pela ciência e tecnologia, necessita visceralmente da instância política ." (LAYRARGUES,1998,p.92)*

Observa-se uma tendência mundial de redução da ação estatal, em várias esferas tanto econômicas quanto sociais, mas quanto às questões ambientais, os resultados positivos indicam que as ações devem ser de forma contrária, ou seja, devem ser centralizadas por órgãos públicos. Na maioria dos países tem-se observado a criação de estruturas governamentais voltadas para a regulamentação e fiscalização das atividades causadoras dos danos ao meio ambiente. Observa-se a necessidade de se dar importância ao espaço local para se conseguir mudanças significativas e efetivas a nível global (BURSTYN,1994,p.91).

O primeiro país que implementou este princípio na sua administração foram os EUA na década de 60. Apesar das dificuldades, como inexistência de recursos humanos, legais, institucionais e de instrumentos econômicos, as questões ambientais no país acabou se fortalecendo com a solidez e credibilidade das instituições públicas, além da consciência ambiental que a sociedade americana adquiriu.

Já no caso do Brasil, há grande desconfiança no sistema, devido ao seu inchaço e à sua ineficácia.[17]

Além de um trabalho de conscientização da população é necessário que o governo consiga a credibilidade necessária para implementar as medidas necessárias na sociedade. É essencial esta estruturação das Instituições governamentais para efetivação das medidas de cunho ambiental. De nada adiantariam idéias e intenções, caso não haja mecanismos de decisão correspondentes.

A maioria das propostas e práticas desenvolvimentistas consideram a Natureza e seus recursos como elementos constantes, sem que se leve em conta a escassez ou a variação de sua oferta, o que acaba de certa forma influindo na inexistência de maiores cuidados na sua exploração (SACHS,1994, p40).

Segundo o ambientalista José A. Lutzenberger, os fluxos foram e são gerados pelo capital, que até pode crescer infinitamente, mas os recursos naturais que geram estes fluxos não. Este quadro, onde se admite um fluxo unidirecional entre dois infinitos caracteriza toda a base da nossa economia atual(SACHS, 1991; ELECS, 2001). A Natureza não ocupa lugar central nestas práticas de desenvolvimento (LYLE, 1994; FOLADORI, 1999; ULTRAMARI,1999), e é necessário que haja uma reversão deste quadro, caso ainda queiramos evitar um colapso (ELECS, 2001).

> *"A gênese das atividades econômicas é conflitante aos interesses ambientais, pois a escala com a qual a economia (o mercado, enfim) trabalha é a escala do lucro, e esta deve ser imediata e sempre garantida." (ULTRAMARI, 1999)*

É de consenso geral que o processamento de energia e de consumo de materiais deve ser contido para evitar o esgotamento do "capital natural".[18]

Alguns autores observam que são necessários esforços para se implantar um desenvolvimento qualitativo, que implique em um crescimento material baseado no uso eficiente de energia, recursos

---

[17] *O Brasil criou a primeira Instituição para cuidar das questões relativas ao Meio ambiente na década de 70 . O SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente - vinculada ao Ministério do Interior , que vegetou por muito anos sem importância alguma. Em 1981 a lei nº6 938/81 cria o SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente e CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, composto por representantes dos ministérios e entidades setoriais da administração federal, estadual e municipal .Foi com a resolução nº001/86 do CONAMA que se constituiu um marco da política ambiental brasileira ao instituir a obrigatoriedade da elaboração de estudos de impacto ambiental para atividades potencialmente causadoras de danos ambientais. Em 1989 é criado ao IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - que por ser a fusão de várias instituições com uma estrutura grande e inchada, acabou comprometendo o seu funcionamento. Atualmente ainda é o IBAMA e CONAMA as instituições que cuidam dos assuntos relacionados ao Meio Ambiente, organizados através do Ministério do Meio Ambiente, como é o caso das secretarias de Biodiversidade e Florestas, de recursos Hídricos, de políticas para o Desenvolvimento Sustentável, mas que de fato pouco tem feito no sentido de reverter a situação atual de descaso às questões do Meio Ambiente. No âmbito mundial, o Brasil participa do AIA - Inter American Institute for Global Ghange Research com o objetivo de se integrar nas mudanças geradas com impactos relativos as questões de Meio Ambiente e Sustentabilidade, com uma participação ainda inexpressiva.*

[18] **Capital Natural** - *termo utilizado para caracterizar as matérias primas retiradas da natureza, que geram movimento, e são a base de todo nossa economia. Sachs, Ignacy* - "Estratégias de transição para o século XX"I*; pp. 35* - **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**.

naturais, reciclagem , redução de resíduos poluentes, ou seja, de maneira que se consiga uma eficiência final do produto, e não mais um crescimento quantitativo, que é o que se observava até então(SACKS, 1994, LYLE, 1994).

O desenvolvimento tem ocorrido por fins puramente econômicos. Obtêm-se os resultados econômicos não se importando com as alterações do Meio Ambiente (LYLE,1994).

2.4 Algumas considerações sobre a necessidade de implantação de bases mais sustentáveis

Nesta primeira parte foi possível constatar que a maneira com que o Homem vem se relacionando com o Meio Ambiente para realizar as suas atividades básicas tem gerando grandes desequilíbrios na natureza. Estes desequilíbrios encontram-se no fato do Meio Ambiente sempre ter sido colocado à margem de todas as decisões.

Ao longo da História, muitos arquitetos, urbanistas e pesquisadores se preocuparam com formas de ocupação e adaptação do Homem no meio.

Neste processo é praticamente unânime afirmar que o grande marco do rompimento definitivo entre o Homem e o Meio Ambiente foi a industrialização. Nesta fase já era possível observar um desequilíbrio total entre o uso e a capacidade dos processos básicos da natureza.

Nas últimas décadas, porém, esta situação agravou-se, fazendo com que o Homem chegasse muito próximo a uma situação limite de esgotamento das reservas naturais.

Os níveis de poluição do solo, da água, do ar, a destruição das florestas nativas, o efeito estufa, a desertificação, os níveis alarmantes de fome, de violência, esgotamento das reservas naturais de petróleo, a contaminação dos aqüíferos, a extinção de espécies animais, a mudança climática mundial, entre outros, são fortes indicativos de que o planeta encontra-se doente.

As questões ligadas aos impactos ambientais possuem dimensões globais, não se restringindo aos limites territoriais pré-estabelecidos.

Diante deste quadro, muitos pesquisadores apontam para a necessidade de mudanças estruturais profundas como única alternativa para a implantação de medidas efetivas. A *sustentabilidade* surge, neste contexto, como alternativa e solução para os problemas existentes.

Apesar de todo este "poder" que vem sendo atribuído a sustentabilidade, a falta de um respaldo científico e as inúmeras abordagens do tema fazem com que a temática da sustentabilidade se torne extremamente complexa, onde as incertezas, controvérsias e imprecisões são as características mais marcantes.

Inicialmente, as questões relacionadas a sustentabilidade possuíam um caráter ambiental. Atualmente, porém, muitos pesquisadores têm apontado para a existência das dimensões sociais, econômicas, culturais e espaciais relacionadas ao tema.

Nas análises realizadas para a implantação de bases mais sustentáveis é consenso afirmar que mudanças profundas nos padrões de consumo também devem ocorrer, como forma de legitimar o processo. O consumismo excessivo foi um fator determinante para agravar o quadro atual de degradação do Meio Ambiente.

Em todo este processo os Estados vêm se organizando para guiar as implantações das mudanças necessárias rumo a um futuro mais "sustentável". Neste contexto, destaca-se a ONU, que apesar das mudanças estratégicas ao longo das ultimas décadas, tem conseguido organizar uma rede mundial de países que procuram bases com menor impacto ambiental e uma maior sustentabilidade.

A Agenda 21 foi o resultado mais marcante deste processo nestas duas últimas décadas. Documento resultante da II Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO 92, está organizada em 39 capítulos que estão sendo trabalhados e incorporados por vários países, incluindo o Brasil, com o objetivo de controlar a manutenção do Meio Ambiente, garantindo a sustentabilidade do Planeta.

Apesar de todas as dificuldades políticas encontradas, alguns avanços estão sendo realizados rumo a um futuro mais sustentável. A ultima convenção da ONU sobre desenvolvimento Sustentável, realizada em 2002 na África do Sul, mostrou esforços para aumentar a fração mundial de energia renovável.

A ISO 14000 – Gestão Ambiental – é reflexo da obrigatoriedade de incorporação de aspectos ambientais nas empresas, mostrando que os aspectos relacionados com o Meio Ambiente são cada vez mais importantes nas decisões.

Apesar destes esforços, a estrutura econômica existente atualmente na maioria dos países não permite a implantação de bases mais sustentáveis, uma vez que se procura proporcionar o desenvolvimento a qualquer custo, não se importando com as desigualdades sociais, os danos ao meio ambiente e o esgotamento dos recursos naturais.

O Brasil ainda precisa organizar uma base forte no âmbito administrativo para conseguir acionar as medidas necessárias rumo a um futuro mais sustentável. É necessária a existência de mecanismos de decisões eficientes e com credibilidade.

É essencial a resolução dos graves problemas sócio econômicos, principalmente nos países subdesenvolvidos, caso contrário muito pouco pode ser feito para evitar a degradação dos recursos naturais. Não se pode falar em "consciência ecológica" e mudanças no comportamento da população, com a miséria e diferenças sociais existentes nos países, principalmente os do 3º Mundo.

PARTE 2

ARQUITETURA E A SUSTENTABILIDADE

"Todas as atividades humanas deverão ser realizadas , nos próximos anos, do ponto de vista de seu impacto ambiental e sua sustentabilidade. A arquitetura não é exceção, devendo mudar os atuais padrões de projeto e construção de maneira a contribuir para a garantia de suporte e conservação da qualidade ambiental. Um duplo esforço deve ser feito em nosso país para garantir concomitantemente a sustentabilidade e qualidade ambiental e a integração das classes menos favorecidas da população."

DEL CARLO, Ualfrido - "Arquitetura Sustentável e Baixo Impacto Ambiental" / 1999.

"A sustentabilidade só será atingida nas esferas ecológicas, sociais e econômicas caso haja uma motivação dos cidadãos."

ROGERS, Richard - "Cities for a small planet"., EUA, Westview Press, 1998, p.32.

"Como legitimar o custo ambiental de determinada escolha? Atualmente, o ciclo de vida de uma edificação só é analisado no ponto de vista econômico... Decisões econômicas não refletem um bom senso nas decisões ambientais."

YEANG, Ken – "The Green Skyscraper – The Basis for Designing Sustainable intensive Building", Nova York, 1999, p.163.

"O edifício deve ser considerado como um aglomerado de materiais que estão "temporariamente" juntos, para possível reciclagem ou reuso."

YEANG, Ken – "The Green Skyscraper – The Basis for Designing Sustainable intensive Building", New York, 2001, p.157.

A Arquitetura neste contexto de impactos, esgotamento dos recursos naturais e agravamento das crises sociais deve sofrer transformações profundas. Este quadro tem feito com que as questões relacionadas com o ambiente urbano e com as edificações se tornem cada vez mais rígidas e complexas. Nesta segunda parte são abordadas as principais mudanças bem como as dificuldades encontradas nesta "nova realidade".

Não há um consenso sobre o que realmente venha a ser esta "nova arquitetura", nem como poderá ser a sua contribuição para a diminuição dos impactos, mas a necessidade urgente de mudança é real. Jeffrey Cook, Susan Roaf, Richard Rogers, Ken Yeang entre outros, são alguns dos arquitetos pesquisados e suas propostas, dúvidas e incertezas são aqui mostradas.

O resgate de tradições construtivas antigas, aliadas à tecnologia, é para muitos pesquisadores e arquitetos uma das soluções rumo a uma arquitetura de menor impacto. A arquitetura da Terra, Vernacular, técnicas de condicionamento térmico passivo, utilização de sistemas especiais são alguns dos exemplos aqui analisados .

Os aspectos econômicos aliados à ABIHA (Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental) são ainda os de maior relevância. É utópico e equivocado afirmar que as escolhas relacionadas com melhor desempenho ambiental estão em primeiro plano. Nesta fase inicial de implantação de uma arquitetura com menor impacto, os aspectos econômicos e ambientais devem estar juntos nas decisões dos profissionais. Alguns exemplos de vantagens ambientais aliadas à econômica são aqui mostrados.

Nesta trajetória rumo a uma arquitetura sustentável, inúmeras instituições estão sendo criadas com o objetivo de organizar e equacionar a sua implantação. Inúmeros exemplos destas instituições, bem como softwares que estão sendo desenvolvidos são aqui mostrados, refletindo os esforços mundiais atuais em busca de soluções.

Também são analisados os sistemas de avaliação de desempenho ambiental de maior destaque, que serviram de base para a proposta de sistematização contida no final desta pesquisa. Foram analisados o **BREEAM™, LEED™** e **HQE**, criados no Reino Unido, Estados Unidos e França respectivamente, além da experiência significativa de escritórios de arquitetura que estão passando pelo processo de implantar a utilização destas diretrizes, sendo eles: **HO+K** (Hellmuth, Obata + Kassabaum) , **Nicholas Grimshaw & Partners** e **Arup**.

A importância que deve ser dada para a correta escolha de materiais construtivos que tenham menor impacto ambiental e baixa energia embutida para a garantia da sustentabilidade do edifício

também é mostrada nesta parte. Estas novas variáveis devem ser utilizadas conjuntamente com as variáveis econômicas.

Primeiramente foi mostrado os tipos de materiais construtivos existentes e algumas de suas principais características quanto aos aspectos ambientais: disponibilidade de matéria prima, impacto ambiental na sua extração, energia embutida, durabilidade, manutenção, potencial de reutilização e de reciclabilidade.

Optou-se por dividir as fases do ciclo de vida dos materiais construtivos em: etapa da fabricação (extração da matéria prima, processamento, embalagem e transporte); utilização (construção, instalação, operação e manutenção) e pós-utilização (demolição, reciclagem e reutilização).

Apresenta-se também o software norte americano BEES 2.0 (Building for Environmental and Economic Sustainability) que foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar profissionais da área, na escolha consciente de materiais construtivos com balanço entre suas variáveis econômicas e ambientais.

3 Sustentabilidade e a Arquitetura

3.1 A Arquitetura e a "Nova Realidade"

Será que a garantia de utilização de matéria prima para as gerações futuras estaria nas mãos dos arquitetos, engenheiros, paisagistas e profissionais da área ? Será que cabe a nós a manutenção de vida no planeta? Para muitos pesquisadores a resposta é sim. Estaria na responsabilidade da utilização de uma Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental (ABIHA) a base para a solução de muitos problemas que atualmente estamos enfrentando.

O fato do ambiente urbano, com suas construções, atividades, serviços e transportes consumir mais de 50% das fontes mundiais de energia e ser responsável por grande parte da emissão de gases responsáveis pela mudança climática, além de consumir grande parte da matéria prima existente no planeta, reforça esta afirmação (YEANG, 1999,p. 93).

Todo o quadro de colapso do Meio Ambiente além do agravamento do quadro social, tem feito com que as questões relacionadas ao impacto de uma edificação se tornem cada vez mais rígidas e complexas.

Jeffrey Cook ilustra muito bem este processo ao citar exemplos de edificações que se tornaram "modelo de sustentabilidade" ao longo da história:

> "*Considere o Pantheon, que possui 2000 anos de idade. Possui apenas uma janela, uma porta, sem sistemas de aquecimento ou refrigeração, nem encanamentos. A adição de eletricidade no século 20 se tornou um contrasenso, distorcendo completamente os efeitos da iluminação natural ali existentes .*" (COOK, 2001,p.39).

Em contrapartida o autor observa que muitos exemplos de edificações com um excelente desempenho energético (baixo consumo de energia) não são necessariamente vistos como "*modelos de sustentabilidade*" para as nossas atuais necessidades. Jeffrey Cook

ainda conclui que a base para julgarmos determinados projetos sobre seus aspectos de impactos, em qualquer época, esta baseada em como estes edifícios responderam à sua comunidade e às reservas naturais (COOK, 2001,p.41).

Vários autores já apontam para a existência de "*níveis de sustentabilidade*", ou seja, apesar de não existir ainda um consenso do que realmente seja a sustentabilidade, já se identificam etapas a serem cumpridas neste processo de busca de uma arquitetura com menor impacto humano e ambiental. Inicialmente, volta-se para aspectos relacionados somente com a sustentabilidade da edificação, consumo de água, energia e materiais construtivos; em uma segunda fase este edifício já estaria inserido em um entorno, passando a existir maior preocupação com aspectos dos impactos na fauna e flora, transporte, qualidade do ar, e na comunidade em questão; e finalmente como etapa final, a fase em que não só estes aspectos já citados estariam incorporados, mas principalmente mudanças estruturais profundas em toda a sociedade, com a alteração de hábitos e estilos de vida, chegando finalmente a um modo de vida sustentável (COOK, 2001; ROVERS, 2001; SILVA, 2000).

Para Jeffrey Cook a principal tarefa dos profissionais ligados à construção neste momento, onde a ação do Homem na natureza tornou-se insustentável, reside não só nos aspectos funcionais, bioclimáticos e operacionais das edificações, mas principalmente no desafio de implantar novo modo de vida. Cabe aos profissionais contribuições não só quanto aos aspectos ambientais, mas principalmente quanto aos sociais. Esta "nova arquitetura" só será viável com base de novos paradigmas:

> "*A edificação sustentável representa uma revolução em como pensamos o projeto, a construção e a sua utilização*." (COOK, 2001, p. 41).

Foto 15 - Arcosanti. Comunidade no Arizona, Estados Unidos da América, idealizada por Paolo Soleri, implantada desde 1970. Utilização de energia solar, produção da própria alimentação, utilização de biodigestão, unidades habitacionais coletivas, sistema construtivo adaptado para o local. O novo modo de vida "imposto" aos moradores, um tanto quanto radical, acabou não funcionando no decorrer dos anos. Atualmente a comunidade encontra-se com reduzido número de moradores. Foto extraída da ECOCITY / Curitiba, abril 2000.

Foto 16 – Reciclagem do lixo na cidade de Curitiba. Atualmente a reciclagem do lixo tem se tornado um grande exemplo de aumento de consciência da população. A cada ano que se passa, observa-se o grande aumento das atividades destinadas à reciclagem. Estas duas fotos ilustram a importância de fazer esta "mudança no modo de vida" de forma gradativa, à medida que os usuários incorporem realmente o novo hábito. A reciclagem tem se tornado um grande exemplo desta prática que aos poucos vêm enraizando uma maior consciência na sociedade. Foto extraída do livro "*Cidade, Homem, Natureza – Uma história das políticas Ambientais de Curitiba*".

As cidades são vistas como as grandes vilãs responsáveis por grande parte de todo o impacto ambiental gerado no mundo (HAGAN,2001,p.18; REGISTER,1997,p.12).

Em 1900 cerca de 10% da população mundial vivia em áreas urbanas; em 1965 cerca de 36%, sendo que em 1990 este número passou para 50%, com a estimativa de ao menos 75% no ano de 2025 (ROGERS, 2000, p.3).

No ano 2000, já existiam em torno de 57 cidades no mundo com mais de 5 milhões de habitantes, sendo que 44 destas encontram-se em países em desenvolvimento (ROGERS, 1998, p.27).

O crescimento das cidades nos países em desenvolvimento tem se dado de maneira super acelerada, aumentando o nível de pobreza e o número de favelas (REGISTER,1997).

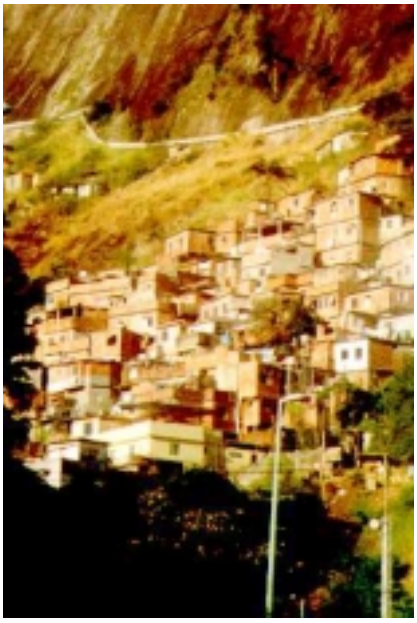


Foto 17 – Favela da Rocinha, Rio de Janeiro. Exemplo do aumento crescente do nível de pobreza nas grandes cidades.

No Brasil este quadro é mais alarmante, pois em 1975 a população nas cidades era de 51%, sendo para 2025 a projeção de 89% (WILHEIM, 1999).

Para muitos pesquisadores, esta concentração da população em áreas relativamente pequenas é extremamente prejudicial ao meio ambiente, uma vez que a demanda de recursos passa a ser incompatível com a capacidade do meio ambiente em questão, tornando esta distribuição insustentável (COOK,2001,p.38; ROAF,2001,p.11).

Já outros mostram esta possibilidade como uma grande alternativa para os grandes centros urbanos, uma vez que se estaria aproveitando uma infra-estrutura já existente, evitando investimentos desnecessários com o constante crescimento horizontal das cidades (ROGERS,1998,p.112;YEANG,1999,p.141).

Neste caso, um aspecto importante para tornar o meio ambiente urbano mais "sustentável" é a utilização de recursos disponíveis provenientes das proximidades, evitando o que ocorre atualmente com a utilização de recursos em ambientes urbanos de milhares de quilômetros de distância, por exemplo, como alguns materiais construtivos (YEANG,1999,p.127).

Foto 18 – Centro de Nova York. O adensamento dos centros urbanos das grandes cidades, com edifícios altos, como alternativa para o aproveitamento da infra-estrutura já existente. Para muitos arquitetos, esta solução é uma alternativa para as grandes metrópoles. Foto cedida pela Arq. Joana Carla S. Gonçalvez.

Com o crescimento excessivo das cidades, e o conseqüente aumento dos problemas sociais, como criminalidade, aumento das áreas pobres e agravamento do trânsito, as pessoas acabaram se isolando, anulando a principal função da cidade que é de convivência. Um dos principais problemas deste fenômeno é que se perde a oportunidade de motivação dos cidadãos, um dos aspectos principais na base da formação de uma sociedade mais sustentável.

> *"Se você perguntar para as pessoas o que elas pensam sobre as cidades, elas irão falar dos prédios, dos carros e não das praças. Se perguntar sobre a vida nas cidades, elas irão falar do isolamento, da criminalidade do medo, da alienação sem mencionar a vida em comunidade, a beleza, o prazer... A cidade e a qualidade de vida tornaram-se incompatíveis." (ROGERS, 1998, p.8)*

Richard Rogers observa que um dos principais papéis da arquitetura neste momento é fazer com que as cidades sobrevivam de forma

Foto 19 – Protesto. Os conflitos urbanos, passeatas, segregação social, são exemplos cada vez mais freqüentes nas grandes cidades.

menos impactante, tornando-se inclusive um laboratório vivo para a educação da sociedade neste contexto de mudanças de condutas e hábitos. A forma da cidade e suas funções podem gerar uma cultura que fortaleça a formação de um número maior de cidadãos (ROGERS, 1998, p.4).

As atuais necessidades sociais e ambientais, segundo o autor, têm grande potencial para fazer com que a profissão do arquiteto reviva (ROGERS, 1998,p.69).

Segundo Ualfrido Del Carlo, a cidadania e o meio ambiente são aspectos fundamentais para a avaliação de ações efetivas a caminho desta nova arquitetura. A tecnologia, neste contexto, passa a ser um elo de ligação entre estes aspectos, contribuindo para maior sustentabilidade:

> *"Os aspectos da cidadania garantem uma participação da comunidade, ou seja, os projetos precisam deixar de existir isoladamente, sem que haja uma consulta da população. O arquiteto precisa projetar com este novo conceito. Atualmente observa-se a existência de muitos "consumidores" e em menor número os "cidadãos". (DEL CARLO, 1999)*

> *"O meio ambiente também passa a ter um papel fundamental nas diretrizes dos projetos. A utilização dos seus recursos de forma racional, respeitando aspectos de sustentabilidade de todo o sistema, garante a manutenção de vida para as gerações futuras. Observa-se que não é só a preservação do meio ambiente que garante esta sobrevivência: existem locais que devem ser preservados, outros porém que podem e devem ser explorados de maneira racional .Existem áreas com qualidades PRODUTIVAS e outras com qualidades de PROTEÇÃO." (DEL CARLO, 1999)*

Kean Yeang observa que esta "arquitetura verde" ou "ecológica" deve não só minimizar os impactos da natureza, mas principalmente criar efeitos positivos no meio ambiente, integrando-o aos ciclos naturais da biosfera, ou seja, sendo elemento gerador de benefícios ao meio em questão. Segundo o autor estamos na infância da "arquitetura ecológica", com muitas barreiras a serem vencidas (YEANG, 1999).

O autor ainda observa que a principal característica dessa "nova arquitetura" é sempre pressupor a interdependência dos sistemas em questão, interligando as ações do homem aos sistemas naturais, evitando os impactos destrutivos ao meio ambiente.

> *"O edifício deve ser considerado como um aglomerado de materiais que estão "temporariamente" juntos para possível reciclagem ou reuso". (YEANG, 1999, p. 157)*

A característica holística desta "nova arquitetura", o caráter antecipatório e os aspectos multidisciplinares, faz com que a avaliação de projetos se torne cada vez mais complexa e abrangente. Desta forma, tendo em vista estas características, o profissional deve fazer quatro perguntas básicas antes de iniciar o projeto: se realmente é necessário construir, onde construir, o que construir e como construir (HAGAN,2001,p.97; YEANG,1999,p.31).

Uma das principais barreiras para utilização da arquitetura "ecológica" é a falta de formação dos profissionais da área. As limitações físicas, sociais, políticas e econômicas dificultam extremamente a valorização dos aspectos humanos e a aplicação dos conceitos de uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental, que é essencialmente de caráter holístico (YEANG, 1999).

> *"Sem o conhecimento necessário nas áreas de Meio Ambiente e Ecologia fica quase impossível que o profissional faça o contra ponto entre o ambiente construído e a natureza." (YEANG,1999, p. 31)*

> *"A mola propulsora da nossa sociedade, a economia, não oferece incentivos para investimentos em "tecnologias ecológicas", que são pagas a longo prazo." (ROGERS, 1998, p.67)*

Os aspectos tecnológicos não são base para a "arquitetura ecológica" e não podem ser avaliados como entrave para esta "nova" arquitetura, devendo sim, auxiliar em soluções que minimizem os impactos das edificações. O aspecto tecnológico não pode nos tornar dependentes para a busca de soluções para os problemas a serem resolvidos (COOK,2001).

O engenheiro Klaus Bode observa que em relação a sustentabilidade e ao baixo impacto ambiental das edificações, deve haver um foco muito maior nas questões sócio econômicas da cidade:

> *"As seguintes perguntas devem ser feitas ao realizar um projeto com estes conceitos: quais oportunidades de trabalho o empreendimento pode oferecer durante e depois do processo de construção; como tal empreendimento atua sobre a vida social e econômica do entorno imediato e também da cidade; qual o impacto sobre o sistema de transporte e por fim existem as questões de impacto ambiental referente não apenas ao consumo de energia do edifício, mas também ao de outros recursos como água, além das alterações do microclima local." (BODE,2002)*

Fotos 20 e 21 – Centro Cultural Nouméia, Nova Caledônia. Muitos arquitetos vêm tentando reconciliar a tecnologia com a natureza, ou seja com o auxílio da tecnologia aproveitar ao máximo as características naturais favoráveis do local. Um grande exemplo é Renzo Piano, que além de tirar o máximo de proveito do local onde o edifício será implantado, iluminação natural, ventilação, paisagem, resgate de aspectos culturais, etc. , utiliza a tecnologia como aliada na utilização de materiais construtivos adequados, e como elemento auxiliar na criação de soluções arquitetônicas. Fotos extraída da "The Architectual Review", dezembro de 1998.

Foto 22 – Edifício de escritórios em Santiago, no Chile. Utilizando a vegetação na fachada como elemento de condicionamento natural. A solução, além de resgatar a utilização de vegetação para climatização da edificação, conseguiu eliminar durante boa parte do ano o uso do condicionamento artificial, principalmente no verão. Arquitetura Enrique Browne e Borja Huidobro. Foto extraída da revista The Architectural Review , fevereiro de 1999, informações visita autora julho 2001.

Apesar da necessidade e dos imensos benefícios da arquitetura de baixo impacto humano e ambiental, é mais comum encontrarmos exemplos da sua utilização fora dos grandes centros urbanos, mostrando que ainda não existe confiança na forma em que esta arquitetura deva ser aplicada (ASHKIN,1997;YEANG,1999).

Mesmo com as vantagens e facilidades trazidas com a globalização é extremamente importante que não seja perdida a dimensão local para o projeto, construção, utilização e demolição e reutilização de determinada edificação. Devem-se avaliar todos os aspectos locais com maior responsabilidade. Desta forma muitos autores vêm utilizando o termo "*glocal*" ao referir-se a esta nova dimensão a ser considerada na arquitetura (COOK,2001;ROAF,2001; ROVERS,2001).

O resgate de tradições construtivas antigas aliadas aos benefícios da tecnologia, como a construção em terra, em pedra, a utilização de materiais construtivos característicos da arquitetura vernacular é de certa forma uma tentativa de manter a sustentabilidade de todo o sistema (AKASAKI,1999).

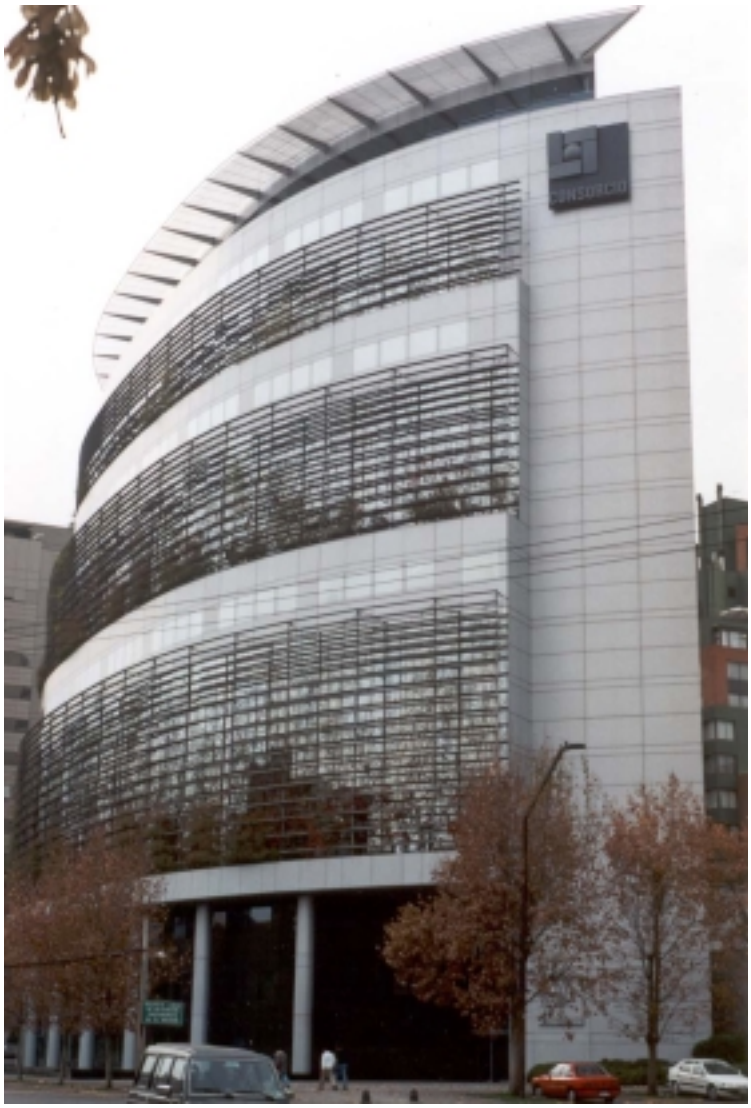


Foto 23 – Mesmo edifício. Foto autora em visita realizada julho de 2001. No inverno a vegetação existente encontra-se seca, não mostrando aquela exuberância da foto anterior. Segundo informações no local, este fato é proposital, pois o efeito da vegetação no é necessário no inverno. Cabe analisar o fato em futuras visitas.

Foto 24 –Residência em Nova Dehli. Projeto premiado no PLEA – Passive and Low Energy Architecture – de 1998, arquitetura em terra na Índia; foto extraída da revista Process – PLEA / 98.

Foto 25 - Hotel San Pedro de Atacama, no Chile. Também utilizando arquitetura da terra e madeira; foto extraída da Architectural Review, fevereiro de 1999.

Foto 26 e 27 – Residências na Califórnia. Exemplos atuais de arquitetura da terra. O impecável acabamento e técnicas extremamente apuradas contribuem para diminuir o preconceito existente quanto a esta arquitetura. Projetos David Easton.

3.2 Aspectos Econômicos da Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental (ABIHA)

Existem benefícios econômicos advindos da utilização de edifícios com baixo impacto ambiental. Deve-se ressaltar porém que o bom desempenho ambiental deve ser visto conjuntamente com o desempenho econômico, ou seja, nunca se deve adotar uma solução favorável ao meio ambiente que seja economicamente inviável, e vice versa. Os fatores ***ambientais*** e ***econômicos*** sempre devem andar lado a lado (RMI,1998,p.423).

O desempenho ambiental favorável reflete na procura de soluções para o aumento contínuo das necessidades de recursos naturais, alimentos, água, energia, construção, produtos industrializados, transporte etc., conservando e protegendo a qualidade ambiental e as fontes de recursos naturais que são essenciais ao desenvolvimento e à garantia da vida no futuro (ADPSR,1999).

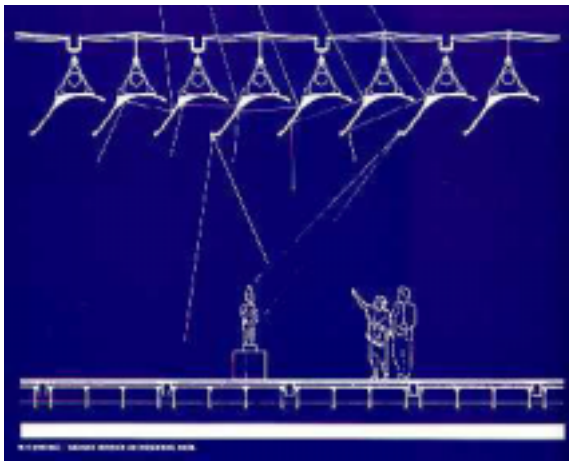
Na edificação, estes conceitos aplicam-se: ao anteprojeto, projeto, projeto executivo, construção, uso, manutenção , demolição e reciclagem.

Incorporando os princípios de sustentabilidade ao ato de projetar, advirão benefícios incalculáveis nas questões de conservação energética, conservação das matérias-primas, uso da água, uso de materiais de baixo impacto ambiental, uso do solo e sistemas eficientes de transporte (GOTTFRIED (1),1997,p.4).

Como ponto de partida, é necessário estabelecer metas a serem atingidas, ligadas à sustentabilidade e à economia, em todas as etapas do ciclo de vida da edificação. Estas metas estão relacionadas com os seguintes itens:

- aumento da produtividade;
- eficiência energética;
- redução no consumo d'água;
- redução custos de: construção, operação, manutenção, demolição, acidentes de trabalho, doenças relacionadas aos edifícios, poluição e lixo;
- garantia conforto dos usuários;
- aumento da flexibilidade e durabilidade.

Os aspectos econômicos relacionados a um edifício devem ser analisados para períodos de longo uso, quando é possível analisar com



Fotos 28 e 29 - The Menil Collection Museum, de Renzo Piano. Ilustra a utilização de elementos estruturais para auxílio na captação da luz natural. As peças da estrutura da cobertura foram especialmente projetadas para este museu. A estrutura do edifício utiliza madeira e vigas metálicas. Foto extraída da revista AU – Renzo Piano – Building Workshop 1964-1988 (edição extra).

mais variáveis as vantagens da aplicação dos conceitos de sustentabilidade e de baixo impacto ambiental (RMI,1998,p.161).

Um período razoável para avaliar os custos envolvidos em uma construção é de 25 anos. Neste período os custos aproximados são de: 5% para construção; 90% para utilização (água, energia, manutenção, etc.) e de 5% para outros (impostos, seguro) (GOTTFRIED (1),1997,p.8).

Medidas tomadas nas fases de projeto e construção, aplicando os princípios de sustentabilidade e diminuição do impacto ambiental, podem significar grande redução dos custos, principalmente na fase de utilização. Em contrapartida, as decisões pelo menor custo inicial podem levar a custos muito maiores quando analisados dentro do ciclo de vida da edificação, considerando custo da energia, utilização de água, mão de obra para manutenção, troca dos componentes, equipamentos, etc (LIPPIAT,1997,p.144).

Os riscos de maiores custos pela inovação destas medidas, visando não somente os aspectos econômicos, mas também, ambientais são grandes. Desta forma, o desenvolvimento de manuais de treinamento para práticas profissionais que levem em conta as questões ambientais é uma solução eficaz, uma vez que permite o profissional avaliar a melhor alternativa entre as diversas soluções possíveis (DEMETRIUS,2001; DOE/EPA,1997).

A incorporação destas diretrizes nas edificações tem trazido também aumento significativo no valor imobiliário da edificação (GOTTFRIED(2),1997,p.12;RMI,1998,p.43).

Um interessante exemplo é o condomínio de residências *Village Homes*, localizado em Davis na Califórnia. Com cerca de 240 residências construídas com técnicas passivas de condicionamento térmico, utilizando paisagismo produtivo em praticamente toda a sua área, com grande número de árvores frutíferas, com a preferência de vias de circulação para pedestres e ciclistas e baixíssimos

índices de criminalidade, o condomínio conseguiu uma valorização de 15% de suas unidades quando comparado com unidades em áreas vizinhas (RMI,1998,p.428).

A Indústria da construção é uma das maiores atividades econômicas do nosso país, lembrando que envolve a construção habitacional, comercial, industrial, edifícios públicos, infra-estrutura urbana, representando investimentos anuais de bilhões de reais e milhões de empregos diretos e indiretos. Este cenário tem mostrado que pequenas alterações no sistema, podem provocar mudanças significativas na economia nacional, melhora ambiental e aumento da sustentabilidade.

No Brasil, a indústria da construção representa cerca de 11,8% do PIB – Produto Interno Bruto, equivalente a U$115 bilhões de dólares, em 1998, tendo um crescimento previsto do PIB de 3,15%. Atualmente é responsável por 13,5 milhões de empregos diretos, sendo que para cada 100 empregos diretos, tem-se 285 indiretos [1]. Soluções mais eficientes, com custos menores e com operações mais simples, podem gerar empregos mais bem remunerados que terão um impacto positivo sobre a economia e qualidade de vida.

Foto 30 – Hospital da Rede Sara. Este projeto do Lelé, apresenta não só a utilização de técnicas passivas para o condicionamento térmico, onde neste caso, em todo o hospital não é necessária a utilização de condicionamento artificial, mas também um processo construtivo todo modular e racionalizado, que além de agilizar o processo construtivo, reduz e muito os custos de construção. Foto extraída do livro "João Filgueiras Lima – Lelé".

A sustentabilidade na área da construção pode vir a ser uma alavanca para a diminuição das crises econômicas nacionais, pois garante a efetiva manutenção dos recursos ambientais.

O uso de materiais locais, por exemplo, pode gerar economia nos custos de transporte e de consumo de energia. A escolha de materiais construtivos com menor índice de energia embutida para sua

[1] Dados obtidos no site da Associação Brasileira dos escritórios de Arquitetura ASBEA; PINI – O mercado da construção brasileira , www.asbea.org.br , em 12/ 2001; e no site do IBGE www.ibge.org.br.

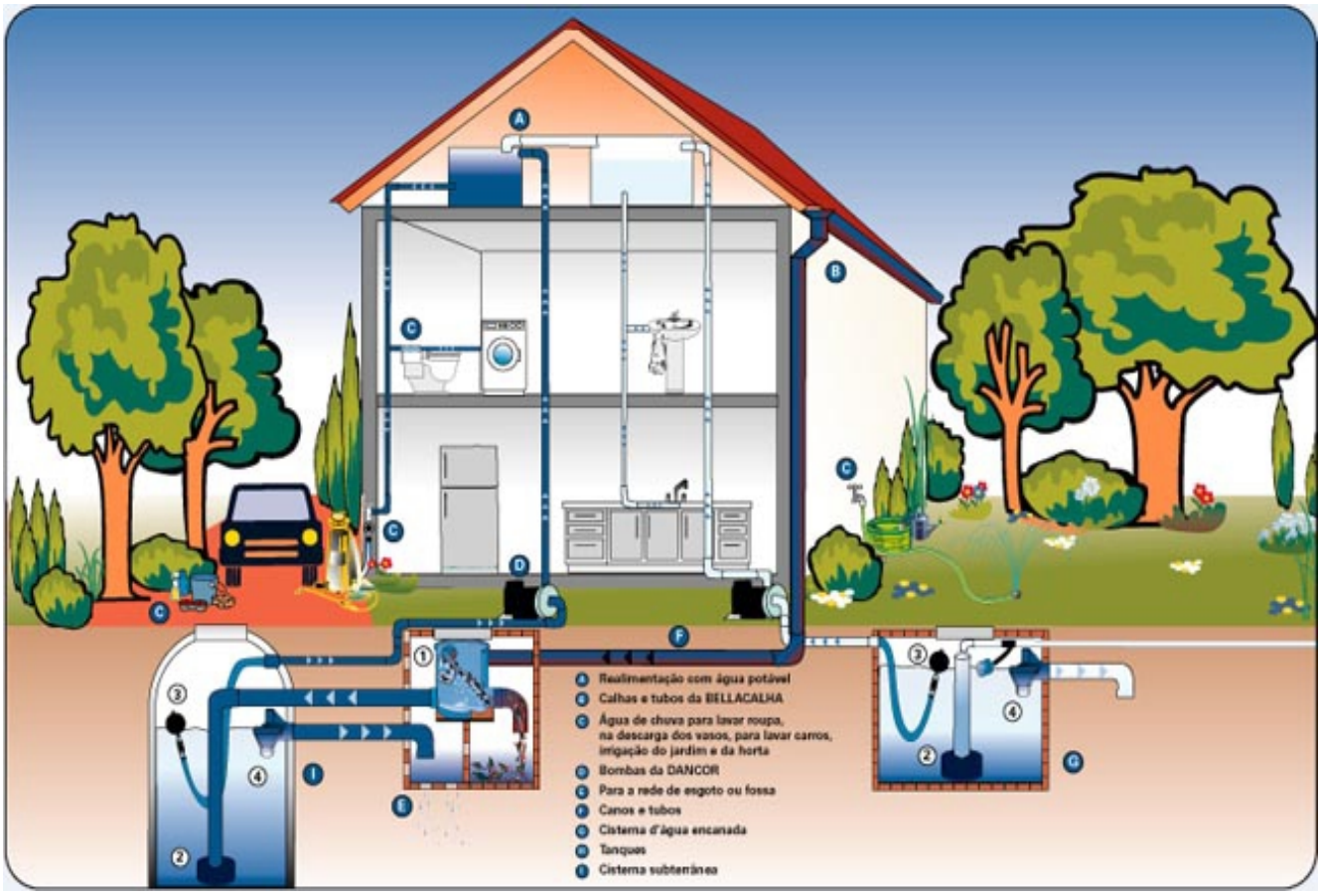
produção pode resultar em significativa redução dos custos, principalmente quando utilizados em larga escala (KRONKA,1998,p.45).

A implantação dos edifícios de baixo impacto ambiental pode gerar a oportunidade de desenvolvimento de uma nova economia. Estas oportunidades estão relacionadas com a geração de empregos devido à demanda dos produtos e serviços de baixo impacto ambiental (DOE/EPA,1997).

Nos Estados Unidos, onde estes esforços vêm sendo implantados há algum tempo, exemplos podem ser observados. No Texas, o já existente Programa de Edifícios com Baixo Impacto Ambiental, tem contribuído para o crescimento do número de edifícios que incorporam estes conceitos, e no aumento do número de companhias que trabalham com a captação das águas das chuvas. Outras comunidades têm desenvolvido trabalhos relacionados com a reutilização e reciclagem dos componentes do edifício Em Berkeley, na Califórnia, uma empresa recupera móveis, utensílios domésticos, equipamentos de escritório e materiais de construção para revenda desde meados dos anos 80. Estes materiais recuperados vêm de depósitos ou até mesmo de doações de residências, escritórios, e obras. Esta companhia recupera cerca de 5000 toneladas de material por ano. Em San José, Califórnia, o Programa da Indústria de Baixo Impacto Ambiental criou duas industrias, que promovem incentivos e redução de taxas para atrair a utilização de produtos com baixo impacto ambiental e materiais reciclados nas demais indústrias. No âmbito nacional , a EPA prevê um potencial de criação de mais e 200.000 empregos no processo de implantação dos "*green buildings*" (GOTTIFRIED (1),1997,p.7).

No Brasil, os esforços para atividades de menor impacto ambiental encontram-se em fase de implantação. A indústria ligada à reciclagem é a que tem tido maior destaque. No Paraná, destaca-se o maior pólo de reciclagem do país, que conseguiu gerar milhares de empregos nos últimos 5 anos. O Estado de São Paulo também possui posição de destaque, tendo grande participação de empresas particulares[2] (SMA,2002,p.56).

[2] *Destaque para o CEMPRE- Compromisso Empresarial para a Reciclagem, que tem atuado com grande sucesso entre as empresas para uma maior conscientização ambiental e orientação na reciclagem de papel, plástico, metal e vidro (SMA,2002,p.61).*



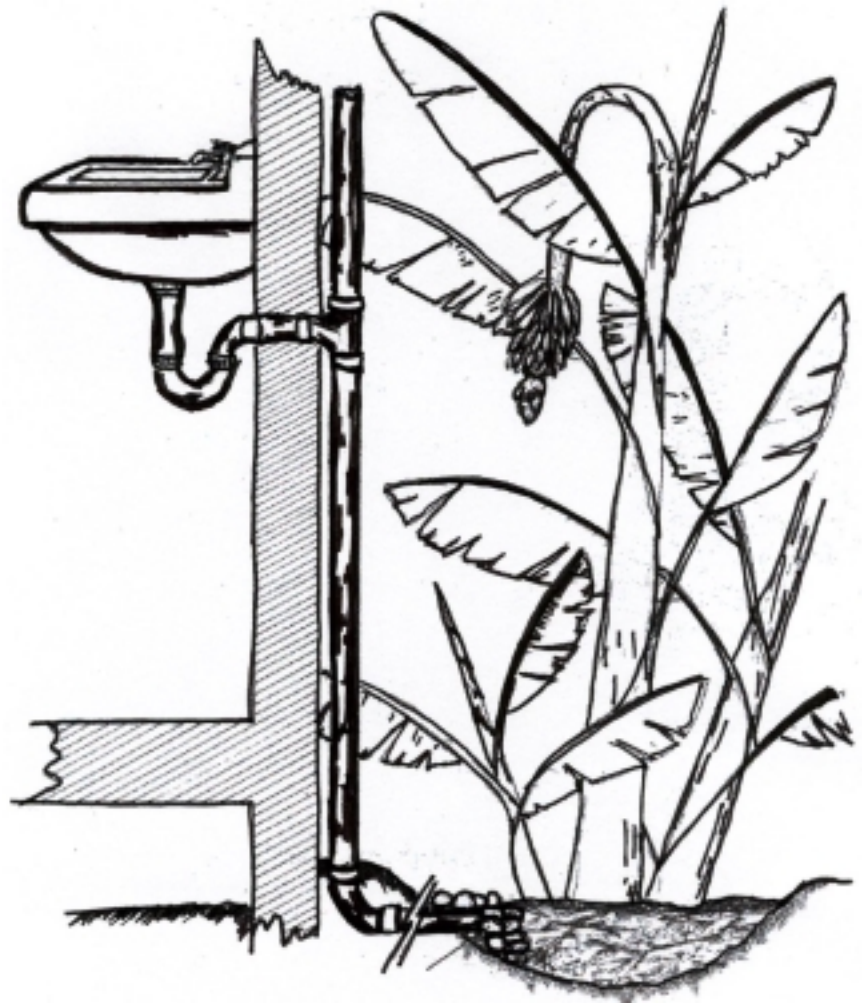


Foto 31 e 32 – Esquemas de reutilização de água. Primeira foto esquema de instalação de reservatório para água da chuva; na seguinte utilização das águas cinzas provenientes do lavatório. Solução cada vez mais utilizada como alternativa frente a crescente falta d'água nas cidades.

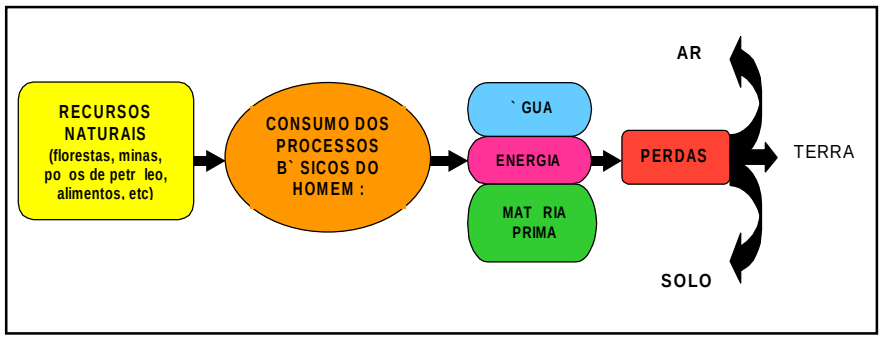
3.3 A Utilização de Sistemas Especiais

A utilização de "sistemas especiais" [3] reflete a crescente necessidade de soluções com maior eficiência de uso dos recursos naturais disponíveis. A escassez de água, de energia e de matéria prima faz com que estas soluções passem a ser cada vez mais utilizadas (KRAINER,1997; ROAF,2001).

Fazendo um paralelo com os sistemas naturais, a relação do homem com o meio ambiente não é de *mutualismo*, mas sim de *parasitismo*, uma vez que se retira do meio ambiente todos os recursos necessários para a sua sobrevivência (e em muitos casos bem mais que o necessário), sem a preocupação da manutenção deles.

Atualmente o homem ao se relacionar com o meio, utilizando os recursos naturais para os seus processos básicos, tem agido como se estes fossem infinitos, ou seja, os dejetos produzidos não voltam para o meio ambiente de maneira produtiva. Todo este processo tem um caráter linear, aumentando assombrosamente o risco de escassez destes recursos (LYLE, 1994,p.34).

Sistemas Degenerativos



Fluxograma Sistemas Degenerativos – elaboração própria.

No uso sustentável dos recursos naturais, os danos ao meio ambiente devem ser mínimos. Decorre daí a necessidade de utilização de combustíveis limpos (energia solar, eólica, biomassa) com a utilização de embalagens recicláveis, mudança no padrão de consumo, utilização de materiais construtivos com menor impacto ao meio ambiente, maior reciclabilidade e possibilidade de reutilização (REAL GOODS, 2001).

---

[3] *O termo "sistemas especiais" refere-se a soluções técnicas, que em uma etapa inicial, visam maior eficiência na utilização dos recursos naturais, além da diminuição nos impactos gerados. Desta forma, os sistemas especiais são soluções, não convencionalmente utilizadas, não incluídas nas normas brasileiras, que tenham como objetivo principal a eficiência energética, o uso de fonte de energia renovável (energia solar, eólica, por exemplo), o controle de impacto direto e indireto sobre o meio ambiente e a utilização de práticas de conservação e de reciclagem (utilização da água da chuva, construção com materiais de baixo conteúdo energético ou reutilizados, por exemplo).*

Todos estes processos que ainda ocorrem de forma linear devem assumir um caráter cíclico, diminuindo os impactos que são gerados no meio ambiente. Os recursos naturais devem ser utilizados a medida em que possam ser repostos. Desta forma, a arquitetura deve ser vista não só como elemento de baixo impacto, mas principalmente como elemento renovador, reparador e restaurador do meio ambiente. A arquitetura de baixo impacto deve ser um elemento de contribuições positivas para o meio em questão (LYLE,1994; YEANG,1999).

É extremamente importante que o profissional tenha em mente que todas as soluções encontradas não são perfeitas, sendo apenas uma tentativa de busca em direção a uma arquitetura mais sustentável. Com o avanço tecnológico sempre surgirão novas soluções mais eficientes (YEANG,1999, p.10).

Sistemas Regenerativos

Fluxograma Sistemas Regenerativos – elaboração própria

Os processos cíclicos podem ocorrer em diversos estágios, devolvendo total ou parcialmente os recursos naturais utilizados, cabendo ao profissional a escolha mais adequada (YEANG,1999,p.178).

Foto 33 - Creche em Bremen Alemanha. Arquiteto Peter Hübner. O telhado verde proporciona a manutenção da temperatura interna, evitando a perda do calor, paredes internas de tijolos cerâmicos com a mesma finalidade e externamente com madeira de reflorestamento, garantindo a utilização de material com baixa energia embutida. Existência de muita transparência nas fachadas e clarabóias para garantir a iluminação natural.

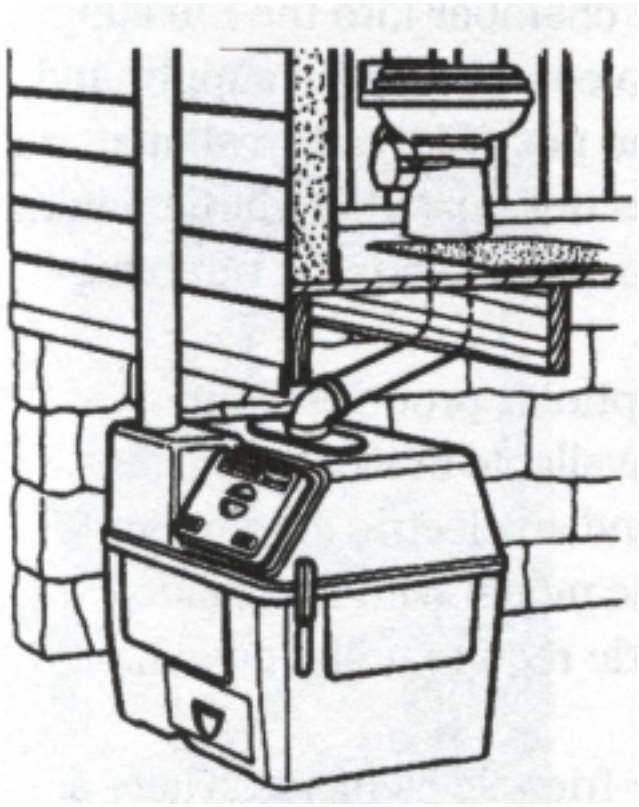


Foto 34 — Vaso sanitário a seco com sistema de compostagem. Solução adotada para a falta crescente de água. Este modelo não consome energia elétrica. Croqui extraído do catálogo do Real Goods.

■ *A água*

A água tem se tornado um bem precioso. Não só no Brasil, que ironicamente é o país com o maior recurso hídrico do planeta, mas em todo o mundo[4] . A conservação da água não é só uma questão ambiental, mas também de sobrevivência (MENEGATI,1998).

Apesar da quantidade de água existente no planeta ser considerada constante [5], o homem tem agido de forma a considerá-la um recurso infinito.

A distribuição da água no planeta é bem diversa. Do volume total de água existente, 97,25% correspondem à água salgada dos oceanos. Os 2,75% restantes são de água doce, sendo a maior parte (2,14%) armazenada no estado sólido nas geleiras e calota polar. Da água doce do estado líquido (0,61%), a maior parcela encontra-se no subsolo (0,59515%) em profundidades até 5 quilômetros. Apenas 0,009% corresponde à água dos rios e lagos, e 0,0049% estão presentes nos solos. A pequena parte de 0,00095% corresponde ao vapor da atmosfera (MENEGATI,1998,p.12).

---

[4] *O Brasil é o país mais rico do mundo quanto aos recursos hídricos: é responsável por 12% da produção mundial de água doce. Sendo que quase 70% da água disponível para uso está localizada na Região Amazônica. Os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo país, atendendo 93% da população.*

[5] *A quantidade de água existente na Terra é considerada constante, variando sim, as proporções entre a água no estado sólido, líquido e gasoso e as formas de armazenamento.*

Nos últimos 50 anos, o consumo médio de água por habitante dobrou em nosso planeta, passando de 400 m^3/ hab./ano, para 800 m^3/ hab./ano [6].

O aumento da demanda, principalmente nas grandes cidades, vem encarecendo métodos utilizados para o seu armazenamento, bem como os tratamentos utilizados. Estas dificuldades, aliadas ao aumento das distâncias para a captação da água, têm feito com que a sua qualidade decaia muito.

No Brasil, a degradação dos rios que cortam as áreas urbanas é um forte indicativo da inadequação no processo de ocupação destas áreas. Além da queda brusca na qualidade deste bem, somam-se problemas decorrentes da ampliação da vazão nos períodos de chuva e redução nos períodos de estiagem, agravados também pelo altíssimo nível de impermeabilização das áreas urbanas. Desta forma, as grandes cidades passam, paradoxalmente, por períodos de enchentes, no verão, e de falta d'água, no inverno (MORETTI & SOUZA, 2002).

Neste quadro, o risco da transformação da água em mercadoria e a privatização deste serviço público acabam se tornando real.

Os constantes atropelos gerados pela questão das enchentes nas grandes cidades têm feito com que as soluções utilizadas sejam revistas. Na maioria dos casos, a ausência de uma drenagem local, com uma impermeabilização generalizada da cidade faz com que a água da chuva, que poderia ser utilizada como fonte deste recurso, passe a ser um grande problema (GROSTEIN & JACOBI, 1999).

No caso da cidade de São Paulo, a macrodrenagem tem se mostrado ineficiente e onerosa. Os famosos "piscinões" são resultados de uma cidade "impermeabilizada" que não privilegiou a microdrenagem como uma solução.

A urgência na racionalização do uso da água, tem criado programas de conservação e economia de água. O PURA[7] – Programa de Uso Racional da Água, implantado pela SABESP desde 1995, tem conseguido números significativos. Em parceria com o IPT, o Programa tem atuado em hospitais, escolas, prédios comerciais e residenciais na implantação de equipamentos economizadores de água, com excelentes resultados[8].

[6] Universidade da água – http:www.uniagua.com.br. Apesar deste valor médio, existe um grande degrau entre o consumo das classes baixas e altas. O consumo anual de água das classe sociais é de : 316m3/hab nas classe baixa; 453m3/ hab nas classe média e 1167m3/hab na classe alta.

[7] Consultar o site www.sabesp.com.br/pura , para maiores detalhes.

[8] Já existe no mercado grande número de equipamentos economizadores de água. A AMANCO lançou no ano de 2002 , um vaso sanitário com caixa acoplada de plástico reciclável, com dois tipos de acionamento: total, para dejetos sólidos, e parcial, para dejetos líquidos, liberando apenas 3 litros de água por fluxo. A embalagem também é de papelão reciclável.

Foto 35 – Galpão da POLI. Com a implantação do PURA junto às faculdades da USP, houve a troca dos equipamentos sanitários por sistemas economizadores de água. Nesta foto, os vasos sanitários da POLI que foram descartados por utilizarem um volume excessivo de água para descarga.

A utilização das águas cinzas e da água da chuva são soluções amplamente discutidas como alternativas diante da crescente ameaça de racionamento d'água (ATHENS & FERGUSON,1997). Apesar de promissoras, estas soluções ainda devem ser pesquisadas em caráter experimental antes da adoção de programas em larga escala (MORETTI & SOUZA, 2002).

A necessidade de novas instalações, além do preconceito e possibilidade de rejeição dos usuários são fatores que devem ser avaliados na decisão do aproveitamento das águas cinzas e da chuva (ATHENS & FERGUSON,1997).

No início deste ano, foi aprovada, na cidade de São Paulo, a Lei Municipal n.° 13.276 que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m^2 [9].

Apesar deste quadro, ainda não existem normas para os sistemas especiais de utilização de água. A ABNT possui as diretrizes para preparação e discussão das normas referentes à "Captação e Uso Local das águas pluviais" (MORETTI & SOUZA, 2002).

---

[9] *Para maiores detalhes consultar os sites: www.agua-de-chuva.com e www.abcmac.org.br . ABCMAC é a Associação Brasileira de Captação e Manejo d'água de chuva.*

A educação do usuário também deve ser alvo dos profissionais. O PURA constatou que em muitos casos, apenas a conscientização do usuário pode ser responsável por quase 40% de economia no consumo d'água. Segundo este mesmo programa, bem mais de 50% da água consumida atualmente podem ser economizados com medidas de conservação, incluindo os mecanismos economizadores e os programas de educação do usuário [10].

Cabe aos governantes e aos profissionais criarem as medidas não só para reverter este quadro de consumo e desperdício, mas também conscientizar a população da necessidade de utilizar a água de uma maneira sustentável.

■ *Energia*

A falta de energia já está afetando muitos países. O Brasil, os Estados Unidos, a Nova Zelândia, entre outros, têm enfrentado nos últimos anos sérios problemas de abastecimento. Programas de racionamento, rodízios e cotas de consumo são algumas das alternativas encontradas para tentar driblar a ameaça constante dos "apagões" e dos "blecautes". Este quadro é em grande parte reflexo de uma arquitetura que ignorou os recursos naturais locais para climatização da edificação, como insolação, ventos, energia do solo, entre outros, gerando a necessidade de equipamentos para este fim (ROAF,2001).

O processo de industrialização trouxe uma massificação da arquitetura, fazendo com que em qualquer parte do mundo fosse utilizada a mesma solução. Infindáveis tipos de vidros para fachadas, centenas de tipos de lâmpadas, sistemas condicionamento térmico artificial, contribuíram para a proliferação das cortinas de vidro e das plantas que não favoreciam a iluminação natural. Estes edifícios são exemplos da banalização que acabou ocorrendo com a arquitetura em boa parte do mundo (GONÇALVEZ,1999).

No século passado, todas as edificações faziam uso de uma arquitetura passiva e de baixo consumo de energia. Hoje porém, com o controle climático, as edificações passaram a ser as maiores consumidoras de energia no mundo, sendo em muitos casos, verdadeiras máquinas isoladas que funcionam 24 horas por dia, durante todo o ano (ROAF,2001).

A necessidade de melhorar o desempenho das edificações com a utilização de técnicas passivas e baixo consumo de energia, torna-se imprescindível e urgente. Desta forma, os esforços dos profissionais da área, incluindo os educadores, devem se concentrar em resgatar estes conceitos que por muitos anos ficaram esquecidos (HESCHONG,1997; REAL GOODS,2001).

---

[10] *Informações obtidas no site www.sabesp.com.br/pura.*

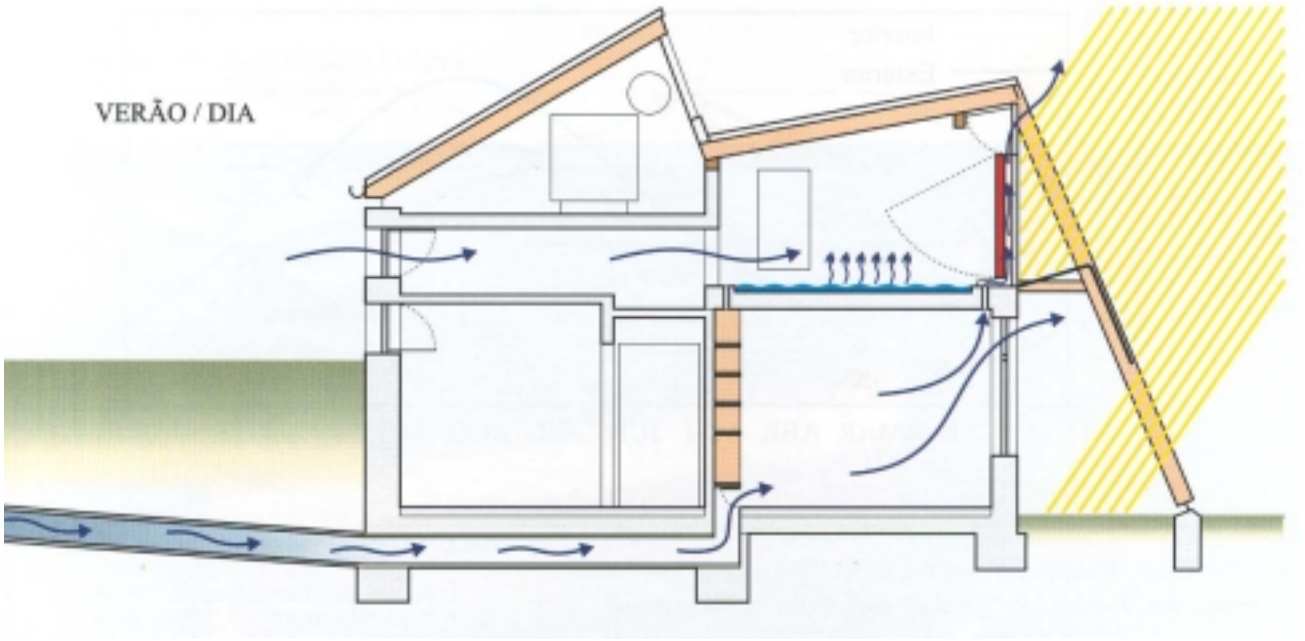


Foto 36 e 37 – Casa Solar Porto Santo, Madeira, Portugal. Croqui ilustrativo e foto da casa mostrando o sistema de ventilação natural no verão. Arq. Günther Ludewig, 1985. Foto extraída do livro "Edifícios Solares Passivos em Portugal".

"As edificações deverão combinar o melhor das tradições de cada região, com o mais sustentável das novas tecnologias, em um NOVO REGIONALISMO, que confia nos aspectos locais, como os materiais construtivos, responsabilidade climática, econômica e cultural, com soluções apropriadas." (ROAF,2001,p.15)

"As formas resultantes da arquitetura serão gradualmente influenciadas por estratégias passivas, aquelas que usam o próprio clima local no processo de climatização dos espaços internos". (BODE,2002)

Aliado a este fato, soma-se uma matriz energética mundial baseada em fontes não renováveis, com altas emissões de CO^2, e conseqüente contribuição na mudança climática mundial[11]. Todo este quadro tem gerado a necessidade urgente de mudança no padrão de consumo, além da busca de alternativas de fontes energéticas renováveis (FLAVIN,2000).

Segundo Goldemberg (2002) aproximadamente 80 por cento de toda a energia consumida no mundo provêm dos combustíveis fósseis, que são os principais responsáveis por problemas de saúde e de meio ambiente em escala local, regional e global. Ainda segundo este autor, as principais vantagens das fontes de energia renováveis em relação aos combustíveis fósseis são: o aumento da diversidade do suprimento de energia, assegurar o suprimento de energia sustentável em longo prazo, redução das emissões atmosféricas (local, regional e global), criação de novas oportunidades de trabalhos em comunidades rurais, oportunidade de manufatura local e aumento da segurança de suprimento já que elas não requerem importações que caracterizam o suprimento de combustíveis fósseis.

Alguns países já têm-se destacado na utilização das "energias verdes" [12]. Os EUA, Austrália, Alemanha, Japão, Dinamarca e Holanda são exemplos de utilização das energias solar, eólica e biomassa, com incentivos governamentais, e grande adesão das empresas locais. A energia eólica destaca-se com o crescimento anual médio, na última década, de mais de 24%. Já a utilização das células fotovoltáicas[13] teve um crescimento médio, no mesmo período, em torno de 17% ao ano (FLAVIN,2000).

A Islândia já iniciou um projeto para estabelecer um sistema energético totalmente dependente da energia renovável, ao invés dos combustíveis fósseis. O objetivo é utilizar a energia geotérmica e a hidroenergia[14] como fontes principais de energia do país. O projeto já tem atraído empresas como a *Daimler Chrysler* e *Royal Dutch Shell* (DUNN,2000,p.96).

Foto 38 – Oxford Ecohouse (OEH), elevação sul. Projeto integra soluções passivas e proativas para o condicionamento da edificação: painéis fotovoltáicos, aquecedores solares, alta inércia, baixa energia embutida nos materiais construtivos. Todas estas soluções utilizadas na OEH estão servindo de base para pesquisas e metodologias para edificações mais sustentáveis. Foto extraída "Ecohouses as a Teaching and Learning Tool".

---

[11] *Segundo a IEA* – International Energy Agency, *O Consumo Mundial de Energia Primária por tipo de energia se divide em: 35,3% petróleo, 23,2% carvão, 21,1% gás natural, 9,5% biomassa tradicional, 6,5% nuclear, 2,2% hidro, 1,7% biomassa moderna e 0,5% renováveis novos (2,2% fontes novas de energia renovável). Dados referentes ao ano 1998, obtidos no site www.iea.org, em julho de 2002.*

[12] *"Energia Verde" tem sido um termo amplamente utilizado para designar energias renováveis e de baixo impacto ambiental.*

[13] *As células fotovoltáicas solares convertem a luz solar em eletricidade.*

[14] *A hidroenergia utiliza o hidrogênio para a produção de energia. Neste caso, o hidrogênio utilizado será proveniente da água do mar. A célula de combustível é um dispositivo eletroquímico que combina hidrogênio e oxigênio para produção de eletricidade e água.*

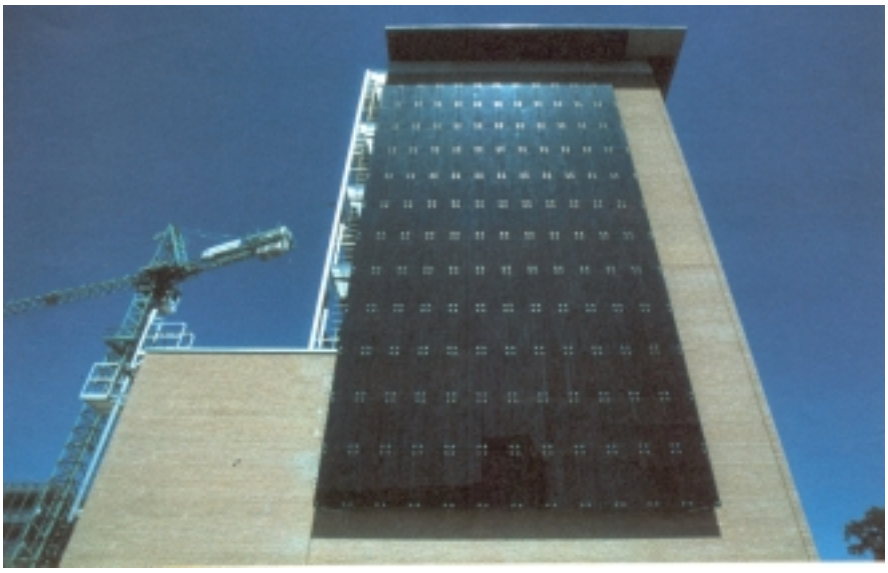


Foto 39 e 40 – UBS Bank na Suíça. Além dos aspectos de utilização da iluminação natural, o projeto utilizou grande parte das fachadas e cobertura para geração de energia com painéis fotovoltáicos. Na primeira foto uma fachada com os painéis, e na segunda, a cobertura com os painéis móveis que acompanham a trajetória do sol. Fotos extraída da "Sustainable Building" 04/ 2001. Nos últimos anos, com a necessidade de se incorporar elementos de menor impacto ambiental na arquitetura, a tecnologia tem se voltado para adaptar os materiais construtivos existentes para este fim. Revestimentos sofisticados, muitos até com células fotovoltáicas, têm sido desenvolvidos para os edifícios, além dos novos vidros e sistemas construtivos para construções de fachadas. É cada vez mais comum o desenvolvimento de materiais, que além do bom desempenho térmico também possuam um baixo consumo de energia embutida, e consequentemente um menor índice de impacto ambiental.

Foto 41 - Casa Solar Breisach, na Alemanha, do arquiteto Thomas Spiegelhalter. A energia solar como uma energia limpa, que gera um menos impacto ambiental, é cada vez mais utilizada pelos arquiteto. As questões relacionadas com a inserção destes painéis nas fachadas ainda é muito discutida pelos profissionais. Foto extraída da revista The Architectural Review, outubro 1996.

As principais limitações para a utilização das energias renováveis, além das econômicas, são institucionais e políticas[15]. A redução dos impostos, a criação de subsídios temporários, a retirada de subsídios ocultos para as fontes convencionais e o estabelecimento de metas de monitoração contínua nos países, seriam soluções de grande incentivo para a utilização destas energias (DUNN,2000,p.93).

Apesar da posição de destaque que o Brasil ocupa mundialmente na produção de energia[16], sérios problemas de abastecimento têm afetado o país. O crescimento superior do consumo em relação aos investimentos para produção e o predomínio da energia hidrelétrica são as principais causas (MME,2000).

Cerca de 89,9% da energia elétrica produzida no país provem das hidrelétricas, o que faz com que esta produção fique completamente vulnerável ao regime das águas, além de gerar grande impacto no meio em questão[17] (MME,2000). Nos últimos anos, com a escassez das chuvas em grande parte das represas do país, houve grande ameaça de colapso no abastecimento, sendo necessária a implantação de sistemas de rodízios, cotas de consumo e aumento de tarifas.

O Brasil tem mostrado grandes avanços na utilização das energias renováveis. O programa de biomassa, especialmente com a expansão do uso do etanol proveniente da cana-de-açúcar como alternativa ao uso da gasolina, já é forte indicador de que é possível estabelecer estratégias para atingir um futuro mais sustentável na área de energia (REVISTA BRASILEIRA DE BIOENERGIA,2002). A utilização da energia eólica no nordeste do país também é um exemplo significativo.

Neste ano de 2002, foi aprovada a lei nº. 10.430, introduzindo o PROINFA – Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, que deverá ser um instrumento eficaz de incentivo de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis (REVISTA BRASILEIRA DE BIOENERGIA,2002).

O Brasil não possui nenhum instrumento legal de controle de desempenho termo-energético das edificações, tanto nos âmbitos nacional, estadual e municipal. Os esforços do governo têm se vol-

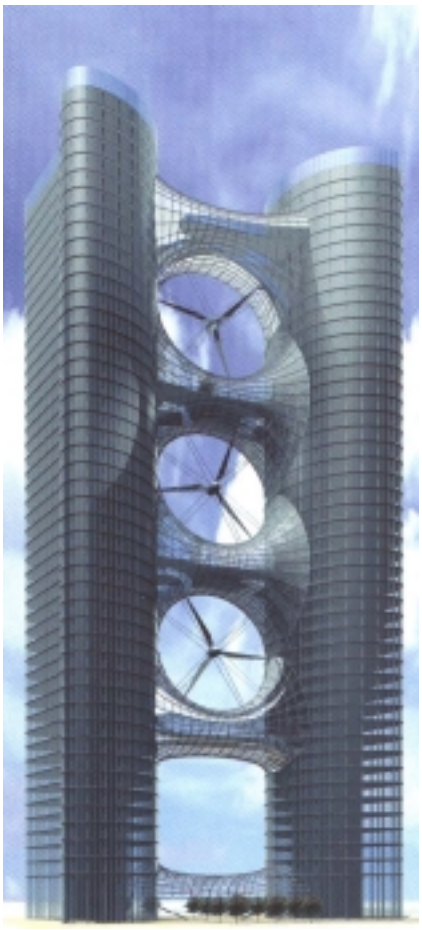


Foto 42 – Projeto WEB do BDSP Partnership. A utilização do potencial de geração de energia eólica foi explorada neste projeto, desenvolvido para torres muito altas. A forma do edifício proporciona maior eficiência para a maioria dos países europeus que possuem em média a velocidade dos ventos entre 2 a 5m/s.

[15] O desenvolvimento do processo de armazenagem (baterias, supercondutores, ultracapacitores) das energias renováveis também são um entrave para a proliferação de seu uso.

[16] Segundo a IEA , o Brasil ocupa o 10^0 lugar na produção mundial de eletricidade e 3^0 em hidroeletricidade.

[17] Ao contrário do cenário mundial, o Brasil, apresenta uma matriz energética baseada na hidroeletricidade, que é considerado um recurso renovável. Segundo o BEN, cerca de 36% da energia consumida no Brasil provém de hidrelétricas, 32% do petróleo, 24% da biomassa (sendo 9% referentes ao Programa do Álcool), 2,5% do gás natural e 0,5% de nuclear e outras (www.mme.gov.br/ben).

tado para o aumento da produção. O PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – está direcionado à redução das perdas nas concessionárias, racionalização do uso da energia elétrica e eficiência energética dos aparelhos elétricos (ROMERO *et al*, 2002).

Com relação ao projeto do edifício, há uma série de aspectos a serem abordados para elaboração de propostas com menor impacto ambiental. Neste contexto, a conservação de energia, envolvendo os aspectos de demanda e fornecimento com o mínimo impacto possível são pontos de extrema importância. Além da energia, existem outros fatores determinantes no processo decisório de projeto, que incluem características da indústria e da cultura local, o comportamento e a interação do usuário do edifício (BODE,2002).

Segundo o engenheiro Klaus Bode, até 30% de redução no consumo médio de energia em uma edificação podem ser alcançados com algumas mudanças nos equipamentos, poucas mudanças no espaço físico, e um baixo investimento financeiro comparado aos benefícios resultantes destas ações. Caso a meta desejada seja superior a 30%, a intervenção também começa a ser cultural e ocupacional, onde os usuários passam a ser requisitados a interagir de maneira bastante efetiva. Neste âmbito, para atingir este desempenho também passa ser essencial a incorporação de tecnologias de geração de energia renovável (BODE,2002).

Os aspectos relacionados com a energia embutida nos materiais construtivos utilizados em uma edificação, bem como a eficiência na utilização da matéria prima proveniente da localidade da construção, práticas de restauro, reciclagem e reutilização serão abordados na parte relacionada aos materiais construtivos.

3.4 Experiências para uma Arquitetura de Menor Impacto

Várias instituições, organizações, centros de pesquisa e escritórios de arquitetura vêm se organizando com o objetivo de implantar referenciais mais sustentáveis. Diretrizes de projeto, listagens de materiais construtivos com menor impacto ambiental, softwares que auxiliam os profissionais em escolhas mais sustentáveis, classificação de projetos ambientalmente corretos, selos verdes, entre outros, são algumas destas ações. Com o objetivo de traçar um panorama mundial, foram selecionadas algumas destas principais entidades e seus principais esforços e, apesar dos avanços, ainda é possível observar que estas ações se encontram em fase de discussão e em muitos casos em processo inicial de implantação, refletindo o estágio em que se encontram as pesquisas relacionadas com a sustentabilidade na arquitetura.

Todo este panorama ilustra não só a amplitude e complexidade do tema, mas também, o longo caminho que ainda deve ser percorrido para reverter o quadro de devastação que a arquitetura contribuiu para implantar no planeta.

■ *Instituições de destaque*[18]

Atualmente o interesse por uma arquitetura mais sustentável cresce rapidamente por todo o mundo. Eventos, agendas e acordos proliferam em velocidade assombrosa, com oúnico objetivo de diminuir os impactos advindos da arquitetura. Neste contexto, algumas instituições se destacam nas ações para a implantação de uma arquitetura mais sustentável. A seguir, serão mostradas algumas das principais instituições que têm atuado globalmente com este objetivo :

CIB

O *International Council for Building Research and Inovation*, abrange mais de 100 grupos de trabalhos relacionados com a edificação.

O ***CIB*** estabeleceu a Edificação Sustentável como o principal aspecto a ser trabalhado, sendo responsável pela publicação da *Agenda 21 para a Construção Sustentável*, que já se encontra traduzida em muitos países, inclusive no Brasil. O grande esforço consiste agora em "traduzir" esta Agenda para a realidade dos países, saindo do papel, e passando a ações efetivas rumo a bases mais sustentáveis.

O ***PeBBu*** – *Performance Based Building* (www.cibworld.nl / www.pebbu.nl) – é um projeto coordenado pelo CIB, com o objetivo de avaliar a performance de edificações com princípios de sustentabilidade. Como principais membros destacam-se, Alemanha, França, Noruega, Portugal, Grécia, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos, entre outros.

O ***CIB*** também tem trabalhado junto com a ***ONU*** (UNEP-IETC – *United Nations Environmental Programme/ International Environmental Technology Center*) na elaboração de ações para edificações sustentáveis para países em desenvolvimento. No final de setembro de 2002, estas duas instituições publicaram no *Sustainable Building 2002*[19] , realizado em Oslo, Noruega, a ***"Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries"*** (CIB/UNEP-IETC,2002).

---

[18] *Todas as informações aqui apresentadas foram obtidas na internet e na revista Sustainable Building (exemplares de 2001 e 2002).*

CRISP

Construction Research and Innovation Strategy Panel (www.crisp.cstb.fr) é um amplo projeto com o objetivo de identificar indicadores de sustentabilidade relacionados com a cidade e com a edificação.

O projeto é coordenado pelo ***CSTB*** – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* da França e pelo ***VTT*** – *Building and Transport* da Finlândia. Também conta com amplo apoio do ***BRE*** – *Building Research Establishment* – Inglaterra, ***US Green Building Council***, dos Estados Unidos e ***iiSBE/GBC*** (Green Building Challenge).

Atualmente o projeto tem todos os membros da comunidade européia além dos Estados Unidos como participantes ativos.

EDA

European Demolition Association (www.eda-demolition.com) é uma organização que se preocupa com a utilização racional e sustentável dos materiais construtivos após a demolição da edificação. Também promove apoio técnico para a reciclagem dos materiais construtivos. Atualmente tem focado suas pesquisas no ciclo de vida da edificação e dos materiais construtivos utilizados.

Países membros da comunidade Européia participam da EDA.

EICP

Environmental Information on Construction Products (www.eicp.org/ www.cibworld.nl), fundada por iniciativa da ISO, está trabalhando com o objetivo de desenvolver métodos eficientes de análise e avaliação de materiais construtivos com menor impacto ambiental.

Atualmente fazem parte os seguintes países: Reino Unido, Holanda, França , Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia e Alemanha. Este grupo tem trabalhado conjuntamente com ***CIB*** e ***RILEM***.

ICLEI

International Council for Local Environmental Iniciatives (www.iclei.org) tem atuado globalmente com o objetivo de criar ações cumulativas rumo a um futuro mais sustentável. Além das

---

[19] Esta Conferência, realizada bienalmente, tem o principal objetivo de canalizar todas as mudanças que estão sendo propostas quanto a sustentabilidade na arquitetura. Desde a primeira conferência, realizada em outubro de 2000 em Maastricht , na Holanda, também tem avaliado os testes realizados por todos os países participantes do GBC. Desde 1996, o GBC vem realizando testes para avaliação do software GBtool. Antes destas duas convenções do GBC, houve duas que se chamaram GBC 1996 e 1998 (Sustainable Building 01/2002,p.10).

diretrizes e apoio técnico, promove encontros para troca de experi6encias entre os seus participantes. Possui mais de 400 membros, entre cidades e países, entre eles: União Européia, Nigéria, Austrália, Zimbábue, Japão, Chile, Angra dos Reis[20] , Betim, Curitiba, Coréia, Polônia, Nepal, México, Betim, Porto Alegre, Rio de Janeiro, África do Sul, entre outros.

IEA

O *International Energy Agency* – (www.iea.org), inicialmente tinha o foco de seus trabalhos em eficiência energética e energias renováveis. Porém, nos últimos anos, o desenvolvimento dos projetos gerou o interesse e a necessidade de abordar aspectos de sustentabilidade na edificação. Desta forma o IEA implantou uma força trabalho que vem atuando conjuntamente com o iiSBE com o objetivo de concretizar a rede internacional de edificações sustentáveis.

O *Future Buildings Forum Think* – ***FSF*** – (www.ecbs.org) também é uma iniciativa do ***IEA*** com o objetivo de implantar ações e identificar prioridades de pesquisa para obtenção de edificações mais sustentáveis tendo foco em : energia, economia, meio ambiente, tecnologia.

Como exemplo de atuação destacam-se as pesquisas em tecnologia na climatização das edificações (ventilação, aquecimento, refrigeração) bem como seus impactos; utilização e suprimento de energia nas edificações, estudos de possibilidades de revestimentos de fachadas para geração de energia e utilização da água da chuva e reaproveitamento das águas cinzas. Também oferece suporte para implantação de “cidades solares”, que utilizam basicamente a energia solar para suas atividades e necessidades básicas.

IHDP

O *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change* (www.ihdp.org), atua internacionalmente nas áreas de mudança climática, transformação industrial, uso da terra, mudança climática associada aos sistemas de produção de alimentos, redução global da emissão de carbono e água, cuja atuação tem como base o enfoque aos aspectos humanos, abordando várias áreas da sustentabilidade. Com participantes em grande parte do mundo, promove encontros, debates, além de proporcionar suporte aos novos programas a serem implantados nos países membros.

Destacam-se como países participantes: Alemanha, Canadá, Estados Unidos da América, Holanda, Bélgica, Reino Unido, África do Sul, Noruega, Suíça, Chile, China, Índia, Austrália, França e Brasil.

[20] O Brasil não participa como país, mas sim com algumas cidades.

iiSBE

The International Initiative for Sustainable Building Environment, é uma das principais entidades envolvidas na organização da rede mundial de esforços para a arquitetura sustentável, atuando na promoção de adoção de políticas, métodos e ferramentas que acelerem uma sustentabilidade global na arquitetura. Atualmente a sua principal atividade tem sido: mapear todas as atividades que estão sendo desenvolvidas, estabelecer uma rede de informações mais eficiente; aumentar a atuação da organização entre as instituições ainda não participantes; dar suporte às atividades não desenvolvidas pelos participantes; desenvolver um grande portal na web com informações, projetos em andamento e resultados alcançados, efetivando a rede de informações. (www.iiSBE.org)

O ***iiSBE*** está coordenando o ***GBC – Green Building Challenge*** em um Consórcio Internacional de desenvolvimento e teste de um novo sistema de avaliação da performance Ambiental das edificações. Atualmente esta rede possui 20 países participantes, incluindo o Brasil. Esta pesquisa procura diferenciar-se dos sistemas de avaliação de performance ambiental já existentes, pelo fato de ser mais flexível na definição de diferentes prioridades, como tecnologias, tradições construtivas ou valores culturais dos diferentes países (GOMES,2000).

PRESCO - Practical Recommendations for Sustainable Construction (www.presco.net%20) é projeto em andamento, que está preparando uma grande lista mundial com medidas para avaliação de edificações mais Sustentáveis, avaliando todos os projetos envolvidos na rede do ***iiSBE***, e tendo como base as diretrizes já propostas e avaliadas na Alemanha. Participam nesta etapa; Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Reino Unido, Suíça, Suécia, Espanha, Portugal, Noruega e Holanda.

Atualmente o ***iiSBE*** está desenvolvendo o ***Sustainable Building Information System – SBIS*** – com o objetivo de auxiliar na obtenção de dados relacionados com a sustentabilidade da edificação, projetos, pesquisas em andamento, banco de dados. Esta preocupação para execução deste site reflete a infinidade de informações que atualmente estão disponíveis. O ***SBIS*** foi oficializado no *SB2002* (Sustainable Building 2002) realizado em Oslo. Maiores informações podem ser checadas nos sites: www.iisbe.org e www.sbo2.com.

ISCOWA

The *International Society for Environmental and Technical Implications of Construction Alternative* (www.iscowa.org), é uma entidade Internacional que pesquisa a utilização de materiais construtivos não convencionais nas edificações, provenientes de perdas (resíduos) e/ou reciclagem de edificações.

Como principais participantes destacam-se: Holanda, Itália, Estados Unidos, Paquistão, Espanha, Reino Unido, Argentina, Dinamarca, Noruega, Finlândia, Japão, Brasil[21], Nigéria, França, Irã, Bélgica entre outros.

RILEM

International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (www.rilem.org), é uma rede de profissionais altamente especializados em materiais construtivos e estruturas, visando menor impacto ambiental e maior sustentabilidade.

Fazem parte desta organização a Argentina, Bélgica, China, Japão, França, reino Unido, Israel, Espanha, Estados Unidos, Brasil[22], Finlândia, Suíça, Holanda, França, Alemanha entre outros.

OECD

Organization for Economic Co-Operation and Development (www.oecd.org), desenvolveu nos últimos 5 anos, um programa para análise de políticas para implantação de edificações sustentáveis, em uma primeira etapa nos países membros. Nesta fase estão sendo colhidos os resultados, dificuldades e expectativas frente a implantação de políticas de edificações mais sustentáveis. Em uma segunda etapa, ainda não implantada, será avaliado: a redução na emissão de CO^2, minimização das perdas e manutenção da qualidade interna do ar nas edificações.

Todo este trabalho está sendo desenvolvido com o apoio da rede internacional do iiSBE. Até o momento, ainda não há a participação de países da América Latina.

UIA

A *Union of International Associations (*www.uia.org), possui três grupos que trabalham para a implantação de diretrizes de maior sustentabilidade na edificação, em diversos países. Estes grupos são: Arquitetura para o Futuro, Arquitetura , Energia e Meio Ambiente e A estrada após o Rio.

Aspectos como educação, planejamento urbano, processo de projeto, sustentabilidade social e da edificação, são trabalhados para serem incorporados na edificação. Uma listagem de diretrizes está sendo trabalhada com o objetivo de auxiliar os profissionais.

---

[21] Participa com a pesquisa que vem sendo realizada na POLI/USP de reciclagem de resíduos da construção civil. Para maiores detalhes consultar o site www.recycle.pcc.usp.br.

[22] A POLI/USP também participa desta organização.

Junto a estas grandes organizações, existem outras menores que também estão desenvolvendo projetos em assuntos mais concentrados. A seguir, serão citadas as mais significativas.

SUREURO

Sustainable Refurbishment Europe (www.sureuro.com) é um programa de vários países da Europa que tem como objetivo avaliar a possibilidade de reutilização de edifícios antigos, restaurados e adaptados para moradia, sendo base para avaliação de diretrizes de edificações sustentáveis.

Atualmente participam: Dinamarca, França, Suécia, Finlândia, Holanda e Reino Unido, com vários projetos implantados e em fase de avaliação.

Esta grande rede mundial de organizações, que se preocupa não só com os aspectos relacionados com as edificações, com a cidade, com o transporte, mas também com os aspectos sociais e culturais envolvidos, é reflexo da preocupação e necessidade mundial de mudança na sociedade como um todo. Também reflete a dificuldade de implantar novas bases para a obtenção de uma arquitetura com menor impacto ambiental e mais sustentável.

Neste contexto também é importante destacar algumas entidades que, apesar de começarem atuando apenas nos seus países, possuem extrema importância. Além do tempo de atuação, com grande número de resultados práticos, elas também são elementos chaves no processo de formação desta rede mundial em direção a um futuro e uma arquitetura mais sustentável.

O Reino Unido, a França e os Estados Unidos, são os países que merecem este destaque.

O ***BRE*** – *Building Research Establisment (*www.bre.com.uk), do Reino Unido, é sem dúvida um dos principais órgãos de pesquisa de edificações de baixo impacto ambiental e sustentável existentes na atualidade. Há mais de uma década vem implantando e utilizando o mais conhecido sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental, o ***BREEAM*** - *Building Research Establisment Environmental Assessment Method* (GOMES,2000). Atualmente este sistema vem sendo utilizado, em versões adaptadas em vários países, sendo base para o ***GBC.*** Este sistema de avaliação será analisado no decorrer deste capitulo.

O ***HQE***[23] – *Haute Qualité Environmentale (High Environmental Quality of Buildings)* na França, também é referência nas pesquisas relacionadas com menor impacto ambiental e sustentabilidade da

[23] *Na França, os termos "Green Buildings" ou "Sustainable Buildings" não são utilizados, sendo o termo "HQE Buildings" adotado para referir-se aos edifícios que procuram um menor impacto ambiental e maior qualidade ambiental (SB 2001, p.29).*

edificação (www.assohqe.org). Com vários projetos executados dentro de suas diretrizes, esta Associação passou a ser referência para várias instituições da atualidade (DEGANI & CARDOSO,2002).

Os Estados Unidos é sem dúvida um dos países de maior destaque quanto a implantação de medidas visando menor impacto e maior sustentabilidade na arquitetura. Em um contexto de "infinitas" entidades, organizações, associações, algumas se destacam: o ***EPA*** *– Environmental Protection Agency*, ***DOE*** *– US. Department of Energy*, ***USGBC*** *– US Green Building Council*, ***AIA COTE*** *– American Institute of Architects Committee on the Environment*, ***NREL*** *– National Renewable Energy Laboratory* e ***RMI*** *- Rocky Mountain Institute*[24] .

Com a implantação de programas de cooperação nacionais e internacionais, programas educacionais, apoio às empresas particulares, sistemas de avaliação de classificação de projetos e edificações já existentes quanto ao grau de sustentabilidade, utilização de novas tecnologias, energias renováveis, programas de apoio à reciclagem e reutilização, entre muitas outras ações, fazem com que as edificações de baixo impacto estejam realmente sendo implantadas neste país, com o acompanhamento de uma sociedade cada vez mais consciente.

O **USGBC** tem tido grande destaque internacionalmente na elaboração de extensas listagens de materiais construtivos de baixo impacto ambiental, manuais de orientação aos profissionais da área e aos usuários das edificações, orientação para um consumo mais consciente, entre muitas outras ações. Destacam-se *o Green Building Resource Guide* (www.greenguide.com), o Greenbuilder (www.greenbuilder.com) e o OIKOS Green Building Source (www.oikos.com).

O ***LEED™*** *- Leadership in Energy and Environmental Design* é o projeto de maior destaque do USGBC. O sistema de certificação de projetos ambientalmente corretos já está sendo amplamente utilizado, sendo base para vários sistemas de análise que estão sendo desenvolvidos no mundo (www.leadbuilding.org ; www.usgbc.org/leed).

Além destas organizações, existe uma infinidade de *ONGs* que possuem projetos com base de diretrizes de sustentabilidade, destacando-se o *Greenpeace* e *Gaia*, que trabalham não só com a implantação de comunidades sustentáveis, mas também com apoio técnico para outras instituições.

---

[24] Ver os sites, respectivamente: www.epa.gov; www.doe.gov; www.usgbc.org; www.aia.org e www.rmi.org

■ *Softwares existentes*

Neste universo de organizações e instituições, muitos softwares foram desenvolvidos com o objetivo de nortear o profissional para decisões mais conscientes e de menor impacto ambiental. A procura de bases mais sustentáveis ainda é uma incógnita na arquitetura, e muito ainda deve ser feito e pesquisado.

São aqui mostrados, alguns dos principais softwares que estão sendo utilizados ou desenvolvidos atualmente para avaliação do desempenho ambiental das edificações[25] . Estas avaliações consideram a edificação como um todo, abrangendo todas as etapas do ciclo de vida , ou em etapas parciais, como escolha de materiais, etapa construtiva, consumo energético, reciclagem de materiais, entre outros.

A abrangência e complexidade do tema têm refletido na dificuldade não só de estabelecer parâmetros de análise, bem como de adaptar as soluções encontradas para todos os locais. Aspectos econômicos, sociais, culturais, e até tecnológicos, cruzam-se em um quebra cabeça difícil de resolver.

Uma tendência mundial para execução destas análises é o sistema de pontuação. Os softwares mais utilizados geram pontuações que podem ser numéricas ou até mesmo qualitativas, a partir de um *checklist*. Grande parte das pesquisas atuais tem se concentrado em estabelecer os critérios e parâmetros para a elaboração desta listagem. O ***LEED™***, e ***BREEAM*** e o sistema Holandês[26] são exemplos amplamente utilizados e divulgados , exemplificando muito bem esta tendência (DEGANI & CARDOSO,2002).

A seguir, os softwares de maior destaque:

GBTool – está sendo desenvolvido pelo ***GBC*** – *Green Building Challenge*, com o objetivo de estabelecer um método de avaliação da performance ambiental em todo o ciclo de vida da edificação. O sistema de pontuação criado procura avaliar aspectos qualitativos e quantitativos relacionados à edificação, além de estabelecer uma

---

[25] Dentro da infinidade de softwares existentes, foram selecionados os que procuram trazer uma visão do desempenho ambiental global da edificação, ou seja, vários fatores ambientais são considerados. Estas avaliações, na maioria dos casos, abordam os aspectos de consumo de água, energia, matéria-prima, e características dos materiais construtivos, sendo mesmo assim parciais. Mesmo que incompletas, sem considerarem os aspectos sociais e culturais envolvidos, trazem uma visão mais global do que os softwares que avaliam separadamente consumo de energia, desempenho térmico, iluminação, etc. Estes não foram citados aqui na tese.

[26] O Sistema Holandês de pontuação, foi criado em Rotterdam. Para obtenção do software, consultar o site www.duurzaam-bouwen-scoort.rotterdam.nl/ para download.

importância relativa das diferentes categorias de impactos. Os principais países participantes são, por ordem de adesão ao Consórcio mundial: Áustria, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Holanda, Noruega, Polônia, Suécia, Suíça, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Japão, Austrália, Chile, China, África do Sul , Espanha, Argentina, Brasil, Grécia, Israel e Itália. O software está em fase de teste.

BREEAM™ – Building Research Establishiment Environmental Assessment Method (1990) – (<products.bre.co.uk/breeam) é o software mais conhecido e utilizado atualmente com objetivo de uma análise ambiental mais detalhada. Foi desenvolvido pelo **BRE** – *Building Research Establishment* (www.bre.co.uk). Atualmente é utilizado em cerca de 30% dos estabelecimentos comerciais no Reino Unido. Já existe uma versão do BREEAM adaptada para o Canadá. Além disso, toda a sua metodologia esta sendo base para o desenvolvimento do GBtool.

BEPAC – Building Environmental Performance Assessment Criteria (1993) – foi desenvolvido pelo Canadá, tendo como base o BREEAM. Possui um esquema de certificação ambiental mais complexo e abrangente que o software de origem. Todo este detalhamento visa a ampliação desta metodologia em outros sistemas de análise.

LEED™ – Leadership in Energy and Environmental Design - *Green Building Rating System*, foi desenvolvido pelos Estados Unidos (1996) com o objetivo de promover uma standartização na análise da performance ambiental de edifícios não residenciais. Também possui base de desenvolvimento do BREEAM. Sua estrutura porém é muito mais simples, e fácil de ser utilizada, sendo até muitas vezes criticado por isto. Com ampla utilização nos Estados Unidos, está atualmente também sendo utilizado pelo ***GBC*** – *Green Building Council*, para elaboração do ***GBtool***, com grande suporte dos órgãos governamentais norte americanos. Muitos outros sistemas, inspirados no ***LEED™***, estão em desenvolvimento em outros países, como Noruega, Suécia, Finlândia, China (HK- BEAM), Nova Zelândia (BRANZ) entre outros. Atualmente está sendo elaborada uma versão para ser utilizada em edifícios residenciais e institucionais com múltiplos pavimentos (versão 3.0).

Programas baseados no LCA – Life Cycle Assessment – O ciclo de análise de vida ambiental está sendo base para muitos softwares que avaliam principalmente o desempenho ambiental dos materiais construtivos. (esta análise será mais detalhada no capítulo dos materiais construtivos). Dentre muitos podemos citar: ***BEES*** (*Building for Environment and Economic Sustainability*); ***ECO QUANTUM*** desenvolvido na Holanda; ***ECO-PRO***, na Alemanha, ***EQUER***, na França e ***ATHENA*** no Canadá.

■ ***Análise dos trabalhos em que a pesquisa se fundamentou***

O principal critério de escolha destes trabalhos significativos que embasaram a proposta contida nesta pesquisa foi o tempo de utilização no mercado, resultados encontrados, bem como a sua repercussão. Desta forma são detalhados os sistemas de análise e certificação ambiental do ***BREEAM™, LEED™*** e ***HQE***, criados no Reino Unido, Estados Unidos e França respectivamente.

Também se julgou de extrema importância relatar a experiência significativa de escritórios de arquitetura que estão passando pelo processo de implantar a utilização destas diretrizes, sendo eles: ***HO+K*** (Hellmuth, Obata + Kassabaum) , ***Nicholas Grimshaw & Partners*** e ***Arup***.

A existência de muitos projetos em andamento, da constante reavaliação das propostas, além de uma rede de informação entre muitos países, faz com que as questões relacionadas com a Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental esteja se consolidando.

Apesar destes exemplos, é muito importante observar que a maioria dos grandes escritórios de arquitetura e engenharia, principalmente os europeus e norte americanos, vêm desenvolvendo o seu próprio método de análise e avaliação de desempenho ambiental somente para uso interno, não divulgando, na maioria dos casos, seus resultados, dificuldades e expectativas. Este fato, além de refletir a importância das questões ambientais relacionadas à arquitetura, dificulta um diagnóstico real de como estas questões estão sendo avaliadas.

Estas experiências, porém, não podem ser aplicadas à nossa realidade, sendo somente ponto de partida para as nossas proposições.

O ***BREEAM™*** é um dos sistemas de avaliação e classificação de desempenho ambiental mais conhecidos (GOMES,2000). Elaborado por pesquisadores do ***BRE*** e do setor privado, é verificado através de pontuação, obtida por um *checklist*, os mínimos[27] itens necessários para a avaliação do desempenho ambiental. Estes números são ponderados, chegando-se a um único índice – ***EPI*** – *Environmental Performance Index*, podendo-se obter a certificação a partir de um ***EPI*** mínimo, e ainda, obter a classificação de *bom, muito bom* e *excelente*[28] .

---

[27] Os "mínimos" itens a serem avaliados é que geram todas as discussões em torno da validade ou não de determinado sistema de avaliação de desempenho ambiental. Todas as instituições, organizações, empresas, órgãos governamentais, etc., tentam entrar em um consenso do que realmente venha a ser este "mínimo".

[28] Cada crédito equivale a 2 pontos sendo possível a máxima pontuação de 188 pontos: 68 pontos recebe a certificação.

No início, o ***BREEAM***^{TM} avaliava somente edifícios comerciais, mas com o aumento da demanda pelo setor residencial, industrial e institucional, houve o desenvolvimento de sistemas de análises para estas tipologias. As edificações são chamadas de "*Ecohomes*" (www.bre.co.uk/breeam).

Além dos 09 itens que a seguir serão listados, existem informações gerais básicas que devem constar nesta análise: Além dos dados cadastrais (endereço, função da edificação, proprietários, construtores, área, etc.), deve constar todos os detalhes construtivos, incluindo materiais, detalhamento das fachadas (tipo de vidro, isolação), todo o projeto detalhado de iluminação natural e artificial, sistemas utilizados para refrigeração, ventilação e aquecimento, descrição do sistema utilizado para aquecimento de água, além da previsão do consumo total de energia da edificação, para avaliar as emissões de CO_2. Os itens avaliados são:

CATEGORIA	*NÚMERO DE CRÉDITOS DISPONÍVEIS*	*FATOR DE PESO*
Gerenciamento	10	15
Conforto Ambiental e Saúde do Usuário	16	15
Consumo Energia	17	25
Transporte	13	
Consumo Água	6	5
Materiais	11	10
Uso do Solo	2	25
Meio Ambiente	8	
Poluição	10	15

Tabela 1: Estrutura do Sistema de Análise – pontuação e pesos (BREEAM 2002).

Outro sistema de avaliação ambiental significativo utilizado para esta análise foi o ***LEED***^{TM} – ***Leadership in Energy and Environmental Design***, desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council*, com o objetivo inicial de promover uma standartização na análise da performance ambiental dos novos edifícios comerciais.

Este sistema de avaliação obteve grande aceitação inicialmente nos Estados Unidos, também sendo readaptado e utilizado atualmente por outros países, como: Canadá, Noruega, Finlândia, Suécia, China e Nova Zelândia. O Canadá, juntamente com algumas cidades dos Estados Unidos têm trabalhado nesta adaptação não somente para edifícios comerciais,mas também, para uso residencial, e em edificações já existentes (LARSSON,2001,p.18).

O ***LEED***^{TM} trabalha com seis grandes grupos de análise, subdivididos em 62 itens de avaliação. Estes itens estão distribuídos em forma de *checklist*, auxiliando a avaliação do profissional. Alguns destes itens são considerados obrigatórios, sendo pré-requisitos destes grandes grupos :

1. Sustentabilidade da área (08 itens avaliados).

2. Eficiência na utilização da água (03 itens avaliados).

3. Energia e Poluição (03 pré-requisitos e 06 itens avaliados).

4. Materiais Construtivos e suas fontes (01 pré-requisito e 07 itens avaliados).

5. Qualidade Ambiental interna (02 pré-requisitos e 08 itens avaliados).

6. Inovação no processo de projeto (2 itens avaliados).

A partir da avaliação destes itens há uma classificação da edificação, podendo esta receber a certificação (com no mínimo 26 pontos) e ainda receber as qualificações de prata, ouro ou platina[29].

Atualmente o ***LEED™*** encontra-se em sua segunda versão. A principal crítica dos usuários e pesquisadores que utilizam o sistema de avaliação reside na dificuldade de preparação de toda documentação para obtenção da certificação. Estas "falhas", serão revisadas na terceira versão, que está sendo esperada para o primeiro semestre de 2003. Além disso, as instituições que estão pesquisando métodos de avaliação e certificação ambiental, julgam a sistemática do ***LEED™*** muito simples e superficial (LARSSON,2001,p.20).

O escritório de arquitetura ***HO+K - Hellmuth, Obata + Kassabaum*** – tem tido grande destaque na aplicação do ***LEED™*** . Recebeu a premiação "*Designing a Sustainable and a Secure World*" do *Global Green USA*, no ano de 1999 (MENDLER,2000). Dentro dos seis grandes grupos determinados pelo ***LEED™*** , o escritório possui como principais metas:

- escolha de empreendimentos que promovam o bem estar da sociedade, sem causar impactos ao meio ambiente em questão;

- uso de materiais apropriados, da localidade e com baixo índice de energia embutida;

- elaboração de projetos flexíveis aumentando a vida útil da edificação;

- eficiência energética;

- conforto térmico;

---

[29] Com a pontuação de 26-32 pontos a edificação recebe apenas a certificação, de 33-38 pontos a classificação de prata, 39-51 de ouro e de 52-69 o máximo de pontuação, a classificação de platina (USGBC, 2001).

- redução dos impactos ambientais a partir da eficiência energética;

- proteção das fontes de água, conservação e possibilidade de reuso;

- qualidade do ambiente interno e saúde do usuário;

- planejamento da reciclagem em todas as etapas do ciclo de vida da edificação (construção, uso, demolição).

O ***HQE*** *– Haute Qualité Environmentale (High Environmental Quality of Buildings),* também tem tido grande destaque, não só pelo número de projetos realizados, mas também por ser referência para muitos sistemas de análise que estão sendo desenvolvidos na atualidade (SUSTAINABLE BUILDING, 04/2001,p.28).

Esta associação é formada por um conjunto de entidades e agentes: administração pública direta, ministérios, instituições de pesquisa, fornecedores de materiais, produtos e serviços, num total de 40 representações francesas.

A base das edificações com qualidade ambiental encontra-se nos 14 itens :

- Eco-construção

1. Relação harmoniosa com o entorno, com o mínimo de impacto na vizinhança.
2. Integração do sistema construtivo com os materiais construtivos utilizados.
3. Baixo Impacto no terreno e entorno.

- Eco-gestão

4. Eficiência Energética.
5. Gerenciamento do consumo de água.
6. Gerenciamento dos rejeitos.
7. Gerenciamento da limpeza e da manutenção.

- Conforto

8. Conforto térmico.
9. Conforto Acústico.
10. Conforto Visual.
11. Conforto olfativo.

- Saúde

12. Qualidade sanitária do ambiente interno.
13. Qualidade do ar.
14. Qualidade da água.

Apesar de amplamente utilizada, as diretrizes do ***HQE*** ainda estão em processo de operacionalização para a certificação ambiental.

O escritório ***Nicholas Grimshaw & Partners*** tem tido grande destaque na incorporação e avaliação de variáveis ambientais em suas edificações. Foi o primeiro escritório no mundo a receber a certificação ISO 14000 em seus projetos, no segundo semestre de 2000[30]. Desde então, as metas de desempenho ambiental são incorporadas em todos os projetos.

O sistema de avaliação de desempenho ambiental consiste em uma tabela, que divide as ações a serem implantadas nos projetos, em 04 grandes grupos: ***dark green*** (execelente desempenho), ***mid green*** (ótimo desempenho), ***light green*** (bom desempenho) e ***red*** (péssimo desempenho)[31]. As ações avaliadas dividem-se em:

1. Humano (conforto térmico, acústico, luminoso, qualidade interna do ambiente).

2. Fauna / Flora / Recursos Naturais.

3. Água.

4. Ar e Atmosfera:

- fatores climáticos;
- energia embutida nos materiais construtivos;
- transporte;
- energia utilizada na edificação;
- racionalização na utilização da energia;
- utilização da energia limpa.

5. Uso do solo / Impacto.

6. Comunidade Local.

7. Aspectos Culturais.

Em todas as fases são avaliados estes 07 itens, sendo sempre recusado e refeito os que obtiverem classificação ***red***.

O ***Arup***, escritório de consultoria em engenharia, de grande destaque na Europa, também tem desenvolvido um método para avaliação do desempenho ambiental das edificações. Possui mais de trinta subescritórios, em áreas diferentes, destacando-se : Acústica, Economia e Planejamento, Energia, Geotermia, Água, Comunicação, Meio Ambiente e Desempenho Ambiental, Pesquisas, Transporte, entre outros.

---

[30] Ver nos anexos a documentação.

[31] Ver tabela das ações detalhadas por subgrupos de análise – anexos.

O ***SpeAR™*** – *Sustainable Project Appraisal Routine* – é o software desenvolvido pelo *Arup* para a avaliação do desempenho ambiental. As quatro variáveis – ***economia, meio ambiente, sociedade*** e ***recursos naturais*** combinam-se, com o mesmo peso, identificando, em todas as fases do projeto, os aspectos positivos e os pontos críticos que devem ser revistos e aprimorados.

O item ***recursos naturais*** (minerais, água, energia, uso do solo, reutilização de matéria-prima) referem-se à utilização destes de forma a proporcionar menor impacto; já os itens relacionados com o ***meio ambiente*** (transporte, edificações, ecologia, água, uso do solo, qualidade) referem-se ao impacto do projeto no entorno.

O fato das quatro variáveis possuírem o mesmo peso na análise do desempenho e impacto ambiental, bem como alguns itens se repetirem nesta análise, como por exemplo a água e o uso do solo, é criticado por alguns especialistas da área.

■ *O Brasil*

Apesar de "tímidos", alguns exemplos pontuais são observados no nosso país e merecem destaque.

O agravamento das questões energéticas e a escassez de água em grande parte dos centros urbanos têm contribuído para as discussões quanto ao impacto das construções e das edificações nas nossas cidades.

As principais iniciativas rumo a uma arquitetura com menor impacto ambiental são encontradas junto às universidades e institutos de pesquisa. Grande parte destas pesquisas são voltadas ao aproveitamento de resíduos da construção civil[32], melhoria de qualidade dos produtos, reciclagem de resíduos, aumento da durabilidade, consumo de água[33] e de energia[34] (DEGANI & CARDOSO,2002).

O projeto que vem sendo implantado na cidade de Nova Hartz, RS, pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possui como meta a construção de 49 casas no primeiro ano, tendo como principais diretrizes: uso de fontes

32 "Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras" é o título de uma das maiores pesquisas nacionais, realizadas por 16 universidades, incluindo a USP, com o objetivo de dar maior aproveitamento nos resíduos da construção civil. A pesquisa envolveu cerca de 80 canteiros, 52 empresas, 128 pesquisadores, resultando 1632 indicadores de perda para 19 materiais construtivos envolvidos na pesquisa. Consultar o site www.pcc.usp.br/pesquisa/perdas para maiores detalhes. Também sobre reciclagem ver www.reciclagem.pcc.usp.br.

33 Ver www.sabesp.com.br/pura ; www.pura.poli.usp.br.

34 Ver www.eletrobras.gov.br/procel/; www.labee.ufsc.br .

renováveis de energia, gerenciamento das águas cinzas e negras, utilização de biodigestores, utilização de materiais construtivos com menor impacto ambiental, produção local da alimentação, privilégio de áreas de circulação para pedestre, pavimentação permeável , entre outros (ELECS2001; SB 02/2002).

Atualmente vem sendo desenvolvido pela UNICAMP, o software ***BRAiE***, possuindo como base o LEED e BREEAM, que é voltado à elaboração de metodologia para avaliação dos impactos ambientais gerados por edifícios comerciais (DEGANI & CARDOSO,2002).

Curitiba é exemplo de cidade onde foram implantados conceitos de sustentabilidade. Com projetos implantados na área de transporte, que tiveram continuidade desde a década de 70 tendo continuidade até os dias atuais, com a reciclagem de 70% do seu lixo e implantação de parques em programa para proteção das nascentes, a cidade vem sendo citada como exemplo não só no Brasil, mas no mundo (UNILIVRE1997; ROGERS,1998, YEANG,1999).

Os habitantes de Curitiba têm orgulho de sua cidade e até exigem a continuidade de medidas adotadas nas sucessões administrativas. No conjunto destas medidas implantadas sempre se teve o cuidado de preservar aspectos de tradição e cultura, procurando manter a identidade cultural da população.

A cidade de Curitiba possui mais do dobro de área verde por habitantes recomendada pela ONU. Em abril de 2000, foi a sede da quarta ECOCITY realizada no mundo, com participante de instituições, universidades e organizações voltadas para a pesquisa da sustentabilidade em todo o mundo. Foi a cidade escolhida no Brasil justamente por ser cidade modelo e possuir muitos exemplos bem sucedidos nos aspectos ambientais e culturais (UNILIVRE,1997).

O investimento na identidade visual e cultural da cidade, com criação de parques, ruas da cidadania, bibliotecas públicas, também tem sido de grande importância na identificação dos cidadãos de Curitiba com a cidade. A rua 24 horas, e a Ópera de Arame são exemplos desta política adotada.

Mesmo não existindo muitos exemplos de uma “arquitetura sustentável”, até pela novidade do tema, muitos pesquisadores e arquitetos têm apontado, como exemplo, a arquitetura Bioclimática, que foi para muitos, a expressão da terceira geração da arquitetura moderna Brasileira (LEE,1998,p.114).

Esta fase destacou-se pela retomada de aspectos culturais locais. A questão ambiental decorrente da crise de energia também trouxe a necessidade de se retomarem os sistemas construtivos tradicionais.

Foto 43 – Poste propaganda reciclagem de papel. Por toda a cidade, as pessoas observam este poste, que possui informações de quantas árvores foram salvas para a quantidade de papel reciclada. Este número sempre está mudando. A propaganda ainda possui a frase "se todas as cidades do Brasil seguissem este exemplo....". Foto autora.

Foto 44 – Sistema de transporte em Curitiba. As plataformas de ônibus, e a integração dos sistemas locais com os municípios vizinhos, trouxeram uma eficiência e rapidez que é motivo de exemplo em todo o mundo. Foto autora.

Foto 45 – Unilivre. A Universidade Livre do Meio Ambiente tornou-se símbolo da cidade pelas lutas ambientais. Toda construída em toras de eucalipto, em uma antiga pedreira, a universidade promove cursos, palestras, seminários durante todo o ano. Foto autora.

"Pode-se afirmar que q tentativa de fundir os conceitos da modernidade com a tradição local, incorporando ao repertório moderno e utilização de técnicas construtivas e materiais tradicionais, foi uma preocupação que esteve presente ao longo desenvolvimento da arquitetura contemporânea brasileira."(LEE,1998,p.116)

Severiano Mário Porto e José Zanine Caldas possuem trabalhos de destaque na atenção à pesquisa de materiais novos e tradicionais, uso racional de materiais locais, técnicas construtivas, utilização da madeira, sempre respeitando como premissa básica a necessidade e a disponibilidade local (LEE,1998).

Foto 46 – Pousada Ilha Silves. Vista geral.

Foto 47 – Pousada Ilha Silves. Detalhe interior. Uso de muita madeira, material local abundante, iluminação natural, pé direito alto, muitas aberturas para a ventilação, são algumas das características das obras de Severiano Mário Porto.

4 Sustentabilidade e os Materiais Construtivos

4.1 A importância da Escolha Correta dos Materiais Construtivos

A escolha consciente dos materiais construtivos é um dos principais pontos de partida para uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental (YEANG,1999, p.89).

As edificações exercem diversos impactos no meio ambiente durante todas as suas fases do seu ciclo de vida (ROAF, 2001). Apesar destes impactos aparecerem nas etapas da construção, utilização e demolição do edifício é na de projeto que se consegue um maior êxito na redução dos impactos ambiental e humano, ocorrendo o mesmo processo na escolha dos materiais construtivos (LARSSON, 2001, p.19; ANINK *et al*,1994).

A decisão consciente do profissional, não só quanto ao sistema construtivo, considerando a otimização, racionalização e modulação deste sistema, mas também o material construtivo utilizado, considerando a distância para seu transporte até a obra, o desempenho térmico, acústico, o custo, a facilidade de operação e de manutenção, o tipo de mão de obra empregada, faz com que o projeto seja mais integrado ao local em que está implantado, com menos impacto ao meio ambiente e à comunidade em questão (KRONKA, 1998).

Atualmente, devido ao rápido ritmo de mudanças empreendidas na nossa sociedade, criou-se a necessidade de construir os edifícios para serem facilmente readaptáveis, com necessidade de flexibilidade no projeto. O profissional deve se adaptar tanto à necessidade de restauro como de revitalização das edificações:

> *"Um edifício comercial hoje, pode vir a ser um escritório em 5 anos e talvez uma universidade em 10 anos...." (ROGERS, 1998, p.74)*

O aspecto econômico atualmente é o que mais tem pesado na escolha de materiais similares ou designados para a mesma função. Estes aspectos porém só avaliam as etapas de produção e transporte não considerando os aspectos sociais e do meio ambiente (YEANG, 1999, p. 45).

Uma análise mais detalhada de todo o ciclo de vida dos materiais construtivos, desde a extração da matéria prima para a sua produção, sua utilização no processo de construção, até a fase de demolição da edificação (ou reciclagem respectiva) em que este foi utilizado, proporciona uma visão mais completa de como ocorre o processo e quais são as variáveis nele envolvidas. Os custos dos materiais construtivos são pagos não somente pelo cliente direto, mas também pelos usuários e pelo meio ambiente (RATHMANN,1999).

Foto 48 e 49 – Fachadas de uma residência no subúrbio de Londres. A utilização de materiais "não convencionais" reaproveitados, como sacos de areia, plásticos, restos de madeiras, chamam a atenção para a possibilidade de reciclagem dos materiais. Fotos cedidas pela Arq. Joana Carla S. Gonçalvez.

Foto 50 - Interior da residência.

O fato da edificação ter uma via útil finita é absolutamente esquecido pelos profissionais da área. A idéia de que o edifício será demolido não é bem vista pelos profissionais, existindo um grande preconceito quanto a este aspecto (AGNELLO,1997; ANINK *et al*,1994). O profissional deve sempre considerar que os materiais utilizados em uma edificação poderão ser reutilizados ou readaptados (COOK, 2001).

Ao desconsiderar esta possibilidade, descarta-se toda a cadeia de impactos – extração, produção, transporte - envolvida na produção daquele material que não foi reaproveitado:

> *"A dependência entre a edificação e o Ambiente Natural inclui a obvia implantação da edificação em questão, a energia utilizada para a sua construção e sua utilização, as emissões causadas pelo consumo de energia na vida útil, e a conseqüência das atividades humanas no meio ambiente em questão.... Em uma analise mais ampla, os impactos da construção não estão relacionados somente com as conseqüências imediatas, mas sim, com todas as inter-relações que derivam da sua utilização, reutilização e eventual reciclagem." (YEANG, 1999, p. 133)*

Além dos aspectos econômicos e estéticos existentes na escolha de determinado material construtivo, critérios ambientais devem ser avaliados e utilizados no processo de escolha:

- O potencial de reciclagem ou reuso do material construtivo.
- O impacto ambiental embutido, nos processos de extração, transporte, utilização , e demolição.
- A energia embutida.
- A toxidade do material para o Homem e o Meio Ambiente.

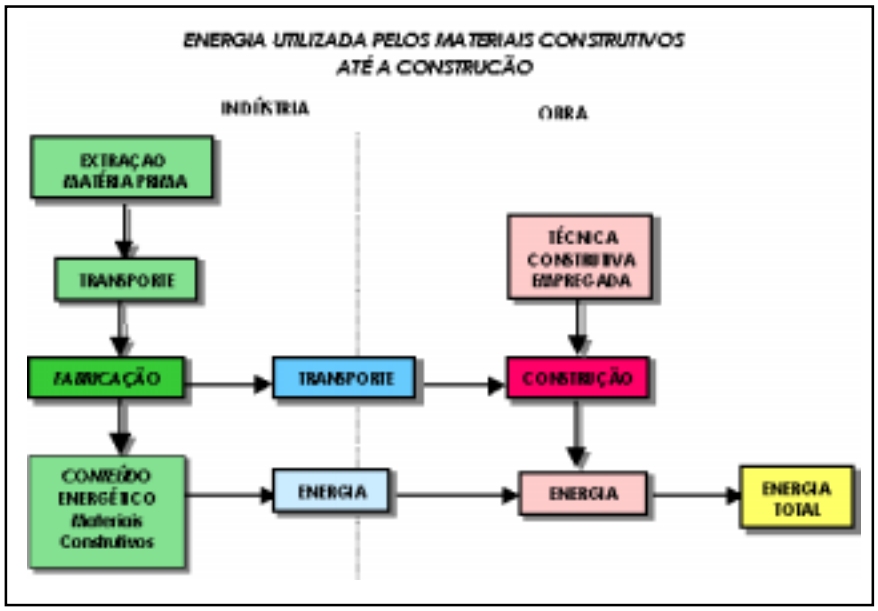
Foto 51 – UBS Bank. A sede do novo banco foi reconstruída com cerca de 90% dos materiais reutilizados e reaproveitados da antiga sede (Sustainable Building 04/2001).

Foto 52 – Restaurante "As véia". Localizado no Velhão, depósito de materiais de demolição, o restaurante, construído em um Galpão reaproveitado, é um exemplo pitoresco de reutilização e reaproveitamento de edifícios e materiais construtivos. O restaurante localiza-se na Serra da Cantareira, São Paulo.

Atualmente, para a maioria dos pesquisadores, considera-se que deve ser dada prioridade para *o potencial de reutilização* do material construtivo em questão e não para o baixo índice de energia embutida como muitos consideravam. Quanto maior a possibilidade de reutilização do material, menor é o componente de energia embutida. A utilização de materiais reaproveitados traz uma economia de mais de 50% da energia embutida em uma construção (YEANG, 1999, p. 139).

Segundo Kean Yeang, a energia embutida[1] nos materiais construtivos representa cerca de 35% de toda a energia utilizada em uma edificação, admitindo-se uma vida útil de 60 anos para a edificação. Os outros 65% referem-se à energia consumida na vida útil da edificação – utilização e manutenção. Este número também reforça a importância que deve ser dada a arquitetura passiva, onde a determinação da iluminação natural, orientação das fachadas, ventilação, brises, são de extrema importância em uma avaliação final (YEANG, 1999, p. 141).

[1] *Ver no glossário definição de energia embutida*



Fluxograma: Energia Utilizada pelos Materiais Construtivos até a Construção (elaboração própria).

Segundo Jeffrey Cook, o transporte do material construtivo é o item que possui o maior peso na avaliação da energia embutida em determinado material, o que justifica a preferência para materiais provenientes de locais próximos à construção (COOK, 2001, p.41).

Este exemplo pode ser aplicado numa reavaliação da dissertação de mestrado, que precedeu esta pesquisa, junto ao IEE[2], onde foram comparados dois sistemas construtivos sobre os aspectos de energia embutida nos materiais construtivos utilizados. Nesta comparação, a energia embutida foi subdividida em dois itens: o transporte e os materiais construtivos. No caso do sistema construtivo em madeira de reflorestamento – *eucaliptus grandis* – o item transporte foi o que mais pesou, com quase 43% de todo o consumo de energia embutida (KRONKA (2), 2000).

A madeira utilizada nos prédios foi trazida do Mato Grosso, percorrendo mais de 800 Km. Atualmente, com a possibilidade de aquisição desta madeira no próprio estado de São Paulo, far-se-ia com que houvesse uma redução de cerca de 55% no consumo referente ao transporte deste material. Este fato reflete não só reduções no custo da obra, mas principalmente em reduções nos impactos embutidos (KRONKA,1998).

Ronald Rovers observa que cerca de 25% da energia embutida nos materiais pode ser economizada caso seja dada preferência para utilização de materiais locais. Este número representa cerca de 2,5% de toda energia gasta no ciclo de vida de uma edificação (ROVERS, 2001, p. 30).

[2] *"Impacto e Consumo Energético Embutido em materiais de construção - técnicas construtivas".*

Fotos 53 e 54 - Prédios do IEE/USP – *Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo*. Na primeira foto o prédio dos pesquisadores, objeto de pesquisa de mestrado que precedeu esta pesquisa. Estes prédios incorporaram elementos de uma arquitetura sustentável, não só na escolha de um material construtivo de grande disponibilidade, baixo custo, com baixo componente de energia embutida, além de ser elemento de resgate de CO2, mas também com modulação e racionalização do sistema construtivo, que foi uma adaptação do sistema norte americano, *platform construction*. Além disso todo o projeto foi pensado para a incorporação de técnicas passivas de condicionamento térmico (melhor orientação em função da insolação, iluminação natural, ventilação). Na foto seguinte, o prédio do CEMBIO.

4.2 Os Materiais Construtivos

A escolha correta dos materiais construtivos é de extrema importância na garantia de aspectos ambientalmente corretos em uma edificação (LAWSON,1996).

Serão analisados três grandes grupos de materiais construtivos sobre aspectos ambientais relevantes no processo de sua escolha. Os materiais construtivos foram divididos em: *materiais orgânicos, materiais cerâmicos e materiais metálicos*. E os aspectos ambientais a serem analisados serão: disponibilidade de matéria prima, impacto ambiental na sua extração, energia embutida, durabilidade, manutenção, potencial de reutilização e de reciclabilidade (KIM & RIGDON,1999).

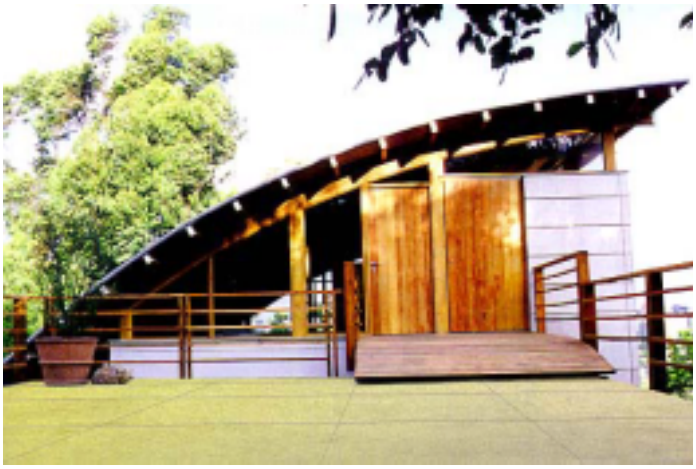
É importante observar que o principal objetivo desta análise é mostrar a existência de novas variáveis de caráter ambiental para os materiais construtivos. A divisão em grupos é ampla, não sendo objetivo do trabalho porém aprofundar esta classificação.

■ *Materiais Orgânicos*

Os materiais construtivos orgânicos são aqueles com base em carbono. Estando nesta classificação as madeiras, tanto serradas como com processamento industrial (aglomerados, compensados, laminados etc.) e os plásticos.

Madeira

A madeira serrada, proveniente de reflorestamento, é a que possui maiores vantagens ambientais, não só por ter uma alta eficiência quanto a energia embutida, mas também quanto aos aspectos de captura de CO2 existente na atmosfera. As madeiras industrializadas também possuem vantagens ambientais, por exemplo, são de maior aproveitamento, com menor quantidade de sobras na construção.



Fotos 55 e 56 – Casa em *Eucaliptus Grandis* – Prêmio da 4º Bienal de Arquitetura em São Paulo. Projeto Marcelo e Marta Aflalo A madeira de reflorestamento tem sido vista como uma alternativa de material construtivo de baixo impacto energético e ambiental, além de ser elemento de resgate de CO2 da atmosfera, reduzindo os danos do efeito estufa. Fotos extraída da revista FINESTRA, ano 05 nº20. Há uma relação bem clara entre o custo do material e a energia embutida no mesmo. A madeira é um dos materiais construtivos com menor impacto ambiental e menor índice de energia embutida.

No exemplo a seguir é mostrada a análise de aspectos ambientais levando em consideração os principais itens utilizados na nossa indústria. Para esta análise foram utilizadas as classificações: excelente, muito bom, bom , ruim e péssimo.

	NATIVA	REFLORESTAMENTO	COMPENSADO	AGLOMERADO	LAMINADOS
Disponibilidade de matéria prima	péssima	muito boa	muito boa	Excelente	excelente
Impacto ambiental na extração	ruim	muito boa	muito boa	Muito boa	muito boa
Eficiência na energia embutida	muito boa	muito boa	Ruim	Boa	boa
Durabilidade	boa	Boa	Boa	Boa	boa
Manutenção	ruim	Ruim	Ruim	Boa	boa
Reutilização	ruim	Ruim	Péssima	Boa	boa
Reciclabilidade	péssima	Péssima	Boa	Ruim	muito boa

Fonte: Building Material Energy and the Environment, Bill Lawson. Elaboração própria.

Tabela 01 Impacto Ambiental Madeira.

Plástico

Os plásticos são materiais com vasta aplicação nas construções: instalações elétricas, hidráulicas, elementos de isolação, portas, janelas, luminárias, etc. Por serem materiais de grande versatilidade, são utilizados em grande quantidade atualmente, tendo como principal crítica os seus aspectos tóxicos durante a produção e o alto consumo de energia no processo produtivo (LAWSON, 1996).

O petróleo, gás natural, carvão e vários aditivos são as principais matérias primas para a produção dos componentes plásticos. Os principais plásticos utilizados nas edificações são: poliestileno expandido, poliuretano, polivinil, nylon, acrílico e formaldeídos.

	PLÁSTICO
Disponibilidade de matéria prima	Boa
Impacto ambiental na extração	Péssimo
Eficiência na energia embutida	Ruim
Durabilidade	muito boa
Manutenção	muito boa
Reutilização	Péssima
Reciclabilidade	Boa

Fonte: Building Material Energy and the Environment, Bill Lawson. Elaboração própria.

Tabela 02 - Impacto Ambiental Plástico.

■ *Materiais Cerâmicos*

Os materiais cerâmicos são inorgânicos, e não metálicos. Têm como composição primária o concreto e produtos para alvenaria e o vidro. Os principais materiais construtivos cerâmicos são : tijolo de barro, pedras (pisos, fachadas), revestimento cerâmico (pisos, fachadas), cimento (todos os subprodutos) e o vidro.

	TIJOLO	PEDRAS	REVESTIMENTO CERÂMICO	CIMENTO	VIDROS
Disponibilidade de matéria prima	muito boa	boa	muito boa	muito boa	boa
Impacto ambiental na extração	excelente	péssimo	boa	muito boa	boa
Eficiência na energia embutida	boa	muito boa	boa	boa	boa
Durabilidade	boa	muito boa	excelente	excelente	excelente
Manutenção	boa	muito boa	excelente	excelente	muito boa
Reutilização	ruim	muito boa	péssima	excelente	boa
Reciclabilidade	excelente	boa	boa	ruim	muito boa

Fonte: Building Material Energy and the Environment, Bill Lawson. Elaboração própria.

Tabela 03 - Impacto Ambiental Cerâmicos.

■ ***Materiais Metálicos***

Os materiais metálicos passaram a ter maior peso na arquitetura com a Revolução Industrial, que fez com que materiais como o ferro e aço passassem a ser produzidos em larga escala. Normalmente, os materiais ferrosos são utilizados em peças estruturais e os não ferrosos como elemento de fechamento e ligação entre outros materiais construtivos. Entre todos os materiais são os que possuem o maior grau de energia embutida (LAWSON,1996) . Serão analisados quanto aos impactos ambientais os seguintes materiais: aço, alumínio, cobre, zinco e chumbo.

	AÇO	*ALUMÍNIO*	*COBRE*	*ZINCO E CHUMBO*
Disponibilidade de matéria prima	muito boa	muito boa	Ruim	péssimo
Impacto ambiental na extração	Ruim	Péssimo	Péssimo	ruim
Eficiência na energia embutida	Ruim	Péssimo	Ruim	péssimo
Durabilidade	muito boa	excelente	excelente	excelente
Manutenção	Ruim	muito boa	excelente	excelente
Reutilização	Ruim	ruim	Péssima	péssimo
Reciclabilidade	excelente	excelente	excelente	excelente

Fonte: Building Material Energy and the Environment, Bill Lawson. Elaboração própria.

Tabela 04 - Impacto Ambiental Metálicos.

Estas novas variáveis na escolha de materiais construtivos fazem parte de um processo muito mais amplo de mudança na maneira de projetar, construir, utilizar e demolir as edificações. Esta nova realidade, com a necessidade de incorporação de variáveis de baixo impacto ambiental e sustentabilidade tem tornado os projetos muito mais complexos , com mais variáveis, e com maior responsabilidade perante a sociedade.

4.3 Parâmetros de Análise dos Materiais Construtivos

A importância de utilização de variáveis ambientais para a escolha dos materiais construtivos é cada vez mais urgente e necessária (YEANG,1999). A seguir, é mostrado alguns parâmetros que podem ser utilizados pelos profissionais que tenham como objetivo incluir a variável ambiental nas suas decisões.

Dividindo o ciclo de vida do material construtivo em 3 fases: fabricação, utilização e pós-utilização, a *Universidade de Michigan* juntamente com o *National Pollution Prevention Center for Higher Education*, desenvolveu parâmetros de análise a serem aplicados nos materiais construtivos (KIM *et al*, 1999).

■ ***Fabricação***

Esta etapa engloba a extração da matéria prima, o transporte respectivo até o local de fabricação, a fabricação, a entrega do material na obra até a sua instalação (incluindo a maneira de seu transporte e embalagem).

Esta etapa é a que possui maiores possibilidades de impacto ao meio ambiente (YEANG,1999). Maneiras de extração da matéria prima, o processo de produção e a distância do local de produção até a obra sempre possuem algum fator de impacto ao meio ambiente.

A extração da matéria prima, seja de fontes renováveis ou não, tem trazido conseqüências desastrosas para o Meio Ambiente. Florestas nativas desapareceram, paisagens naturais foram completamente desfiguradas e espécies ameaçadas de extinção.

A extração de matéria prima de materiais metálicos e cerâmicos é particularmente problemática (KIM & RIGDON,1999). Existem em quantidades finitas, não sendo considerados materiais renováveis, são de grande consumo atualmente e o impacto causado para o volume de material extraído é muito grande. No caso dos metais, por exemplo, são necessárias grandes quantidades de pedra para pouco volume do minério, e em todo o processo produtivo há uma redução ainda maior do produto final ,além da produção de grande quantidade de dejetos tóxicos.

No caso da madeira, há grande diferença entre a utilização de madeiras nativas e as de reflorestamento. As madeiras nativas demoram muito tempo para poderem ser utilizadas (cerca de 40 anos), já as de reflorestamento têm um tempo menor para a sua utilização (cerca de 15 a 20 anos), em nosso país (KRONKA,1998). Quanto aos aspectos ambientais, a utilização de madeiras mais jovens, no caso as de reflorestamento, possuem o aspecto positivo de funcionarem como fonte de resgate de CO2. O material construtivo só passa a ser considerado renovável e sustentável, quando a sua produção acompanha (ou até excede) as necessidades de consumo do meio (COOK,2001).

As conseqüências ambientais mais evidentes neste processo são: a extinção de espécies animais e vegetais, erosão, poluição da água e do ar.

Os parâmetros sugeridos para avaliação de aspectos ambientais e de sustentabilidade incorporados no processo de fabricação dos materiais construtivos são os seguintes:

Redução das Perdas

Esta característica indica além de processos de manufatura mais eficientes, redução dos dejetos que são grande foco de agressões ao meio ambiente. Em muitos casos estes “restos” da produção podem ser reciclados ou até mesmo reaproveitados em novo processo produtivo.

Prevenção da Poluição

Este aspecto indica a existência de um processo de manufatura com redução da poluição do ar, da água e do solo. Esta etapa pode ser, por exemplo, a reciclagem da água do processo de produção. Estas medidas acabam refletindo na poluição gerada na obra. Este parâmetro também deve ser avaliado nas embalagens dos materiais construtivos.

Componentes Recicláveis

Este fator tem sido visto atualmente em produtos de consumo. A utilização de materiais construtivos com estas características, ou seja, que possam ser parcial ou totalmente reutilizados reduz a quantidade de entulho na construção bem como a necessidade de exploração de fontes naturais.

Redução da Energia Embutida

Esta característica indica a utilização de processos de manufatura com economia de energia. Sempre que possível deve-se optar pela utilização de materiais com baixo índice de energia embutida.

Materiais Naturais

Materiais com baixa energia embutida e menor toxidade, com menor processamento industrial e menor impacto ao meio ambiente. Quando materiais construtivos com esta característica são utilizados, os edifícios tornam-se mais sustentáveis. A madeira e o adobe são exemplo de materiais com estas características.

Embalagem

A utilização de embalagens com componentes recicláveis, ou até a sua não utilização, é fator importante a ser observado na utilização de determinados materiais. Na maioria dos casos, grande quantidade de entulho e lixo é gerada pelo excesso de embalagens.

■ ***Utilização***

Esta etapa refere-se à utilização do material construtivo, e a vida útil da edificação. Inicia-se com a construção e também considera as etapas de manutenção.

Na etapa de construção é importante a escolha de materiais que gerem poucas perdas ou que estas possam ser recicladas ou reutilizadas (KIM & RIGDON,1999).

Nas etapas de uso e manutenção deve-se ter atenção especial para o grau de toxidade dos materiais escolhidos e exposição deles aos usuários da edificação.

Os parâmetros sugeridos para avaliação de aspectos ambientais e de sustentabilidade incorporados no processo de utilização dos materiais construtivos são os seguintes:

Eficiência Energética

Este parâmetro mede a redução de energia trazida para a obra na execução da edificação, ou seja, a energia que deve ser trazida para a obra no processo de construção, bem como a sua capacidade térmica, evitando a utilização desnecessária de equipamentos de aquecimento e de refrigeração do edifício em questão, materiais que proporcionem maior luminosidade e aproveitamento da iluminação natural.

Conservação / Tratamento de Água

Este parâmetro avalia a quantidade de água que esta sendo reaproveitada dentro do próprio edifício ou através da diminuição do consumo, com auxílio dos materiais construtivos específicos (torneiras automáticas, vasos sanitários à vácuo, dois tipos de encanamento para água, reaproveitamento da água da chuva etc.), ou através da reciclagem da água utilizada dentro do próprio edifício, diminuindo o volume de água a ser tratado pelos órgãos públicos.

Materiais Construtivos com baixo grau de toxicidade

Este parâmetro mede a possibilidade de exposição aos trabalhadores na etapa construtiva, bem como aos usuários da edificação, ou seja, a qualidade do ambiente interno a materiais que possam de alguma forma interferir na sua saúde e no seu bem estar. Este aspecto é de extrema importância na caracterização dos aspectos ambientais e sustentáveis do material construtivo em questão.

Sistemas com energias renováveis

Indica a utilização de formas de energias alternativas, pré-existentes no terreno onde a edificação foi implantada, com energia solar, eólica, geotérmica, tirando a dependência das formas tradicionais de energia para aquecimento, refrigeração e iluminação.

Vida útil do material

Indica materiais que precisam de menor manutenção e reposição quando comparado a outros com a mesma finalidade. Proporcionam menor gasto na manutenção do edifício, além de gerarem menor consumo de matéria prima na produção de materiais de reposição.

Redução das perdas

Nesta etapa também as perdas de materiais construtivos devem ser

reduzidas. A escolha de um sistema construtivo racional, com modulação adequada, e otimização de todo o processo construtivo, com redução das perdas dos materiais construtivos utilizados são importantes fatores a serem considerados.

■ ***Pós Utilização***

Esta etapa tem sido a mais esquecida pelos profissionais da área. O fato de a vida útil da edificação ser finita faz com que a utilização de materiais construtivos com baixo impacto ambiental deva ser analisada e considerada (COOK,2001;YEANG,1999;RATHMANN,1999).

Os parâmetros sugeridos para avaliação de aspectos ambientais e de sustentabilidade incorporados no processo de pós-utilização dos materiais construtivos são os seguintes:

Biodegrabilidade

Mede a capacidade de reabsorção e de decomposição dos componentes de determinado material pela natureza. Na maioria das vezes os materiais orgânicos têm um alto grau de biodegrabilidade, devendo ser observada, porém, a possibilidade de sua decomposição em materiais tóxicos , sozinho ou quando associado a outros.

Reciclabilidade

Este indicador avalia a capacidade de utilização do material em componentes de outros materiais. O vidro, por exemplo pode ser reciclado, mas devido à dificuldade de sua separação é dificilmente reciclado; já o ferro é um dos materiais construtivos mais reciclados, principalmente devido a facilidade na sua separação.

Reutilização

Mede na realidade a vida útil do material em questão. Determinado material pode ainda ser utilizado mesmo após o fim da vida da edificação em que foi colocado inicialmente. Janelas, portas, tijolos, encanamentos são exemplos de materiais que podem ser reutilizados.

O primeiro passo para utilização destes parâmetros seria a aplicação de questionários nas indústrias para traçar um perfil da produção de materiais de construção em nosso país, avaliando até em que ponto há uma preocupação com aspectos ambientais na produção destes.

4.4 Análise de Desempenho Ambiental e Eonômico dos Materiais Construtivos - O Software BEES 2.0

Atualmente, uma das maiores dificuldades dos profissionais da área, que já utilizam em seus projetos conceitos de arquitetura de baixo impacto ambiental e sustentabilidade, é conseguir medir os aspectos das vantagens de escolhas ambientalmente favoráveis.

O grande desafio porém, é conseguir realizar uma escolha em que haja um balanço entre as variáveis ambientais e econômicas (LIPPIAT, 2000).

O ***NIST*** *-National Institute of Standards and Technology/Green Building Program*, começou a desenvolver em 1995 o projeto do ***BEES -Building for Environmental and Economic Sustainability***. O objetivo do ***BEES*** é desenvolver e implementar uma metodologia sistemática para a seleção de materiais construtivos e produtos utilizados na edificação que possua um balanço apropriado entre o desempenho ***econômico*** e ***ambiental***. Atualmente o ***BEES*** está disponível na sua terceira versão (novembro de 2002) para o desempenho ambiental e econômico de 48 produtos/ materiais construtivos. O objetivo é conseguir , a longo prazo, minimizar ao máximo as contribuições das edificações para os problemas ambientais; a um custo mínimo (KRONKA (1),2000).

O software, além das variáveis econômicas, baseou-se no ciclo de vida ambiental dos materiais em questão. Esta análise foi efetuada tendo como parâmetro a ISO 14000. Nela procurou-se verificar todas as etapas de produção dos materiais construtivos: desde a extração da matéria prima, transporte até a indústria, processamento, transporte até a obra, construção, demolição, possibilidade de reutilização. Em todas estas etapas foram observados os aspectos que contribuíssem para o aquecimento global, chuva ácida, erosão , poluição do solo, qualidade interna do ambiente construído, lixo gerado etc.

Apesar de ser um software voltado para a realidade norte americana, podem-se extrair elementos para serem aplicados em critérios de escolhas e indicadores de materiais construtivos sustentáveis de acordo com a nossa realidade.

A seleção de materiais de construção e componentes do edifício que sejam ***"ambientalmente corretos"*** é uma das maneiras de melhorar o desempenho ambiental de um edifício. Os aspectos econômicos acabam sendo a principal barreira encontrada na escolha de materiais construtivos ambientalmente corretos. É necessário que os profissionais da área encontrem maneiras de desenvolver e selecionar produtos com o atrativo ambiental e desempenho econômico balanceados (LIPPIAT & NORRIS,1997).

■ *Método do BEES 2.0*

O método do BEES baseia-se principalmente na análise do ciclo de vida, tanto ambiental como econômico de determinado produto desde a sua produção (extração da matéria prima, industrialização, transporte), a sua utilização, até a sua destruição (ou possibilidade de reciclagem, ou reutilização, danos ao meio ambiente, custos etc.).

É importante salientar que um baixo custo inicial não significa baixo custo durante todo o ciclo de vida. Um baixo Impacto Ambiental , durante o estágio de produção de determinado produto, não garante necessariamente bom desempenho Ambiental durante todo o ciclo de vida (LIPPIAT,1997).

A análise de todo o ciclo de vida de determinado produto proporciona maior compreensão, além de análise das questões ambientais e econômicas mais exata e consciente.

Apesar de o desempenho ambiental não ser medido em uma escala monetária, pode ser quantificado através do desenvolvimento do método multidisciplinar conhecido como "***Taxação do Ciclo de Vida Ambiental***" ***LCA*** (Lyfe-Cycle Assesssment).

O método do BEES mede o desempenho Ambiental utilizando o LCA, baseado na séria ISO 14040. Já o desempenho econômico baseou-se na ASTM (E 917) através do "***Custo do Ciclo de Vida***" - **LCC** (Standard Life-Cycle Approach). Estes dois desempenhos, o ambiental e econômico, são agrupados e analisados conjuntamente com base no ***ASTM*** - ***Multi Atribute Decision Analisys***.

■ *Os Impactos Ambientais considerados no BEES 2.0*

O BEES 2.0 baseou-se na análise desenvolvida pela *Society for Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC), para a classificação dos impactos ambientais dos materiais construtivos, que se dividem em duas etapas:

- Classificação dos elementos que contribuem para determinado impacto. Por exemplo, no efeito estufa, os gases dióxido de Carbono, metano, óxido de Nitrogênio são classificados como gases que contribuem para o aquecimento global.

- Caracterização do potencial de contribuição de cada elemento classificado por impacto. O resultado é uma série de índices com a sua relativa contribuição por impacto.

A partir destes dados chegou-se aos 06 Impactos Ambientais considerados no BEES 2.0: Potencial de Aquecimento Global, Acidificação, Potencial de Nutrificação, Destruição das Reservas Naturais, Perdas Sólidas e Qualidade do Ambiente Interno.

1. Potencial de Aquecimento Global – A Terra absorve a radiação do Sol, principalmente em sua superfície. Esta energia é redistribuída pela atmosfera e oceano e radiada de volta para o espaço. O aquecimento global tem ocorrido porque parte desta radiação térmica tem sido absorvida pelos gases que "causam" este efeito : dióxido de carbono, metano, os clorofluocarbonetos e o ozônio. Este fenômeno é natural, mas tem-se intensificado com as atividades do homem podendo comprometer todo o clima do planeta, trazendo conseqüências desastrosas, como mudanças das correntes marítimas, do ar, do descongelamento de áreas nos pólos, da elevação do nível dos oceanos, etc.

2. Acidificação - Na maioria das vezes os componentes da acidificação encontram-se no estado gasoso, dissolvendo-se na água ou fixando-se em partículas sólidas. Atingem o ecossistema através da chuva e áreas úmidas. A Acidificação afeta as árvores, os edifícios, animais e os seres humanos. Os dois principais componentes são os óxidos sulfúricos e componentes do nitrogênio. As principais fontes são os combustíveis fósseis e combustão da biomassa.

3. Potencial de Nutrificação – É o processo de adição de nutrientes minerais, na maioria das vezes nitrogênio e fosfatos, ao solo e à água, causando danos à diversidade do meio ambiente e acelerando o crescimento de algas, com morte de peixes e diminuição da quantidade de oxigênio.

4. Destruição das Reservas Naturais – Este item mede a diminuição do potencial das reservas naturais. Este impacto mede somente o esgotamento das reservas; os impactos advindo da exploração dos materiais são medidos em outros itens, como por exemplo o aquecimento global. Este item é essencial como base para o debate da sustentabilidade. Este item gerou imensa tabela, com as principais matérias primas utilizadas (petróleo, gás natural, carvão, bauxita, cadmum, cobre, ferro , manganês, mercúrio, ur6anio, ouro, níquel, prata, fosfatos, etc.), tendo como base dados do *World Energy Council* (1995) e *US Bureau of Mines* (1996). Como resultado final dos dados, a partir da reserva chegou-se a "anos para o consumo", ou seja , por quanto tempo ainda se pode consumir determinado material sem que este se esgote.

5. Perdas Sólidas – Este item mede os materiais "perdidos" na construção de uma edificação, ou seja, que precisam ser repostos e não são recicláveis. Ainda não foram desenvolvidos indicadores para considerar a possibilidade de incineração destes materiais não recicláveis. Os índices foram desenvolvidos para os seguintes produtos: todos os produtos de concreto, painéis de madeira compensada ou aglomerada, tijolos cerâmicos, manta acrílica para isolação das paredes, shingles de manta asfáltica e de cimento, pisos cerâmicos, carpetes, tábuas de madeira (lista para os materiais construtivos típicos dos EUA).

6. Qualidade do ambiente interno – Apesar de existir alguma equivalência com a emissão de gases poluentes, no ambiente interno, os gases possuem um componente orgânico volátil (VOC), e podem comprometer a qualidade do ambiente interno. Os dados para composição final deste item foram medidos em três laboratórios norte americanos a partir dos materiais construtivos listados no BEES, obtendo-se uma média final. Os materiais cerâmicos, por exemplo são inertes não emitindo nenhum VOCs, já no caso dos carpetes, mantas de isolação interna já existe algum componente VOCs.

O peso dado a estes impactos podem ser definidos pelo profissional, sendo iguais ou não.

Estes impactos podem ser avaliados em gráficos separadamente, ou agrupados, conforme o usuário ache mais conveniente.

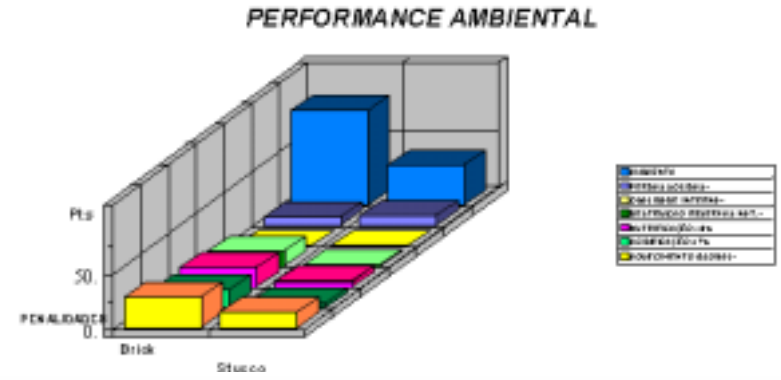


Gráfico 02 – Performance Ambiental

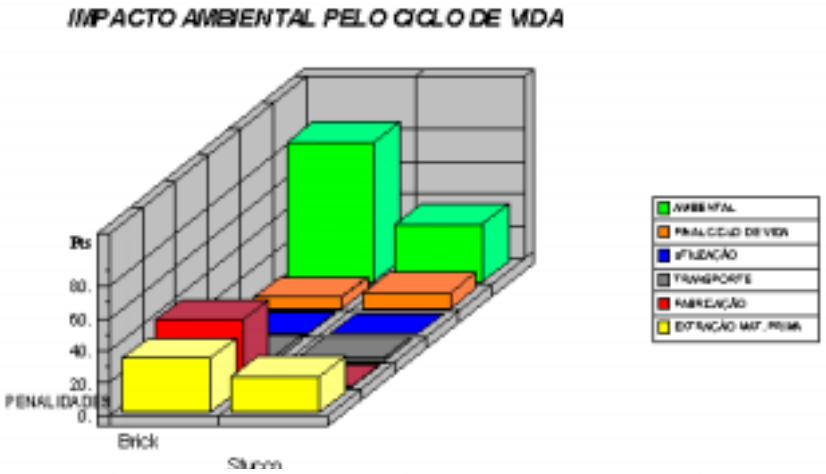


Gráfico 03 – Impacto Ambiental pelo Ciclo de Vida

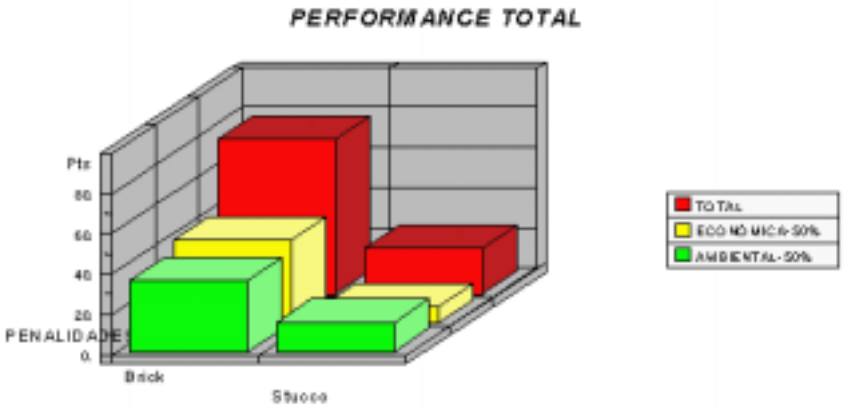


Gráfico 03 – Performance Total.

4.5 Algumas considerações sobre a necessidade de uma Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental (ABIHA)

Atualmente a arquitetura é uma das grandes responsáveis pelos impactos gerados no Meio Ambiente. Esgotamento das matérias primas, da energia, da água, geração de poluição, são alguns dos exemplos destes impactos.

A grande concentração do uso de matéria prima e energia, o aparecimento dos aglomerados urbanos, a urbanização, e a extrema dificuldade em manter um balanço entre o uso dos recursos naturais e a capacidade dos processos básicos, marcou o início da degradação do meio ambiente e deterioração das fontes de matéria prima. As atividades do Homem, ao longo da Historia, se desenvolveram sem observar a necessidade deste equilíbrio, culminando no contexto atual de degradação do meio ambiente.

Os processos básicos do homem ainda ocorrem de maneira linear, não devolvendo à natureza os subprodutos envolvidos, ou seja, admite-se que os recursos naturais sejam infinitos. Este padrão deve ser convertido para processos cíclicos, onde todos os "dejetos" ou subprodutos destes processos básicos retornem ao meio ambiente. O atual padrão adotado nos processos básicos do homem é chamado de degenerativo, e o padrão cíclico, que é extremamente mais complexo que o linear, é chamado de regenerativo.

A mudança de um processo linear para um processo cíclico deve ter como base: o uso mínimo de combustíveis fósseis, uso mínimo de recursos não renováveis, uso dos recursos renováveis na medida em que possam ser repostos e a produção de rejeitos de maneira que possam ser assimilados pela natureza, reciclados ou reaproveitados.

Admite-se a existência de "*níveis de sustentabilidade*" sendo, em uma primeira etapa, abordado somente os aspectos relacionadas à edificação, em seguida a edificação e o entorno e finalmente os aspectos relacionados à incorporação de novos valores na sociedade, ou seja, uma fase em que mudanças estruturais profundas já estejam incorporadas.

Esta "nova arquitetura" ou como vem sendo chamada, "arquitetura verde" ou "ecológica" deve não só minimizar os impactos da natureza, mas principalmente criar efeitos positivos no meio ambiente, integrando-o aos ciclos naturais da biosfera, sendo elemento gerador de benefícios ao meio em questão.

Uma das principais barreiras para utilização desta arquitetura é a falta de formação dos profissionais da área. As limitações físicas, sociais, políticas e econômicas dificultam extremamente a valorização dos aspectos humanos e a aplicação dos conceitos de uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental, que é essencialmente de caráter holístico.

Os aspectos tecnológicos são extremamente importantes neste processo, mas não são base para a "nova arquitetura" e não podem ser avaliados como entrave, devendo sim, auxiliar nas soluções que minimizem os impactos das edificações. O aspecto tecnológico não pode criar dependência na busca de soluções para os problemas encontrados.

Existem benefícios econômicos advindos da utilização de edifícios com baixo impacto ambiental. O desempenho ambiental favorável reflete na procura de soluções para o aumento contínuo das necessidades de recursos naturais, alimentos, água, energia, construção, produtos industrializados, transporte, etc., conservando e protegendo a qualidade ambiental e as fontes de recursos naturais que são essenciais ao desenvolvimento e garantia da vida no futuro.

O bom desempenho ambiental deve ser visto conjuntamente com o desempenho econômico, ou seja, nunca se deve adotar uma solução favorável ao meio ambiente que seja economicamente inviável, e vice versa. Os fatores *ambientais* e *econômicos* sempre devem andar lado a lado.

Os aspectos econômicos relacionados a um edifício devem ser analisados para períodos de longo uso, quando é possível analisar com mais variáveis as vantagens da aplicação dos conceitos de sustentabilidade e de baixo impacto ambiental .

A utilização de "sistemas especiais" reflete a crescente necessidade de soluções com maior eficiência de uso dos recursos naturais disponíveis. A escassez de água, energia e de matéria prima faz com que estas soluções passem a ser cada vez mais utilizadas.

A água também tem se tornado escassa nos últimos anos. Apesar da quantidade de água existente no planeta ser considerada constante, o homem tem agido de forma a considerá-lo um recurso infinito. A conservação da água não é só uma questão ambiental, mas também de sobrevivência.

O aumento da demanda, principalmente nas grandes cidades, vem encarecendo métodos utilizados para o seu armazenamento bem como os tratamentos utilizados. Estas dificuldades, aliadas ao aumento das distâncias para a capitação da água, têm feito com que a sua qualidade decaia muito.

A utilização das águas cinzas e da água da chuva são soluções amplamente discutidas como alternativas diante da crescente ameaça de racionamento d'água. Apesar de promissoras, estas soluções ainda devem ser pesquisadas em caráter experimental antes da adoção de programas em larga escala. A necessidade de novas instalações, além do preconceito e possibilidade de rejeição dos usuários, é fator que deve ser avaliado na decisão do aproveitamento destas águas.

A educação também é um forte fator na redução do consumo d'água, cabendo aos governantes e aos profissionais, criar medidas não só para reverter este quadro de consumo e desperdício, mas também conscientizar a população da necessidade de utilizar a água de uma maneira sustentável.

A falta de energia é um sério problema que já está afetando muitos países. Programas de racionamento, rodízios e cotas de consumo são algumas das alternativas encontradas para tentar driblar a ameaça constante dos "apagões" e dos "blecautes" .

Este quadro é em grande parte reflexo de uma arquitetura que ignorou os recursos naturais locais para climatização da edificação, como insolação, ventos, energia do solo, entre outros, gerando a necessidade de equipamentos para este fim.

A necessidade de melhorar o desempenho das edificações com a utilização de técnicas passivas e baixo consumo de energia, torna-se imprescindível e urgente. Desta forma, os esforços dos profissionais da área, incluindo os educadores, devem se concentrar em resgatar estes conceitos que por muitos anos ficaram esquecidos.

A matriz energética mundial está baseada em fontes não renováveis, com altas emissões de CO^2, e conseqüente contribuição na mudança climática mundial. Todo este quadro tem gerado a necessidade urgente de mudança no padrão de consumo, além da busca de alternativas de fontes energéticas renováveis.

O Brasil tem mostrado grandes avanços na utilização das energias renováveis. O programa de biomassa, com a expansão do uso do etanol proveniente da cana-de-açúcar como alternativa ao uso da gasolina, é um exemplo.

O Brasil não possui nenhum instrumento legal de controle de desempenho termo-energético das edificações, tanto nos âmbitos nacional, estadual e municipal. Os esforços do governo têm se voltado para o aumento da produção. O PROCEL está direcionado à redução das perdas nas concessionárias, racionalização do uso da energia elétrica e eficiência energética dos aparelhos elétricos.

A grande rede mundial de organizações e instituições existente atualmente, se preocupa não só com os aspectos relacionados com as edificações, a cidade, transporte, mas também com os aspectos sociais e culturais envolvidos, sendo reflexo da preocupação e necessidade mundial de mudança na sociedade como um todo.

O volume de informações , a infinidade de instituições criadas, as pesquisas realizadas e softwares criados, traduzem não só a importância e necessidade urgente de mudanças, mas também, a falta de

foco que ainda é observada na temática da sustentabilidade. Este quadro não resulta em inovações significativas na arquitetura, ilustrando ainda o quanto se deve percorrer para chegar a um consenso.

A maioria dos softwares que estão sendo utilizados ou ainda estão em fase de desenvolvimento, se baseiam na elaboração de "*checklists*", a partir de uma listagem dos principais aspectos que podem ou devem ser considerados. Nestes casos, os aspectos culturais e sociais quase nunca são abordados, não só pela complexidade do tema, mas também pela dificuldade de avaliação destes parâmetros.

No Brasil, o agravamento das questões energéticas e a escassez de água em grande parte dos centros urbanos, têm contribuído para as discussões quanto ao impacto das construções e das edificações nas nossas cidades. As principais iniciativas rumo a uma arquitetura com menor impacto ambiental são encontradas junto às universidades e institutos de pesquisa. Uma grande parte destas pesquisas são voltadas ao aproveitamento de resíduos da construção civil, melhoria de qualidade dos produtos, reciclagem de resíduos, aumento da durabilidade, consumo de água e de energia.

A escolha consciente dos materiais construtivos é um dos principais pontos de partida para uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental.

Apesar dos impactos exercidos pelas edificações aparecerem nas etapas da construção, utilização e demolição do edifício é na de projeto que se consegue um maior êxito nas suas reduções, ocorrendo o mesmo processo na escolha dos materiais construtivos.

Uma análise mais detalhada de todo o ciclo de vida dos materiais construtivos, desde a extração da matéria prima para a sua produção, sua utilização no processo de construção, até a fase de demolição da edificação (ou reciclagem da mesma) em que este foi utilizado, proporciona uma visão mais completa de como ocorre o processo e quais são as variáveis envolvidas no mesmo. Os custos dos materiais construtivos são pagos não somente pelo cliente direto, mas também pelos usuários e pelo meio ambiente.

Além dos aspectos econômicos e estéticos existentes na escolha de determinado material construtivo, critérios ambientais devem ser avaliados e utilizados no processo de escolha: o potencial de reciclagem ou reuso do material construtivo; o impacto ambiental embutido, nos processos de extração, transporte, utilização, e demolição; a energia embutida; a toxidade do material para o Homem e o Meio Ambiente.

Atualmente considera-se que deve ser dada prioridade para *o potencial de reutilização* do material construtivo em questão, e não

para o baixo índice de energia embutida como muitos consideravam. Quanto maior a possibilidade de reutilização do material, menor é o componente de energia embutida. A utilização de materiais reaproveitados traz uma economia de mais de 50% da energia embutida em uma construção.

O transporte do material construtivo é o item que possui o maior peso na avaliação da energia embutida em determinado material, o que justifica a preferência para materiais provenientes de locais próximos à construção.

Os principais aspectos ambientais na análise do desempenho ambiental dos materiais construtivos são: disponibilidade de matéria prima, impacto ambiental na sua extração, energia embutida, durabilidade, manutenção, potencial de reutilização e de reciclabilidade.

Apesar do BEES 2.0 ser um software voltado para a realidade norte americana, pode-se extrair elementos para serem aplicados em critérios de escolhas de materiais construtivos sustentáveis de acordo com a nossa realidade.

Existem muitas dificuldades para classificar os materiais construtivos neste conceito de arquitetura sustentável e baixo impacto ambiental, não só por parte dos fabricantes dos materiais, mas principalmente dos profissionais ligados aos projetos das edificações.

Utiliza-se três etapas básicas para avaliação dos impactos dos materiais construtivos: a fabricação, a utilização e pós-utilização.

A etapa da fabricação, que possui maiores possibilidades de impacto no meio ambiente, engloba a extração da matéria prima, o transporte da mesma até o local de fabricação, a fabricação, a entrega do material na obra até a sua instalação (incluindo transporte e embalagem do mesmo).

A etapa de pós-utilização tem sido a mais esquecida pelos profissionais da área. O fato da vida útil da edificação ser finita, faz com que a utilização de materiais construtivos com baixo grau de impacto ambiental devam ser analisados e considerados.

PARTE 3

ALGUMAS APLICAÇÕES PARA UMA ARQUITETURA MAIS SUSTENTÁVEL

"A redução dos impactos advindos da construção, utilização e demolição (reutilização) de uma edificação, é apenas parte de todo o impacto que pode ser reduzido. Uma REDUÇÃO TOTAL, passa pela mudança nos padrões de consumo da sociedade e no estilo de vida."

YEANG, Ken – "*The Green Skyscraper – The Basis for Designing Sustainable intensive Building*", Nova York, 1999, p.153**.**

"Em uma Arquitetura de menor impacto, deve-se garantir ao máximo o reuso e a reciclagem dos materiais construtivos..."

YEANG, Ken – "The Green Skyscraper – The Basis for Designing Sustainable intensive Building*", Nova York, 1999, p.49.*

"A efetiva implantação de mudanças para a sustentabilidade requer mudanças no COMPORTAMENTO HUMANO, nas práticas dos governos, comércio, arquitetura e planejamento."

ROGERS, Richard - *"Cities for a small planet"*., EUA, Westview Press, 1998, p.23.

Nesta parte são relatadas as experiências práticas que foram sendo executadas no decorrer da pesquisa. A necessidade de aplicar os conceitos que estavam sendo estudados, fez com que as oportunidades que apareceram no período se tornassem objetos de análise.

O Jardim Sustentável surgiu não só com a necessidade de utilizar uma fonte de energia renovável, a solar, reaproveitar a água da chuva, utilizar materiais construtivos reaproveitados ou reciclados, mas principalmente para propor uma mudança nos hábitos dos usuários.

Em todo o processo de construção e montagem do jardim houve a preocupação de envolvimento dos funcionários, uma vez que eles são os consumidores das verduras e legumes ali produzidos.

Nesta fase inicial, onde já se passaram quatro meses após a montagem completa do jardim, podemos dizer que este objetivo foi alcançado. Armários "abandonados" no LAME tornaram-se novos canteiros de verduras e legumes, as caixas para armazenamento da água da chuva também viraram aquários onde vários peixes estão sendo criados, e a rotina de molhar o jardim, tornou-se tão enraizada, que ainda não sabemos se o sistema de irrigação proposto no projeto inicial vai ser útil.

Paralelamente ao desenvolvimento do jardim, surgiu a oportunidade de propor e acompanhar a desmontagem de um galpão abandonado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo, orientador desta tese, ganhou este Galpão abandonado que seria destruído. Na mesma época, a prefeitura de Araçariguama, município próximo da Grande São Paulo, procurou a Universidade de São Paulo, doando uma área para instalações da Universidade .

Apesar das negociações estarem ainda em fase inicial, e ainda quase não haver suporte financeiro para realização da obra, pretende-se levar este Galpão da POLI para Araçariguama, construindo lá um Centro de Sustentabilidade.

Pretende-se reutilizar todas as peças e materiais construtivos possíveis para a construção deste Centro. Nesta etapa de "desmontagem", que é aqui mostrada, houve a preocupação de reutilização de todas as peças, havendo inclusive uma etapa de treinamento da mão de obra. Utilizamos a mão de obra de uma cooperativa da USP, Cooperbrilha, organizada por moradores da favela do Jaguaré, refletindo a preocupação com a dimensão humana neste processo de maior sustentabilidade na arquitetura.

A utilização dos data loggers no chamado “Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética” é reflexo da necessidade de incorporação das questões de conforto ambiental e análise do desempenho energético em uma edificação, refletindo também uma postura nossa de utilização de novas tecnologias.

Todas as dificuldades encontradas, bem como os objetivos atingidos e etapas posteriores a serem cumpridas serão relatados nesta parte, que tem, como objetivo principal, mostrar a necessidade de aplicação de novas variáveis na arquitetura.

5 A Proposta do Jardim Sustentável

5.1 A Permacultura nos centros urbanos – mudança nos hábitos da população

Atualmente observa-se um retorno às tradições e hábitos antigos, como por exemplo o cultivo de hortaliças, temperos e ervas medicinais nas residências. Talvez uma tentativa de resgate da perda do elo com a natureza, ou até mesmo um receio das práticas agrícolas atuais que utilizam cada vez mais métodos nocivos à saúde, com vasta utilização de agrotóxicos e inseticidas de efeitos duvidosos (MOLLISON,1998).

Foto 57 – Uma "horta" em um apartamento, cidade de São Paulo.

A permacultura (cultura permanente) que tem como princípio o menor impacto possível ao meio ambiente e uma nova filosofia de vida, vem desde a década de 70, implantado em comunidades, estes conceitos. Na ótica da permacultura, o erro clássico da comunidade mundial, tem sido colocar o homem no centro do universo, esquecendo de todo o resto. É necessário, segundo esta ótica, uma mudança de postura perante a vida, ou seja, a permacultura começa com uma decisão ética, onde o homem não pode mais manter uma postura de ignorância perante os sistemas naturais (MOLLISON,1998). Para o desenvolvimento deste projeto optou-se por utilizar muitos conceitos da permacultura, como a agricultura útil, utilização de fontes limpas de energia e aproveitamento da água da chuva.

Não só nas comunidades isoladas, distantes dos grandes centros urbanos observa-se a existência de uma produção voltada para necessidades locais. Nos Estados Unidos da América, em muitos países da Europa e na Austrália, a existência de "jardins" produtivos nas residências e até mesmo nos locais de trabalho, nos grandes centros urbanos têm se tornado habitual (COOK, 2001).

Foto 58 - Na foto 02 a Organização Cláudia Jones Garden, em Angola, que atua na África e no Caribe com mulheres de famílias carentes. Os jardins são mantidos pelas donas de casa, estando sempre localizado em áreas urbanas junto às residências. Foto obtida na internet.

Foto 59 - Na outra foto, um jardim feito e mantido pelo Warburton and Darcy Garden Club, em Londres. Tem como objetivo o trabalho com famílias carentes em conjuntos habitacionais e áreas pobres na cidade.Foto obtida na internet.

No Brasil estes exemplos são mais raros, e pontuais, sendo mais comum observar esta prática em comunidades isoladas, que já possuem como objetivo a auto suficiência na produção de sua alimentação.

Um interessante exemplo foi encontrado dentro da cidade de São Paulo. A Pizzaria Braz, no Bairro de Pinheiros, possui vasos com ervas e temperos na sua entrada. Na maioria dos casos as plantas

são utilizadas somente com uma finalidade decorativa. Neste caso porém, aliou-se o aspecto decorativo e visual, com a utilidade que pode ser dada a estas plantas.

Apesar da pouca quantidade destas ervas e temperos e de não suprirem a demanda da pizzaria, muitos usuários da pizzaria pedem para utilizá-las. Distribuídas em tonéis de vinhos cortados ao meio, alecrim, boldo do Chile, cebolinha, hortelã e erva doce trazem um ar nostálgico ao local. Muitos usuários não percebem o que está plantando nestes vasos, outros ainda só percebem devido ao perfume exalado pelas ervas e outros notam o que tem ali prontamente.

Foto 60 – Fachada da Pizzaria.

Foto 61 – Detalhe dos vasos com os temperos.

Este exemplo nostálgico e até pitoresco para um grande centro urbano faz com que as pessoas passem a refletir como certos valores e práticas foram perdidos e até que ponto isto tem sido prejudicial para a qualidade de vida que possuímos hoje nas cidades.

Dentro deste contexto desenvolveu-se o projeto do *jardim sustentável*, que tem o objetivo não só de mostrar a importância de decisões apropriadas para a execução de um projeto com maior responsabilidade ambiental, mas também propor mudanças de hábitos na utilização de uma edificação. Esta discussão procura trazer elementos para uma redução do impacto ambiental das construções, ajudando a traçar diretrizes para que os arquitetos e profissionais da área incorporem estes princípios no processo de projeto, construção, utilização/manutenção e demolição e/ou reciclagem da edificação (DEL CARLO 2000).

Esta proposta do jardim sustentável encontra-se inserida em questões muito mais amplas que vão desde a mudança de hábitos de consumo, de padrões de comportamento dos próprios usuários e principalmente profissionais da área, com a implantação de projetos que incorporem novos conceitos desde a sua concepção.

5.2 O Jardim Sustentável[1]

Com o objetivo de avaliar as diretrizes de projeto, procurou-se desde a concepção do jardim inserir variáveis de menor impacto. Desta forma, os ***5Rs*** – *recusar, reduzir, reutilizar, restaurar e reciclar*, foram os elementos presentes em todas as fases.

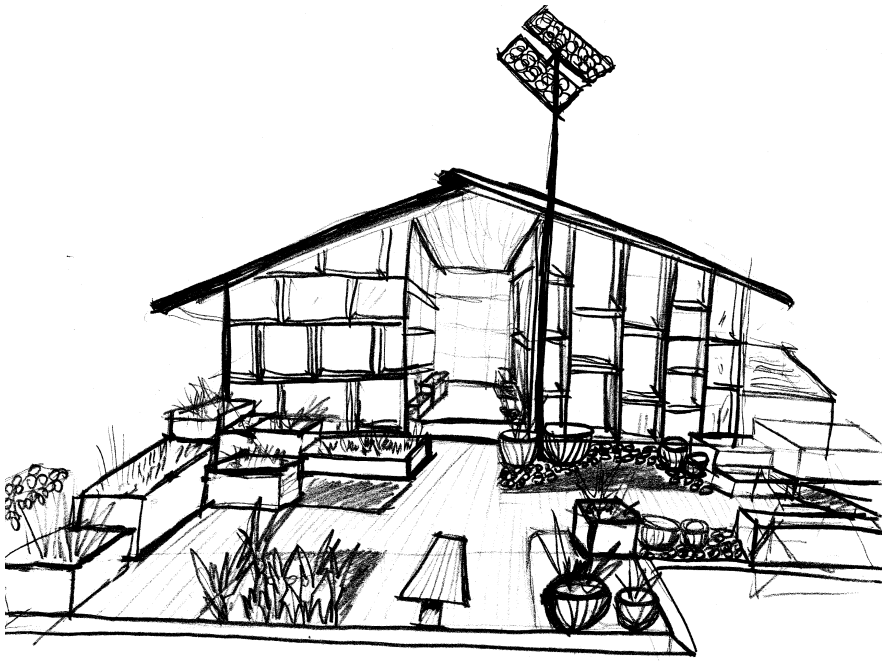
A primeira premissa de projeto era que o jardim deveria, em uma área reduzida, suprir as necessidades básicas de uma residência, tendo um local para armazenamento da água da chuva, que seria responsável pela irrigação deste e suporte dos painéis fotovoltáicos que gerariam energia para o funcionamento da bomba d'água.

Após a definição do projeto do jardim, iniciaram-se as fases de compra dos materiais construtivos, construção e testes iniciais.

A primeira etapa executada para a construção do jardim sustentável foi a construção do poste suporte para os painéis fotovoltáicos. Os painéis fotovoltáicos, de 45W cada, e a bomba d'água foram adquiridos na Heliodinâmica, fábrica de painéis fotovoltáicos, localizada na Grande São Paulo.

---

[1] *Ver todas as fotos do processo de montagem do jardim no CD anexo que possui todo o processo detalhado. Aqui, são mostradas as imagens mais significativas.*



Fotos 62 e 63 - Croquis das propostas para o Jardim Sustentável. Na primeira figura, as caixas com os legumes, ervas e hortaliças sendo utilizados em uma residência, num local pré-determinado. No segundo desenho, uma versão "itinerante" e desmontável do jardim. Esta versão foi executada na FAU e é mostrada aqui.

O processo de montagem do poste para suporte dos painéis solares instalados no jardim "sustentável", seguiu o princípio de menor impacto ambiental a partir da escolha de materiais preferencialmente de sucata, reutilizados e adaptados para a função desejada.

A utilização da água da chuva, da energia solar a partir de painéis fotovoltáicos e a reutilização/reciclagem de materiais construtivos encontrados no ferro velho refletem a incorporação destas diretrizes. Este princípio fez com que a etapa de execução do projeto ficasse mais complexa, com maior tempo de execução e maior utilização de mão de obra. Apesar destas "desvantagens", acredita-se na importância desta postura para a realização de uma arquitetura com maior consciência ambiental. Estas aparentes desvantagens também refletem vantagens ambientais e comportamentais que ainda não se sabe como podem ser medidas e avaliadas.

■ Montagem do poste

A opção de reutilização de peças é mais trabalhosa, uma vez que o projeto adaptou-se às peças disponíveis, não sendo necessariamente o projeto mais "racional". Procurou-se incorporar ao projeto a característica de reaproveitamento de materiais construtivos já existentes evitando o consumo de peças novas, que gerariam um maior impacto ambiental além de um maior consumo de energia embutida (KRONKA,1998). O ferro velho escolhido foi o 'Mexicano", localizado na Av. Elizeu de Almeida, próximo à Cidade Universitária, na cidade de São Paulo. A proximidade do mesmo também reflete a preocupação com o consumo de energia existente no transporte dos materiais construtivos em questão (LIPPIAT, 2000).

Praticamente quase todos os materiais utilizados no projeto do poste foram adquirido neste ferro velho, como: *hastes* para o poste de 4m, que foi subdividido em duas partes para o transporte , facilidades na montagem e colocação do painel solar; *tarugos* para encaixes das partes do poste, *parafusos*, *arruelas*, *tirantes* e *barras* para fixação do poste no chão.

Apenas as peças não encontradas foram adquiridas em uma loja "convencional", como perfis em T, e cabos de aço para suporte e fixação da haste. A loja escolhida, a comercial Gallo, também se encontra próxima a Cidade Universitária.

Foto 64 – Ferro velho "Mexicano".

Todo o processo de confecção dos postes para suporte dos painéis solares, foi executado, nas oficinas da FAU e da Física, na Cidade Universitária.

Como primeiro requisito havia a proposta de reaproveitar materiais usados, realizando o projeto em função do material adquirido. Outro requisito que também norteou a escolha das peças foi a

necessidade de transporte do poste,e facilidade de montagem e desmontagem. Com base nestes fatores iniciou-se a montagem da estrutura base do poste suporte para os painéis solares.

Para a haste do poste para suporte do painel solar foram utilizados tubos de ferro de 2m de comprimento com diâmetros de 3" e de 2" ¼, peças maciças –tarugos- para o encaixe entre a base e as hastes e entre as hastes com as dimensões de 2", 2" ½ , 3" e 4", base de ferro de 30 x 30cm com 3/8 de espessura. O suporte para os dois painéis, em alumínio, foi adquirido na Heliodinâmica, juntamente com os painéis solares. Os perfis em "T", com 1" ½" e 1,5m de comprimento, juntamente com o cabo de aço, parafusos, esticadores e clipes de aço 1/8, utilizados para a base desmontável foram adquiridos em loja "convencional".

Foto 65 – Peças adquiridas no ferro velho.

As hastes do poste foram pré-cortadas no ferro velho, levando um acabamento final no LAME – laboratório de modelos da FAU. Optou-se por escolher o comprimento limite de 2m para cada haste, não só pela limitação do transporte, mas também pela opção de montagem, uma vez que peças maiores teriam um peso além do

suportado por dois ou três homens. Os tarugos foram serrados na oficina da Física, nas dimensões desejadas, depois de serrados foram torneados na FAU.

Inicialmente havia sido prevista uma altura de 6m para o poste. Com a execução da peça, esta altura mostrou-se desnecessária, não só ao criar dificuldades para a montagem e desmontagem do mesmo, mas também por não interferir no desempenho dos painéis solares, sendo executada desta forma, a altura de 4m.

Na montagem inicial do poste, a primeira haste é fixada em uma base de 30 x 30 cm com 3/8 de espessura. Para a sustentação do poste, optou-se para execução de uma base em X, onde foram fixados tirantes de cabo de aço.

Foto 66 – Encaixe do suporte do painel solar na haste. Tarugo sendo soldado no segunda haste do poste.

Foto 67 – Suporte do painel solar fixado na haste.

Foto 68 - Primeira pré-montagem do poste já com a base em X.

Após a pré-montagem do poste, foi realizado um teste nos painéis solares para avaliar o seu funcionamento. Primeiramente foi feita a ligação entre os painéis e um teste inicial na bomba d'água. Em seguida, o poste foi montado, já com os painéis fotovoltáicos.

Foto 69 – Primeiro teste do conjunto poste, bomba d'água e painel solar.

■ *Confecção das caixas de verdura*

Dando prosseguimento ao processo, foram confeccionadas as caixas de madeira onde foram plantadas as verduras. A madeira escolhida foi o pinus, por ser de reflorestamento e grande disponibilidade. A seguir, a seqüência de confecção das caixas:

Foto 70 – Tabuas de pinus sendo coladas.

Foto 71 – Caixas prontas sem acabamento(esquerda).

Foto 72 – O suporte da caixa de armazenagem da água da chuva sendo testado para suporte da bomba d'água (abaixo).

Foto 73 – Caixas das verduras prontas.

Foto 74 – Caixa de armazenagem da água da chuva sendo impermeabilizada.

Foto 75 – Suporte das caixas. Estes suportes foram executados para evitar grandes alterações no terreno, com o menor impacto possível.

■ *Montagem do jardim no LAME*

A seguir é mostrada a montagem do jardim no canteiro experimental do LAME, situado na FAU/USP.

Foto 76 – Base X do poste no local da montagem.

Foto 77 – Fixação do poste.

Foto 78 – Colocação dos suportes das caixas.

Foto 79 – Teste da bomba d'água.

Foto 80 – Fixação da bomba d'água.

Foto 81 – Colocação das caixas d'água.

Foto 82 – Colocação de água nas caixas.

Foto 83 – Bomba d'água funcionando.

Foto 84 – Colocação das caixas das verduras.

Foto 85 – Colocação da argila expandida.

Foto 86 – Colocação da manta bidin.

Foto 87 – Colocação da terra.

Foto 88 – Plantio. Observar que nesta fase os funcionários quiseram participar.

Foto 89 – Detalhe das mudas sendo plantadas.

Foto 90 – Alunos visitando o jardim no LAME.

Foto 91 – Vista parcial.

Foto 92 – Vista geral.

Foto 93 – Vista do jardim no canteiro experimental.

5.3 Resultados iniciais e futuras etapas

Apesar de já estar "funcionando" no LAME, todo o sistema envolvido neste projeto do Jardim Sustentável será implantado de forma gradativa, adaptando-se não só à rotina dos funcionários, mas também às falhas e pontos positivos observados no decorrer de sua utilização.

Nestes quatro meses de utilização já foram observados alguns resultados e dificuldades que estão sendo considerados para as futuras etapas:

- Está havendo um envolvimento dos funcionários, não só na manutenção do "jardim" inicial, mas também na sua expansão: novos canteiros de verduras estão sendo criados em armários abandonados no LAME e eles começaram a criar peixes, por iniciativa própria, nas caixas de armazenamento d'água da chuva.

- A aeração da água proporcionada pela bomba, tem feito com que os peixes sobrevivam na água. Este era um problema levantado pelos funcionários, considerando a impossibilidade de criá-los.

- A bomba d'água tem mostrado problemas de funcionamento quando ligada ininterruptamente. Esta sendo avaliada a possibilidade de colocação de timer.

- Está sendo estudada a possibilidade de construção de uma caixa d'água adicional subterrânea, que funcionaria como um abastecimento reserva nas épocas de estiagem, e depósito extra no período de chuvas. Neste período de chuvas, as caixas são insuficientes, havendo transbordamento destas. Este comportamento será avaliado no período das secas.

- A possibilidade de utilização de bateria auxiliar para armazenamento de energia foi descartada devido ao seu impacto ambiental, além de ser desnecessária, para o uso que vem sendo dado, até o momento. No caso do uso deste sistema em uma residência, o armazenamento de energia poderia ser interessante, devendo ser avaliado.

- O sistema de limpeza das caixas d'água tem se mostrado pouco eficiente, com a necessidade de esvaziamento das mesmas. Está sendo estudada a possibilidade de colocação de proteção nas caixas (telas).

- Ainda será avaliada a produção do jardim e a demanda dos funcionários, não havendo dados sobre o consumo das verduras.

- O sistema de irrigação que está em fase de testes, não tem sido necessário, uma vez que os funcionários adquiriram o hábito de

comportamento será mantido, justificando o sistema de irrigação colocado. Será avaliado o período de feiras de alguns dos funcionários, períodos de estiagem etc.

É muito importante observar que este jardim, apesar de encontrar-se na FAU, foi concebido para ser transportado, ou seja, as soluções encontradas para uma versão "fixa" seriam completamente diferentes.

Todas estas adaptações que estão ocorrendo após o funcionamento inicial do Jardim, estavam previstas e fazem parte do processo de aumento da sustentabilidade em uma edificação.

Este mesmo projeto, em uma residência, teria soluções, no decorrer de sua utilização, completamente diferentes. Por exemplo poderia ser utilizada uma bateria para armazenar energia e suprir alguma necessidade de uso da residência, e o armazenamento da água da chuva poderia não só ser utilizado na irrigação do jardim, mas também para outros usos. Estes fatores ilustram não só a necessidade de um acompanhamento constante da implantação destas mudanças, mas também o caráter gradativo que é necessário em todo este processo.

Todas as modificações que surgiram por iniciativa dos funcionários são extremamente importantes na sua participação e na mudança de hábitos. Estes fatores são essenciais na implantação de soluções com maior grau de sustentabilidade.

6 A Reciclagem do Galpão da POLI / USP

6.1 O Processo de desmontagem

Apesar de ainda estar em uma fase inicial, com muitas incertezas e com várias etapas a serem cumpridas, o acompanhamento da fase de desmontagem foi extremamente importante para a pesquisa desenvolvida.

O reaproveitamento e reciclagem dos materiais construtivos do Galpão refletem a preocupação com a diminuição dos impactos gerados por uma edificação no final do seu ciclo vida.

As preocupações com a vida útil de uma edificação e o seu destino após este ciclo, apesar de relativamente recentes, tem ocupado posição de destaque frente aos principais órgãos de pesquisa, principalmente da Europa e EUA[1]. O *TG39* (Task Group), um dos inúmeros grupos que desenvolvem pesquisas relacionadas com a sustentabilidade da edificação, junto ao ***CIB***[2], é um expressivo exemplo. Com reuniões periódicas, são discutidos os temas como reuso dos materiais construtivos, desmontagem das edificações e projetos com materiais reaproveitados.

O exemplo do *UBS Bank* (SB 04/2001), mostrado na 2ª parte desta pesquisa, é reflexo desta prática que cada vez mais tem se tornado uma constante com o objetivo não só de redução dos impactos gerados pelos materiais construtivos, mas também pelas vantagens econômicas. No caso deste exemplo, cerca de 90% do material proveniente da desmontagem do edifício da antiga sede, foi reaproveitado, ou na construção da nova sede, ou por outros edifícios.

---

[1] A Holanda tem sido atualmente um dos países de maior expressão na reciclagem e reutilização de materiais de construção. Segundo a OEDC, em 1985, a Holanda reciclava ou reutilizada cerca de 49,5% das sobras das construções e dos materiais provenientes das demolições. No ano de 2000, este número saltou para 94,3%. 2SB 01/2002).

[2] O site do CIB, na segunda parte desta tese, publica informações regulares dos resultados e futuras pesquisas de todos os seus TGs.

Na primeira fase do processo de desmontagem do Galpão da POLI, foi utilizada mão de obra da Cooperbrilha, cooperativa de moradores da favela do Jaguaré que prestam serviço para a Cidade Universitária. Na segunda fase, uma equipe do corpo de bombeiros especializada em desmontagens de estrutura metálica, foi responsável pelo término do processo.

A seguir, serão mostradas fotos destas etapas.

Foto 94 – Vista galpão antes de iniciar o processo de desmontagem.

Foto 95 – Vista interna do galpão.

Foto 96 – Início da desmontagem - material antes da separação.

Foto 97 – Vista interna do galpão com a desmontagem já iniciada. Observar os materiais já sendo separados: chapas de compensado, armários velhos, painéis de madeira, etc.

Foto 98 – Tampas dos vasos sanitários que foram descartados no projeto PURA. Estas tampas foram vendidas no processo de desmontagem, para uma empresa que recicla plásticos. O valor obtido foi utilizado para custeio da mão de obra utilizada.

Foto 99 – Armário velho a ser reciclado.

Foto 100 – Vista interna galpão.

Foto 101 – Materiais separados, compensados.

Foto 102 – Materiais separados; madeira serrada e studs.

Foto 103 – Materiais separados; pregos.

Foto 104 – Materiais separados; telhas.

Foto 105 – Materiais separados; tubulação e fiação.

Foto 106 – Retirada revestimento externo (1).

Foto 107 – Retirada revestimento externo (2).

Foto 108 – Separação e transporte das peças (1).

Foto 109 – Separação e transporte das peças (2).

Foto 110 – Separação e transporte das peças (3).

Foto 111 – Desmontagem estrutura metálica (1).

Foto 112 – Desmontagem estrutura metálica (2).

Foto 113 – Desmontagem estrutura metálica (3).

Foto 114 – Vista geral.

Foto 115 – Terreno após a desmontagem.

6.2 Considerações sobre as etapas realizadas e futuras proposições

Como primeiros resultados foi observado que o tempo "extra" utilizado na desmontagem quando comparado com uma demolição convencional, é compensado pelos materiais que poderão ser reaproveitados, como lambris, vigas de peroba, mais de 100 unidades de chapas de compensado, sarrafos, pisos de borracha, etc.

O cálculo da real quantidade reaproveitada para o novo projeto só será viável após a definição do projeto do centro. Em uma futura etapa, pretende-se realizar uma análise econômica comparativa, com a listagem de todos os materiais que serão efetivamente reutilizados, ou reciclados, para avaliar as reais vantagens desta prática.

A princípio o projeto do centro utilizará adobe para a execução das paredes, reaproveitando a estrutura metaliza do antigo galpão, e a madeira utilizada para revestimento, será utilizada para o forro. Além disso, todas as fiações, tubulações, vigas,, lambris, painéis semiprontos, armários, serão também utilizados no novo projeto.

É muito importante observar, que muitas das definições do projeto estão sendo geradas pelos materiais já existentes, ou seja, em função do que será reciclado ou reutilizado.

Apesar de já se saber que existem vantagens ambientais na reutilização e reciclagem destes materiais, ainda não se sabe ao certo como medi-las ou avaliá-las. Todos os impactos que ocorreriam com a extração, transporte e fabricação de um novo material são descartados. Mesmo sem estas "medidas" esta prática pode e deve ser incorporada pelos profissionais.

A análise do ciclo de vida da edificação a ser projetada também deve fazer parte do repertório do profissional, uma vez que já pode ser previsto qual será o destino dos materiais ali empregados no final deste ciclo.

7 O Mini Laboratório de Conforto e Eficiência Energética

7.1 A importância da avaliação das condições de conforto e eficiência energética de uma edificação

O desempenho relacionado aos aspectos de conforto térmico, acústico, luminoso, bem como a eficiência energética tem cada vez mais se tornado um ponto fundamental em edificações com maior grau de sustentabilidade. Desta forma, as medições e simulações acabam se tornando grandes aliadas no aumento da eficiência e desempenho das edificações.

A avaliação das condições de conforto e eficiência energética dos edifícios já existentes, é uma das melhores maneiras de se projetar novas edificações. Estas avaliações são subsídios para soluções com maior eficiência.

Uma das maiores barreiras encontradas para fazer uso das medidas em edifícios existentes é o preconceito e o medo relacionado ao diagnóstico de um desempenho desfavorável.

Em entrevista concedida para elaboração desta pesquisa, a Arq. Joana Carla S. Gonçalvez, professora da FAU/USP, relata que em suas visitas a escritórios de climatização na Europa e Estados Unidos, as medições são fortes aliadas no diagnóstico e elaboração de soluções mais eficientes. A principal barreira, segundo ela, ainda tem sido o medo e o preconceito relacionado a uma avaliação de um edifício que esta sendo utilizado. Joana ainda cita o exemplo do edifício *Commerzbank*, localizado em Frankfurt, que possui um desempenho muito melhor do que o previsto nas simulações, o que acaba fortalecendo a necessidade de utilização destas duas formas de avaliação, medição e simulação, em conjunto para avançar na qualidade dos novos projetos.

A utilização de instrumentos economicamente mais acessíveis e de fácil manuseio é um ponto de partida para a incorporação desta prática pelos profissionais.

A legislação também pode atuar na exigência de níveis de desempenho relacionados às questões de conforto e eficiência energética, fazendo não só com que estes níveis já sejam estabelecidos em fase de projeto, mas que também sejam feitas medições na vida útil do edifício para acompanhar a sua performance.

7.2 A utilização de data loggers – HOBOs

A proposta de utilização dos HOBOs – data loggers – surgiu a partir da necessidade de incorporar novas tecnologias na avaliação do desempenho de uma edificação.

O alto custo dos equipamentos para este tipo de avaliação, dificultava e até impossibilitava a análise do desempenho. O baixo custo e a facilidade de operação dos data loggers faz com que haja uma grande possibilidade de aumentar este tipo de avaliação.

Data loggers são pequenos aparelhos, que funcionam a base de bateria, possuindo um micro processador, memória, sensor(s) e armazenador de dados. São utilizados para monitorar e gravar medidas de temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa, mudanças de estágio em on/off e aberto/fechado, amperagem 4-20mA, voltagem em períodos extensos. Os data loggers também medem dados externos. Possuem interface com computadores pessoais, ou laptops através da operação de um software programado para ativação, análise e visualização dos dados.

Foto 116 e 117 – Na primeira foto os HOBOs, e na foto seguinte um dos HOBOs sendo programados para uma medição.

Eles podem ser utilizados para monitorar e gravar as medidas relativas às condições da edificação, em um período variado, sendo possível obter aproximadamente 7900 medidas (pontos). O objetivo desta análise é a realização de diagnósticos mais detalhados, facilitando não só medidas mais efetivas para a melhoria da performance do sistema em questão, como também a proposta de soluções realmente eficientes. Com este sistema a localização de áreas ou períodos mais críticos é muito mais efetiva, sendo possível um detalhamento preciso e soluções mais eficientes. Também pelo fato de possuírem um tamanho extremamente reduzido e serem de fácil manuseio, além de um custo inferior aos sistemas convencionais de aferição de dados, estes data loggers estão sendo aplicados para medidas e diagnósticos.

Os data loggers são ferramentas cuja utilização tem crescido muito entre técnicos, engenheiros responsáveis avaliação de performance e diagnósticos de sistemas de condicionamento e monitoramento

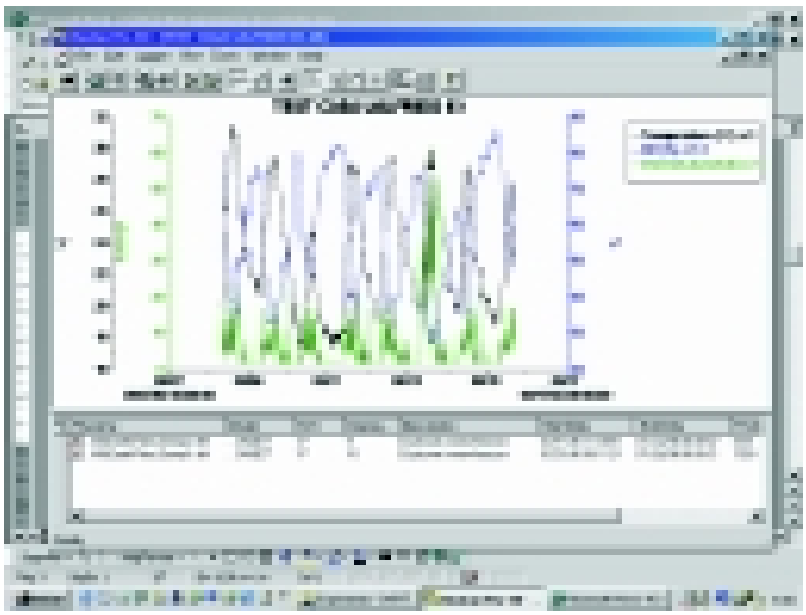


Foto 118 – Tela do Software Box Car 4.0. Leitura das medidas dos HOBOs.

da eficiência energética. O uso deste "pequeno" aparelho passou a ser comum nas grandes indústrias, nos órgãos federais, nas grandes companhias que avaliam desempenho, e entre técnicos que fazem avaliações em menor escala, tanto no uso comercial como no uso residencial.

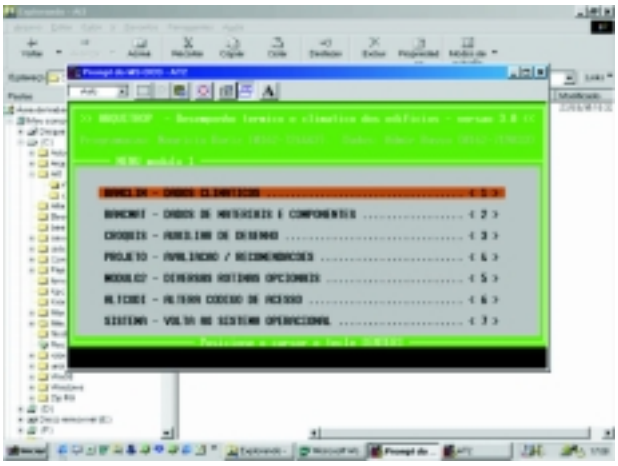
Para esta pesquisa foram efetuadas algumas medições em um ambiente de baixa inércia térmica, para familiarização com o equipamento. É importante observar, que o objetivo destas medições não foi realizar um diagnóstico preciso e detalhado, mas sim avaliar o potencial do equipamento, servindo de base para as futuras medições que serão realizadas.

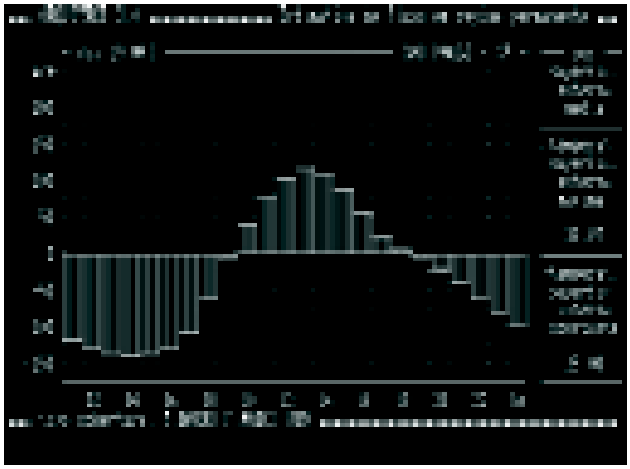
Fotos 119 – Local em que a medição foi realizada. O escritório de formato retangular, com estrutura, forro e piso em madeira e revestimento interno em painéis de gesso, possui como principal característica baixa inércia. Para este teste, foram realizadas medidas em quatro pontos distintos, nas fachadas norte, sul, leste, e oeste, durante uma semana.

Foto 120 – Colocação do equipamento no local.

Paralelamente a estas medições, foi realizada uma simulação com o software Luz do Sol e Arquitrop, que avaliam a utilização da iluminação natural e o desempenho térmico respectivamente. Apesar da limitação quanto à geometria do espaço, para este caso, um ambiente retangular, os softwares responderam às necessidades.

Foto 121 – Software Luz do Sol aplicado ao caso estudado. Neste caso, análise da fachada oeste para iluminação natural difusa.





Fotos 122 e 123 – Software Architrop. Na primeira tela, o menu principal para a entrada dos dados, na Segunda, análise da cobertura no período em que foram realizadas as medições.

O objetivo desta simulação foi o de mostrar a necessidade de sempre haver uma análise conjunta dos dados obtidos com as medições e com a simulação.

A simulação validada a partir de dados reais, é um recurso extremamente eficaz para a análise real do desempenho do edifício em questão, e propostas de melhorias.

A partir destes valores é possível observar que:

- A análise do desempenho térmico mostra que existe grande ganho de calor pela cobertura;

- As altas temperaturas são minimizadas com a ventilação do ambiente, que possui um ótimo número de aberturas;

- A grande quantidade de aberturas, permite um bom nível de iluminação natural, sem a necessidade de utilização da iluminação artificial,

A partir desta pré-análise do equipamento, já estão agendadas medidas a serem realizadas na FAU, da Cidade Universitária, para avaliação das questões de conforto. Estas medidas serão realizadas, em uma primeira etapa, em dezembro de 2002, e janeiro de 2003, com o edifício vazio, e em uma segunda etapa, março de 2003, com os alunos e todos os seus ocupantes.

Também está prevista uma medição no jardim sustentável , para avaliar o potencial de utilização de coberturas verdes (isolação das coberturas).

Apesar da facilidade e praticidade de utilização do equipamento é muito importante ter uma programação das medidas a serem realizadas, bem como os resultados que estão sendo procurados. Desta forma, este processo requer não só um conhecimento prévio do edifício a ser analisado, mas principalmente das questões de conforto.

7.3 Considerações sobre a aplicação de conceitos de uma ABIHA, e futuras proposições

A oportunidade de realização destas aplicações práticas reforçou a necessidade e a urgência de utilização de bases mais sustentáveis nas edificações. Neste contexto, a utilização de fonte de energia renovável, utilização da água da chuva, reciclagem e reutilização de materiais construtivos, mudanças de hábitos e condutas, aplicação de novas tecnologias refletem facetas da sustentabilidade que devem, gradativamente ser incorporadas nas condutas não só dos profissionais, mas também dos cidadãos.

O processo de construção, de montagem e de utilização do Jardim Sustentável foi e tem sido extremamente enriquecedor. Todas as variáveis incorporadas podem e devem ser extrapoladas para o processo de concepção, construção e utilização de qualquer edificação.

O caráter sucessivo de soluções mais sustentáveis, também é um forte elemento condicionante a ser considerado na edificação. Neste contexto, o lixo, a energia, a água, os materiais construtivos, entre outros elementos passam gradativamente por “adaptações” tornado a edificação mais sustentável.

É muito importante observar não só os pontos positivos alcançados no processo, mas também as falhas, que servem de subsídios para o prosseguimento do projeto ou até mesmo a implantação de novas ações.

A participação dos funcionários do LAME em todo o processo, desde a construção, aquisição das peças, montagem, testes, sugestões, é fator primordial e de extrema importância no processo de implantação de bases mais sustentáveis e principalmente na mudança de hábitos e condutas. Sem este processo, não haveria o envolvimento e empolgação dos funcionários.

Em um âmbito maior, esta proposta também reflete a necessidade de mudanças na sociedade como um todo. A revisão nos padrões de consumo e hábitos é urgente e necessária diante do cenário que vem se instalando.

Como ficaria a cidade de São Paulo se todos os moradores (ou a maioria) passassem a plantar as suas próprias verduras? Seria correto afirmar que a cidade ficaria mais verde? Seria esta uma solução para aumentar as áreas permeáveis na cidade, criando por exemplo um número muito maior de coberturas verdes? Haveria a diminuição do tráfego de caminhões que percorrem centenas de quilômetros para transportar estes alimentos? O que aconteceria com os empregos gerados nas atuais áreas agrícolas do chamado cinturão verde? Seria criada uma nova modalidade de emprego para a manutenção destas "hortas urbanas", o "jardineiro urbano"? O que aconteceria ?

As mesmas perguntas podem ser extrapoladas para a utilização da energia solar e utilização da água da chuva.... O armazenamento da água da chuva, em caixas d'água, ou com o aumento das áreas permeáveis da cidade seria uma solução para as enchentes? Porque o uso da energia solar ainda não é tão difundido em um país com imenso potencial como o nosso? Seria só a questão do custo do sistema, ou falta de incentivo governamental?

A reciclagem do Galpão da POLI reflete o imenso potencial de reutilização e reciclagem de material construtivo que ao nosso ver, ainda é inexpressivo. Esta postura deve ser incorporada pelos profissionais, servindo de exemplo para os usuários.

A incorporação das questões de conforto e eficiência energética em uma edificação é parte importante no aumento do nível de sustentabilidade em uma edificação. Neste processo, a utilização de novas tecnologias em um contexto mundial mais competitivo, promove um diagnóstico que antes era economicamente inviável.

Apesar de todos os preconceitos existentes com a implantação de mudanças, com a reciclagem, reutilização de materiais construtivos, os profissionais devem incorporar estas práticas como base para a formação de uma sociedade mais consciente.

8 Proposta de Sistematização para a ABIHA

Esta proposta foi desenvolvida tendo como objetivo a ajuda aos profissionais para incorporar ações em direção a uma ABIHA. Acredita-se porém, que esta é apenas uma fase inicial, um ponto de partida para muitas ações e propostas que ainda deverão ser avaliadas e incorporadas.

Antes mesmo de iniciar o projeto da edificação, é necessário realizar as seguintes perguntas: *se construir, onde construir, o que construir e como construir* (YEANG, 2001, p.32). A resposta consciente a cada uma destas perguntas pode até mesmo vir a cancelar determinado projeto, sendo o profissional o responsável pela coerência das decisões tomadas.

Neste processo, é muito importante ter consciência da necessidade de estabelecer metas para todas as fases do ciclo de vida[1] da edificação; antes de iniciar a ação, definir as equipes envolvidas, além de estabelecer estratégias para o cumprimento das ações implantadas. Estas metas devem não só visar os aspectos ambientais, mas também sociais, culturais e econômicos.

A consciência de que o edifício não é um objeto isolado do meio deve sempre estar presente, ou seja, devem-se sempre administrar as funções internas e externas[2] da edificação de forma que se consiga menor impacto. Ken Yeang observa que grande parte dos impactos gerados pela edificação encontra-se no desconhecimento destas interações (Yeang, 2001, p.3). Em todo este processo o profissional deve ter como meta a minimização dos impactos, além de procurar maximizar as interações positivas entre o meio ambiente e o ambiente construído.

---

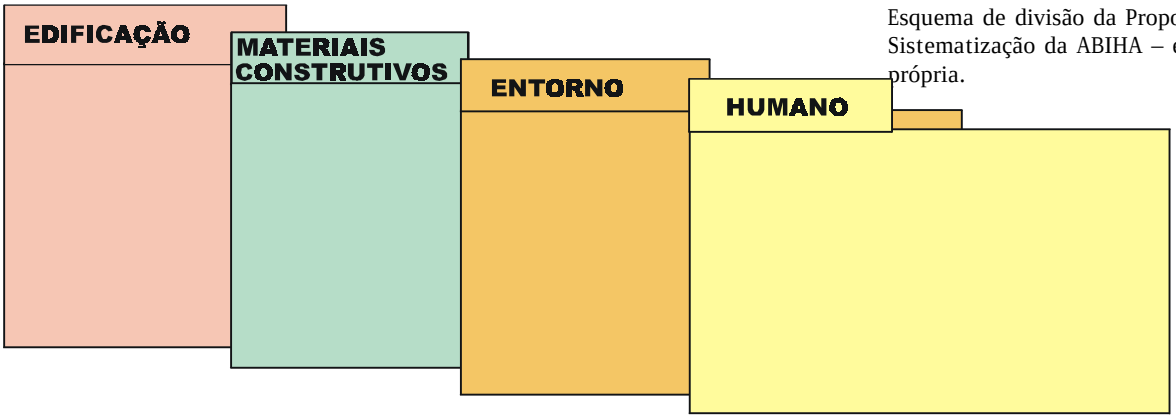
[1] Entende-se por ciclo de vida da edificação as fases de projeto, construção, uso e operação e demolição/reciclagem/reuso.

[2] Funções internas designam as operações relacionadas com a utilização da edificação (consumo de água, energia, geração de lixo, etc.) já as externas, enfocam a edificação e o entorno (trânsito de veículos, condições de conforto, como ventilação, iluminação natural, permeabilidade do solo, etc.)

Os impactos gerados também podem ser subdivididos em categorias[3]: global, local e da edificação. Cabendo aos profissionais envolvidos ter a consciência da dimensão de suas decisões nestas diferentes escalas.

Esta proposta, além de abordar aspectos referentes a um projeto de uma "nova" edificação, também pode e deve ser aplicada em ações e diretrizes de edificações já existentes, como foi o caso dos exemplos de aplicações apresentados nesta pesquisa: o Jardim Sustentável, a Reciclagem do Galpão da POLI e a aplicação de Data Loggers.

Subdividida em quatro grandes grupos, que abordam: aspectos humanos, o entorno da edificação, os materiais construtivos utilizados e aspectos relacionados à edificação, desenvolveram-se parâmetros que são base para as ações propostas.



Esquema de divisão da Proposta de Sistematização da ABIHA – elaboração própria.

Nestes grupos serão analisadas as fases de: *fabricação*, no caso dos materiais construtivos, *projeto*[4], *construção, uso, operação, manutenção, demolição e reciclagem*, respeitando todo o ciclo de vida da edificação.

Antes de detalhar a proposta, é importante saber que existem *princípios básicos* a serem incorporados :

- *Incorporar em todas as fases do ciclo de vida da edificação as prioridades de sustentabilidade como requisito básico (reuso, reciclagem, durabilidade, flexibilidade, minimização das perdas).*

- *Responsabilidade social e ambiental.*

- *Eficiência na utilização dos recursos disponíveis.*

---

[3] *Como exemplo de impactos globais: emissão de CO2, chuva ácida, destruição da camada de ozônio, destruição das reservas naturais; locais: ruído, sombreamento e ventilação excessivos, acessos ao local, infra estrutura; da edificação: ventilação, umidade, acesso à luz natural, conforto térmico, ruído, materiais construtivos tóxicos, etc.*

[4] *A fase de projeto, assim denominada neste trabalho, engloba as etapas de: estudo preliminar, anteprojeto, projeto e especificações.*

- *Adoção de soluções flexíveis para a aplicação de novas tecnologias de baixo impacto humano e ambiental.*

- *Sensibilidade cultural e comunitária.*

- *Integração de empreendimentos imobiliários com Ecologia.*

A seguir a estrutura base das ações propostas:

HUMANO	***HUM.1- garantir de conforto aos usuários (Térmico; acústico, acessibilidade, ergonomia, visual, olfativo);*** ***HUM.2- promover a valorização da comunidade envolvida (geração de empregos, espaços públicos, valores culturais locais);*** ***HUM.3- promover meios de informação visando uma maior compreensão das questões sociais, econômicas, ambientais e de sustentabilidade local e global aos usuários.*** ***HUM.4- evitar segregação econômica, racial, cultural ou de qualquer outra espécie.***
ENTORNO	***ENT.1- participar no processo de escolha da área , garantindo as exigências de sustentabilidade e controle do Impacto Ambiental;*** ***ENT.2- diminuir os impactos do empreendimento na área do entorno e de construção da edificação;*** ***ENT.3- diminuir os impactos e as alterações na vizinhança (ventilação, insolação, ruído);*** ***ENT.4- aprov eitar os recursos naturais locais com a diminuição do impacto na infra-estrutura local ;***
MATERIAIS CONSTRUTIVOS	***MAT.1- prevenção da poluição (água, ar e solo) em todas as fases do ciclo de vida do material construtivo;*** ***MAT.2- escolher materiais com extensa vida útil e fácil manutenção;*** ***MAT.3 – escolher materiais que possam ser reutilizados e/ou reciclados;*** ***MAT.4- escolher material construtivo proveniente da localidade, com baixa energia embutida;*** ***MAT.5- balancear as variáveis ambientais e econômicas na esc olha dos materiais construtivos;*** ***MAT.6- diminuir o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida dos materiais construtivos, observando as fases de: extração da matéria prima, fabricação, transporte, construção, manutenção, reutilização, reciclagem;*** ***MAT.7- escolher materiais construtivos com baixo grau de toxidade em todas as fases do ciclo de vida;*** ***MAT.8- avaliar o tipo de mão de obra empregada para fabricação do material construtivo em questão, evitando aspectos de exploração (social e infantil)***
EDIFICAÇÃO	***EDI.1- procurar revitalizar e reutilizar edifícios antigos;*** ***EDI.2 – adequar o local ao sistema / processo construtivo;*** ***EDI.3- propiciar flexibilidade e adaptabilidade dos espaços;*** ***EDI.4- promover a utilização racional dos recursos disponíveis (terreno, água, iluminação natural, ventilação, permacultura, etc.);*** ***EDI.5- utilizar fontes de energia adequadas.*** ***EDI.6- gerenciar os subprodutos da operação do edifício (resíduos sólidos, água, esgoto) no próprio local;;***

Elaboração própria

A partir destas diretrizes, são indicadas ações propostas para uma ABIHA. Estas ações, porém, não esgotam o universo de soluções existentes, sendo apenas um ponto de partida para sugestões de soluções que poderão ser incorporadas pelos profissionais que queiram tornar seus projetos com maior compromisso com esta realidade. A seguir, as ações sugeridas:

HUMANO

- proporcionar aos usuários as condições satisfatórias de conforto: térmico,, acústico, de iluminação, visual, ventilação;

- respeitar e envolver as comunidades e os residentes em ações participativas

- envolver a comunidade não somente durante as fases de decisões e análises, mas também nas etapas construtivas e de utilização da edificação;

- aproveitar o potencial da mão de obra local durante todas as fases do ciclo de vida da edificação;

- projetar lugares para a vida comunitária;

- recusar o uso privado de atividades públicas;

- integrar aspectos culturais locais ao projeto, preservando a herança cultural;

- recusar segregações econômicas, raciais e de qualquer outra natureza;

- providenciar meios de informação visando uma maior compreensão das questões sociais, econômicas, ambientais e de sustentabilidade local e global;

ENTORNO

- estimular a variedade de usos na área onde se estabelece o projeto, promovendo não só o uso residencial mas também comercial e serviços, reduzindo a utilização de automóveis, além de promover maior integração com a comunidade do entorno;

- promover o restauro de áreas do entorno degradadas, integrando-as não só à comunidade local, mas também restaurando o ecossistema em questão;

- procurar escolher uma área que não traga sobrecargas à infraestrutura já existente no local (água, energia, transporte, coleta de lixo);

- aproveitar ao máximo os recursos naturais locais, evitando sobrecarregar a infra-estrutura já existente, como por exemplo, a água da chuva para irrigação (evitando o uso de água potável) e permacultura (paisagismo útil);

- escolha da área com proximidade de meios de transporte coletivos, como trem, metrô e ônibus, incentivando a não utilização do automóvel;

- minimizar ao máximo a dependência do automóvel, através da distribuição das áreas de comércio e serviços, criação de vias de pedestres e ciclistas;

- valorizar a área de projeto através da utilização da vegetação, áreas de lazer, acesso ao sol, fontes de água quando possível, etc.;

- implantar as edificações procurando minimizar o impacto na área, alterando o mínimo a topografia do terreno, preservando áreas de nascentes, utilizando a vegetação nativa, preservando o conforto visual da comunidade existente no entorno (impacto visual);

- implantar a edificação mantendo as condições do microclima local satisfatórias (ventilação, insolação, iluminação natural, umidade), não prejudicando a vizinhança;

- construir meios de proteção (cercas, tapumes, etc.) durante a construção para minimizar a erosão e sedimentação nos terrenos do entorno;

- utilizar materiais para suporte da construção que possam ser reutilizados e/ou reciclados;

- construir pontos de infiltração, para drenagem da água das chuvas, durante a construção e na vida útil da edificação;

- promover no entorno a possibilidade de manejo da água, através de um paisagismo que propicie a drenagem da água das chuvas, com a existência de áreas pavimentadas só quando necessário;

- otimizar a utilização de iluminação artificial de áreas do entorno, com a escolha de equipamentos com maior eficiência energética e avaliação da localização deles;

- realizar um projeto que propicie fácil manutenção do entorno;

- evitar a utilização de inseticidas e pesticidas na manutenção do paisagismo do entorno,

- analisar os planos urbanísticos futuros para o entorno, verificando se as soluções adotadas possam vir a ser afetadas com os futuros projetos.

MATERIAIS CONSTRUTIVOS

- escolher o sistema construtivo visando a minimização das perdas no processo construtivo, flexibilidade de usos durante a vida útil da edificação, e facilidade de reutilização e/ou reciclagem no final do seu ciclo de vida;

- balancear os aspectos ambientais (impactos) com os tradicionais (custos, durabilidade, manutenção, resistência, desempenhos térmico e acústico, entre outros) na escolha dos materiais construtivos;

- escolher os materiais construtivos com maior durabilidade;

- escolher os materiais construtivos com baixa manutenção;

- evitar a escolha de materiais construtivos que tragam riscos aos trabalhadores durante a construção da edificação;

- minimizar as perdas na escolha de um sistema construtivo adequado,

- escolher materiais com maior potencial de reciclabilidade e reutilização;

- escolher materiais com menor impacto no seu processo produtivo (no processo de extração da matéria prima e da produção do material construtivo devem ser observados a poluição da água e do solo, o potencial de emissão de substâncias com potencial de destruição da camada de ozônio, do aquecimento global e poluentes nocivos à saúde do homem,);

- escolher materiais com menor energia embutida (extração, fabricação, transporte, construção);

- escolher materiais construtivos da localidade, evitando consumo de energia desnecessário com o transporte;

- indicar materiais construtivos com menor grau de toxidade para o homem e o meio ambiente em todo o ciclo de vida da edificação;

- evitar a utilização de materiais construtivos excessivamente embalados (plásticos, papéis, etc.);

- não escolher materiais construtivos que empregaram mão de obra duvidosa (trabalho escravo ou infantil);

EDIFICAÇÃO

- projetar visando uma flexibilidade de usos, durabilidade, facilidade de operação e manutenção,

- renovar e revitalizar edifícios antigos;

- adequar o sistema construtivo à mão de obra local;

- projetar visando maior aproveitamento da orientação da edificação (iluminação natural, ventilação, condições do entorno);

- incorporar elementos da arquitetura bioclimática (técnicas passivas de condicionamento térmico, ventilação);

- utilizar a iluminação natural, garantindo o acesso a luz natural diurna, estabelecendo previamente os índices desejados nos espaços;

- projetar prevendo áreas para armazenamento ,gerenciamento e reciclagem do “lixo” gerado na edificação;

- promover meios de educação aos usuários dos sistemas de reciclagem do lixo, através de informações, palestras, etc.

- criação de sistemas de aproveitamento das águas das chuvas, com previsão de instalações hidráulicas apropriadas e área para filtragem ;

- projetar para reaproveitamento das águas cinzas e negras da edificação, prevendo instalações especiais (encanamentos duplos) e área para tratamento e filtragem;

- utilizar equipamentos que auxiliem na redução do consumo de água na fase de utilização da edificação, como torneiras e válvulas sanitárias;

- prever a instalação de avisos aos usuários da necessidade e importância da economia de água e dos sistemas economizadores instalados na edificação;

- dar preferência para a utilização de fontes de energia renováveis, como a solar e eólica;

- reutilizar não somente os componentes construtivos da edificação, mas também equipamentos e mobiliário;

- utilizar equipamentos que auxiliem o gerenciamento da utilização de energia na edificação, como lâmpadas com baixo consumo de energia, sensores de presença e de iluminação etc.

Com o objetivo de auxiliar a aplicação destas diretrizes, foram criadas fichas que auxiliam a visualização das decisões tomadas pelos profissionais em todas as fases do ciclo de vida da edificação. Desta forma, o profissional consegue visualizar com maior facilidade todas as variáveis envolvidas no processo avaliado, e decidir quais as ações prioritárias e as metas a serem atingidas. Desta forma, as fichas de avaliação dos impactos foram subdivididas em:

- Avaliação da redução dos impactos *Humanos*;

- Avaliação da redução dos impactos no *Entorno*;

- Avaliação da redução dos impactos dos Materiais Construtivos;

- Avaliação da redução do impacto da *Edificação*.

Também foi criado um quadro de sucessos e falhas (verde, amarelo e vermelho) em direção à ABIHA, com o objetivo de listar algumas ações recomendadas, e outras censuradas.

FICHA DE AVALIAÇÃO DE REDUÇAO DOS IMPACTOS HUMANOS

	CONFORTO AOS USUÁRIOS	VALORIZAÇÃO DA COMUNIDADE *					SUSTENTABILIDADE MEIOS DE INFORMAÇÃO À COMUNIDADE	
	TÉRMICO, ACÚSTICO, ACESSIBILIDADE, ERGONOMIA, VISUAIS, OLFATIVO	INTEGRAÇÃO X SEGREGAÇÃO	GERAÇÃO DE EMPREGOS	ESPAÇOS COMUITÁRIOS	PRESERVAÇÃO VALORES CULTURAIS	AÇÃO PARTICIPATIVA DA COMUNIDADE	LOCAL	GLOBAL
PROJETO								
CONSTRUÇÃO								
USO/ OPERAÇÃO								
DEMOLIÇÃO / RECICLAGEM								

Elaboração própria

* A comunidade indica não só a população do entorno, mas também o usuário da edificação em questão.

FICHA DE AVALIAÇÃO DE REDUÇAO DOS IMPACTOS NO ENTORNO

ABIHA	ESCOLHA DA ÁREA	DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS – VIZINHANÇA / ÁREA				UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS DISPONÍVEIS			
	Sustentabilidade / impactos ambientais	Terreno / entorno	Fauna/flora	água	energia	Terreno / entorno	Fauna/flora	Água	energia
PROJETO									
CONSTRUÇÃO									
USO/OPERAÇÃO									
DEMOLIÇÃO/ RECICLAGEM									

Elaboração própria

FICHA DE AVALIAÇÃO DE REDUÇAO DOS IMPACTOS DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS

ABIHA *material nº___*	PREVENÇÃO POLUIÇAO (ÁGUA, SOLO, AR)	REDUÇÃO PERDAS	REDUÇÃO ENERGIA EMBUTIDA	BAIXO GRAU DE TOXIDADE	FLEXIBILIDADE	FACILIDADE DE MANUTENÇÃO	VIDA ÚTIL EXTENSA	RECICLÁVEL	REUTILIZÁVEL	BIODEGRADÁVEL
FABRICAÇÃO										
CONSTRUÇAO										
UTILIZAÇÃO										
DEMOLIÇÃO/ RECILCAGEM										

Elaboração própria

FICHA DE AVALIAÇÃO DE REDUÇAO DOS IMPACTOS DA EDIFICAÇÃO

ABIHA	ADAPTABILIDADE FLEXIBILIDADE REUTILIZAÇÃO	SISTEMA CONSTRUTIVO			CONFORTO AMBIENTAL	APROVEITAMENTO DOS RECURSOS EXISTENTES			SUB PRODUTOS DA EDIFICAÇÃO	ENERGIA UTILIZADA
		RACIONALIZAÇÃO	*MÃO DE OBRA*	*MATÉRIA PRIMA*		*ÁGUA*	*MATERIAIS*	*EQUIPAMENTOS AUXILIARES*		
PROJETO										
CONSTRUÇÃO										
USO OPERAÇÃO										
DEMOLIÇÃO RECICLAGEM										

Elaboração própria

Sucessos e Falhas de Ações para uma ABIHA

	VERDE	AMARELO	VERMELHO
MATERIAIS CONSTRUTIVOS	▪ componentes reciclÆveis; ▪ durabilidade; ▪ locais; ▪ nªo t xicos; ▪ baixa energia embutida; ▪ baixo impacto no processo produtivo;	▪ durabilidade; ▪ locais; ▪ baixa energia embutida;	▪ componentes nªo reciclÆveis; ▪ provenientes de grandes dist ncias; ▪ alto impacto no processo produtivo; ▪ alta energia embutida; ▪ t xicos;
UTILIZA˙ ^ O DO TERRENO / ENTORNO	▪ cultivo de vegeta ªo, principalmente a nativa; ▪ preserva ªo da vegeta ªo e fauna nativas ; ▪ limitar o uso do carro com incentivos a meios com menor impacto; ▪ preserva ªo da topografia local; ▪ Æreas de drenagem; ▪ prote ªo quanto eros ªo; ▪ integra ªo com o entorno; ▪ promo ªo de Æreas de conv vio e integra ªo com o entorno; ▪ previs ªo de Æreas para circula ªo de pedestres e ciclistas; ▪ nªo utiliza inseticidas e/ou pesticidas;	▪ cultivo de vegeta ªo; ▪ preserva ªo da topografia local; ▪ integra ªo com o entorno; ▪ prote ªo quanto eros ªo; ▪ Æreas de drenagem	▪ destrui ªo da vegeta ªo e faunas locais; ▪ modifica ªo da topografia existente; ▪ eros ªo na Ærea e no entorno; ▪ preferŒncia circula ªo de autom veis; ▪ pavimenta ªo do entorno da edifica ªo; ▪ uso de inseticidas e pesticidas;
RECURSOS NATURAIS DISPON˝VEIS	▪ permacultura; ▪ utiliza ªo da Ægua da chuva; ▪ utiliza ªo de fontes locais para obten ªo de Ægua, sem sobrecarregar a rede existente;	▪ utiliza ªo de Ægua da chuva;	▪ dependŒncia total da rede de abastecimento local;
CONFORTO AMBIENTAL	▪ implanta ªo otimizada, aproveitando a luz natural, ventila ªo ▪ qualidade acœstica; ▪ conforto tØrmico; ▪ conforto visual e olfativo;	▪ aproveitamento luz natural; ▪ conforto tØrmico;	▪ implanta ªo aleat ria; ▪ tratamento uniforme em todas as fachadas; ▪ tØcnicas artificiais de condicionamento tØrmico; ▪ ilumina ªo artificial;
ENERGIA	▪ gera ªo da energia (ou parte desta) utilizada na edifica ªo; ▪ utiliza ªo de fontes limpas de energia; ▪ utiliza ªo da ilumina ªo natural; ▪ utiliza ªo da inØrcia tØrmica da edifica ªo; ▪ utiliza ªo de tØcnicas passivas de condicionamento tØrmico; ▪ utiliza ªo de equipamentos auxiliares para gerenciamento e diminui ªo do consumo da edifica ªo (sensores de luz, presen a, l mpada e equipamentos eficientes, etc); ▪ utiliza ªo da biomassa produzida na edifica ªo;	▪ utiliza ªo de fontes limpas de energia; ▪ tØcnicas passivas de condicionamento tØrmico; ▪ equipamentos auxiliares na redu ªo do consumo de energia na edifica ªo;	▪ consumo de energia gerada por fontes nªo renovÆveis; ▪ ilumina ªo artificial; ▪ condicionamento tØrmico artificial; ▪ equipamentos de alto consumo de energia;
GERENCIAMENTO SUBPRODUTOS	▪ reciclagem do lixo gerado; ▪ utiliza ªo das Æguas cinzas; ▪ utiliza ªo das Æguas negras; ▪ reutiliza ªo/reciclagem dos materiais construtivos manuten ªo; ▪ reutiliza ªo/reciclagem dos equipamentos e do mobiliÆrio;	▪ reciclagem do lixo gerado; ▪ utiliza ªo das Æguas cinzas;	▪ nªo reciclagem do lixo gerado; ▪ nªo reutiliza ªo das Æguas cinzas e negras; ▪ nªo reaproveitamento do material construtivo e dos equipamentos substitu dos na manuten ªo da edifica ªo;
ASPECTOS HUMANOS	▪ integra ªo social e cultural; ▪ Æreas de convivŒncia; ▪ gera ªo de empregos no entorno; ▪ participa ªo da comunidade nos processos de decis ªo; ▪ meios de informa ªo ao usuÆrio referentes quest ªo de sustentabilidade local e global;	▪ integra ªo social e cultural; ▪ Æreas de convivŒncia; ▪ meios de informa ªo ao usuÆrio referentes quest ªo de sustentabilidade local e global;	▪ segrega ªo social e cultural; ▪ uso privado de espa os pœblicos; ▪ isolamento da sociedade nos processos decis rios; ▪ utiliza ªo de m ªo de obra proveniente de regi es distantes;

Muitos benefícios podem ser citados a partir da incorporação de algumas destas ações propostas.

O ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE, realizou várias pesquisas em edificações executadas incorporando princípios de sustentabilidade nos Estados Unidos da América, tendo encontrado além dos aspectos ambientais favoráveis, a redução de custos não só nos investimentos iniciais, mas também na fase de uso e operação, valorizando e muito o valor de mercado da edificação. (RMI, 1998).

Além disto aspectos relacionados com a imagem de "ecologicamente correto" e a diferenciação da edificação, acabam trazendo novas oportunidades de negócios. Neste contexto, a propaganda também acaba sendo um importante meio para divulgação desta arquitetura.

Esta proposta é apenas o início de muitas pesquisas que devem ser realizadas com o objetivo não só de efetivar a implantação de uma arquitetura com menor impacto humano e ambiental, mas principalmente criar bases para referenciais aplicados a nossa realidade.

As poucas experiências existentes em nosso país, e a relativa novidade existente quanto a esta temática faz com que se abra um universo de pesquisas para os próximos anos.

8.1 Mudanças rumo a uma arquitetura mais sustentável – Considerações Finais.

No decorrer desta pesquisa foi possível constatar que a ABIHA é parte de uma sociedade com novas bases, com novos valores, onde a implantação desta "nova arquitetura" só será viável neste contexto. Desta forma, a Arquitetura também passa a exercer grande influência como elemento educador, não só com os profissionais da área, mas principalmente com os usuários.

A maioria das medidas observadas atualmente com o objetivo de reverter este quadro de esgotamento das matérias primas, diminuição dos níveis de poluição, da água, do solo e do ar, são paliativas, não promovendo a sustentabilidade do meio. Este quadro instalado é resultado de ações praticadas desde a era industrial, sendo um processo de reversão longo e demorado.

A "sustentabilidade" na arquitetura é vista como uma solução para a minimização destes impactos e uma possibilidade de interação positiva como o meio. Nos países desenvolvidos há um avanço maior nas pesquisas relacionadas ao tema.

Apesar das pesquisas e soluções que estão sendo utilizadas tendo como base a "sustentabilidade", ainda não existe um consenso de sua definição e sua aplicação na arquitetura.

O quadro de colapso do Meio Ambiente e do agravamento do quadro social tem feito com que as questões relacionadas ao impacto de uma edificação, do meio urbano e das atividades a elas relacionadas se tornem cada vez mais rígidas e complexas. Desta forma, a arquitetura deve cada vez mais se preocupar com as questões relacionadas com o impacto ambiental e humano.

A “nova arquitetura” é uma arquitetura onde as variáveis relacionadas com menor impacto humano e ambiental já estão incorporadas. Na realidade, a arquitetura não muda, ficando sim mais complexa com a necessidade de incorporação destes elementos.

Atualmente, na grande maioria dos casos, as questões relacionadas à “sustentabilidade” de uma edificação restringem-se apenas aos aspectos relacionados ao consumo de água, energia, materiais construtivos e produção de rejeitos. Os aspectos relacionados ao entorno da edificação, bem como os aspectos humanos, ainda são deixados de lado, não só pela complexidade do tema, mas pela dificuldade de avaliação destes parâmetros.

A principal tarefa é para muitos arquitetos, não só os aspectos funcionais, bioclimáticos e operacionais das edificações, mas principalmente o desafio de implantar um novo modo de vida. Cabe aos profissionais contribuições não só quanto aos aspectos ambientais, mas principalmente quanto aos aspectos humanos. Nesta fase, a arquitetura passa a ter um papel didático e de extrema e vital importância. Esta “nova arquitetura” só será viável com base de novos paradigmas.

A participação dos usuários nos processos decisórios e na implantação das medidas adotadas é um ponto de partida para sucesso de ações com referenciais sustentáveis. O Jardim Sustentável é um exemplo de aplicação desta prática.

Muito ainda deve ser percorrido não só para implantar referenciais mais sustentáveis, mas também para trazer estes referenciais para a arquitetura. A partir das conceituações sugeridas na introdução deste trabalho, é possível observar que quase não houve progresso. Todas as pesquisas, teorias, softwares, tratados, acordos não refletem mudanças, tanto na arquitetura como na sociedade, ilustrando que além da urgência de medidas mais efetivas, as questões relacionadas à sustentabilidade ainda se encontram em terreno sombrio, onde os questionamentos e a falta de respaldo científico ainda são as únicas certezas.

A infinidade de fatores envolvidos em todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação, faz com que as decisões fiquem a critério dos profissionais envolvidos, sendo cada vez mais importante o aprofundamento nas pesquisas relacionadas com a sustentabilidade, além da necessidade do envolvimento de uma equipe multidisciplinar em todo o processo.

Este caráter, também faz com que as soluções em busca da ABIHA também tenham um caráter sucessivo, ou seja, sendo sempre possível incorporar novos aspectos ampliando o caráter de sustentabilidade da edificação em questão.

A utilização de sistemas “especiais” para gerenciamento dos recursos e dos subprodutos de uma edificação, é uma solução que aliada a mudanças de comportamento dos usuários, traz vantagens ambientais, sociais, culturais e econômicas, sendo um dos pontos de partida para busca da sustentabilidade na Arquitetura.

As facilidades trazidas com a globalização não podem fazer com que o profissional perca a dimensão “local” de seu projeto. O resgate de tradições construtivas antigas aliadas aos benefícios da tecnologia, como a construção em terra, em pedra, a utilização de materiais construtivos característicos da arquitetura vernacular é de certa forma uma tentativa de manter a sustentabilidade de todo o sistema.

Apesar da maioria dos sistemas de análise existentes na atualidade considerarem os aspectos relacionados ao impacto ambiental, também se nota uma falta de consenso para o estabelecimento dos parâmetros de análise. Na maioria das vezes os aspectos ambientais focalizam-se no consumo de água e de energia, desconsiderando aspectos relacionados como o entorno imediato, impactos durante o ciclo de vida da edificação, conforto do usuário, impactos dos materiais construtivos, transporte, aspectos culturais e sociais envolvidos.

O ponto central destas análises encontra-se na necessidade de conseguir fazer um contraponto entre os aspectos mensuráveis em determinada edificação, como consumo de energia, materiais construtivos, consumo de água, lixo gerado, etc. com os aspectos subjetivos como bem estar, conforto, aspectos culturais, etc.

Todas estas análises se concentram em edifícios novos, não havendo ainda um sistema de análise de desempenho ambiental das edificações que já estão sendo utilizadas e não foram concebidas dentro desta “nova” realidade.

A decisão consciente do profissional não só quanto ao sistema construtivo, considerando a otimização, racionalização e modulação, mas também o material construtivo utilizado, considerando a distância para seu transporte até a obra, o desempenho térmico, acústico, o custo, a facilidade de operação e de manutenção, o tipo de mão de obra empregada, faz com que o projeto seja mais integrado ao local em que está implantado, com menos impacto ao meio ambiente e a comunidade em questão.

O fato da edificação ter uma via útil finita é esquecido pelos profissionais da área. A idéia de que o edifício será demolido, não é bem vista pelos profissionais, existindo um grande preconceito quanto a este aspecto. O profissional deve sempre considerar que os materiais utilizados em uma edificação poderão ser reutilizados ou readaptados.

Apesar de já se saber que existem vantagens ambientais na reutilização e reciclagem de materiais construtivos, ainda não se sabe ao certo como medi-las ou avaliá-las. Todos os impactos que ocorreriam com a extração, transporte e fabricação de um novo material são descartados. Mesmo sem estas "medidas" esta prática pode e deve ser incorporada pelos profissionais.

Todas as análises aqui realizadas mostram a necessidade de incorporação de referenciais sustentáveis tanto na sociedade como na arquitetura, e que ainda temos um longo caminho a percorrer rumo à Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADPSR* – Architects, Designers, Planners for Social Responsibility — *"Architectural Resource Guide" – Northern Califórnia ADPSR Inc. 1999, 156p.

AGNELLO*, Sal - *"Building Operations and Maintenance", Johnson Controls; U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Public Technology Inc., 1997, 39p.

AGUIAR*, R. C. – *"Crise Social e Meio Ambiente: Elementos da mesma problemática" In : "Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável"; BURSZTYN, M.(Org.) et al., Ed. Brasiliense, 1994, p.115-129.

AKASAKI,* Jorge Luís - *"O tijolo cru como elemento construtivo de Baixo Impacto Ambiental" - Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1999, 315p.

ANINK, David, BOONSTRA, Chiel; MAK, John -"Handbook of Sustainable Building – an Environmental Preference Method for Selection of Materials Use in Construction and Refurbishment" – James & James Science Publishers Ltd. 1994, 186p.

ARCHITECTURAL DESIGN - AD - "The Architecture of Ecology", n. 48, London, 1997, 85p.

ARCHITECTURE AND URBANISM – AU – "Renzo Piano – Building Workshop 1964-1988", Edição Especial, Japão, 1990.

ASHKIN, Stephen P. - "Housekeeping and Custodial Practices", Rochester Midland Corporation; U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Public Technology, Inc. 1997, 29p.

ATHENS Lúcia; FERGUSON, Bruce - "Water Issues", University of Georgia, School of Environmental Design, U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Public Technology Inc. 1997, 59p.

ATKISSON, Alan – "Desenvolvimento de Indicadores de Comunidades Sustentáveis – Lições do Seatle Sustentável"- Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet http://www.unilivre.org.br, acesso em maio de 1999.

AU – Architecture and Urbanism – "***Renzo Piano – Building Workshop*****"** - Revista, edição extra, março de 1989, Tóquio, Japão.

BDSP Partnership – "***Wind Energy for the Built Environment – Project WEB- Assessment of Wind Energy Utilization Potential in Moderately Wind Build-up Areas"***, Non Nuclear Energy Programme, JOULE III, European Commission, N.S. Campbell, S. Stankovic, London, UK, 88p.

BECKER, B., - "A Amazônia pós ECO 92". In : "Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável"; BURSZTYN, M.(Org.) et al., Ed. Brasiliense, 1994, p.130-159.

BODE, Klaus – "Educação, comunicação e tecnologia" – In: Revista AU – Arquitetura e Urbanismo Especial, entrevista concedida à Arquiteta Joana Carla Gonçalvez, São Paulo, SP, Ed. Pini, vol. 104, p. 70-74, outubro/novembro 2002.

BROWN, Lester R. – "Erradicação da Fome: Um desafio Crescente" - WORLDWATCH INSTITUTE – "Estado do Mundo 2001 – Relatório sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"; Salvador, UMA Ed., 2000, p.46-88.

BURSZTYN, Marcel (Org.) et al. - "Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável" - IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis; ENAP - Fundação Escola Nacional de Administração Pública; Editora Brasiliense,1994, p83-102.

BRE – Building Research Establishment – "BREEAM 2002 for Offices", ECD Energy and Environment, Setembro 2001, University Press, London.

_____ ***"BREEAM 98 for Offices",*** ECD Energy and Environment, Abril1999, University Press, London.

BRUNDTLAND, Gro Harlem –– "Our Common Future – The World Commission on Environment and Development" – Oxford University, Oxford University Press, 1987.

CAPORALI, Renato — "Do Desenvolvimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável"- Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet http://www.unilivre.org.br, em 20/03/2000, 1999.

CIB / UNEP-IETC – The International Council for research and Innovation in Building and Construction / United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre – "Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries- A discussion Document"- Prepared by Chrisna du Plessis, CSIR Building and Construction Technology, Pretoria, África do Sul, 2002, 82p.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – "Nosso Futuro Comum", 2º Edição Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1991, 430p.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre meio Ambiente e Desenvolvimento. "AGENDA 21". Brasília; Senado Federal / SSET, 1996, 370p.

COOK, Jeffrey – "Millennium Measures of Sustainability: Beyond Bioclimatic Architecture"- In: Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.37-44.

CUTLER, James - "James Cutler", Contemporary World Architects - Rockport Publishers, Massachusetts, 1997.

DEGANI, C. M. e CARDOSO, F. F. – "A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa do projeto arquitetônico".In: NUTAU 2002 Sustentabilidade Arquitetura e Desenho Urbano, Seminário Internacional, outubro de 2002, p.1347-1358.

DEL CARLO, Ualfrido - "Algumas questões de limites para a sustentabilidade", NUTAU - mimeo 2001.

_____ ***"Arquitetura Sustentabilidade Meio Ambiente e Economia"***, Universidade de Guarulhos, São Paulo, mimeo, 1999.

_____ ***"Arquitetura Sustentável e Baixo Impacto Ambiental"***, Universidade de Guarulhos, São Paulo, mimeo, 1998.

_____ ***"Desenvolvimento Sustentado"***, Universidade de Guarulhos, São Paulo, mimeo,1997.

_____ ***"Proposta de Programa Nacional para Desenvolvimento de Habitações com Estruturas de Madeira"***, mimeo, 1996.

DEMETRIUS, Juan, LOBO; Caroline; OZKERESTECI – "Assessing Sustainable Buildings in the Context of Ecological Footprints for the built Environment"- Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.1123-1127.

DINES Nicholas T. - "Sustainable Site Design", University of Massachusetts, Department of Landscape, Public Technology Inc. 1997.

DOE/EPA – U.S. Department of Energy U.S. Environmental Protection Agency "Sustainable Building Technical Manual"- - Public Technology Inc. 1997, 382p.

DUNN, Seth – "Descarbonizando a Economia Energética", In: WORLDWATCH INSTITUTE – "Estado do Mundo 2001 – Relatótrio sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"; Salvador, UMA Ed., 2000, p. 89-110.

EASTON, David – "The Rammed Earth House" – Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, USA, 1996, 389p.

ELECS 2001 – "Anais ELECS 2001 – II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela, RS"- editor, Miguel Aloysio Satller , Porto Alegre, RS : ANTAC, 2001.

EVANS, John Martin – "Passive and Low Energy Architecture – Education for Change in South America"- Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.5-10.

FATHY, Hassan - "Construindo com o povo: arquitetura para os pobres". Rio de Janeiro: Salamandra, São Paulo: EDUSP, 1980.

_____ - "***Natural Energy and Vernacular Architecture***". Chicago: The University of Chicago Press, 1986.

FLAVIN, Chistopher – "Planeta Rico, Planeta Pobre", In: WORLDWATCH INSTITUTE – "Estado do Mundo 2001 – Relatório sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"; Salvador, UMA Ed., 2000, p.3-21.

FOLADORI, Guilhermo; TOMMASINO, Humberto – "Controvérsias sobre sustentabilidad"- Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet http://www.unilivre.org.br. Download em 14/05/99.

GARDNER, Gary – "Acelerando a Mudança para a Sustentabilidade" In: WORLDWATCH INSTITUTE – "Estado do Mundo 2001 – Relatório sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"; Salvador, UMA Ed., 2000, p.206-225.

GEORGEOSCU-ROEGEN, N. – "The Entropy Law And The Economic Problem", in: Energy and Economic Myths, Pergamon Press, 1976, Londres, p. 38.

GOLDEMBERG, José – "A iniciativa Brasileira de Energia" - Publicação Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, mimeo, julho 2002, 09 páginas.

_____***, JOHANSSON, T.; REDDY, A.; WILLIMS, R. - "Energia para o Desenvolvimento"***, versão original, World Resources Institute (WRI), Tradução de José R. Moreira, T Queiroz, Editor,São Paulo, SP, 1988, 101p.

_____ **JOHANSSON Thomas B. - "Energy as an Instrument for Socio-Economic Development**", United Nations Development Programme, Estados Unidos da América, 1995.

GOMES, Vanessa – "Construção e Meio-Ambiente . Da teoria à prática". In: Revista Qualidade da Construção, n.25, ano III, 2000, p.14-22, SindusCon SP.

GONÇALVES, Joana Carla Soares – "O impacto de edifícios altos em centro urbanos – Discutindo a polêmica da verticalidade e suas implicações", Revista Sinopse n.º 32, publicação semestral, FAU/USP, São Paulo SP, 1999.

GOTTFRIED, David (1) - " The Economics of Green Building". – In: Sustainable Building Technical Manual, Technology Inc. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), USA, 1997, p.1-13 (parte 01).

_____ ***(2) - "The Future of Green Buildings"***- In: Sustainable Building Technical Manual, Technology Inc., U.S. Environmental Protection Agency (EPA), USA, 1997, p.9-22 (parte 07).

GROSTEIN, Marta Dora; JACOBI, Pedro - "***Cidades Sustentáveis – Falta de planejamento urbano gera impactos socioambientais***" - Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet http://www.unilivre.org.br, setembro 1999.

HAGAN, Susannah – "Taking Shape – A new Contract between Architecture and Nature", Oxford, Architectural Press, 2001, 215p.

HALL, Peter – "Megacities" – Bartlett School, Londres. Texto recebido por email do prof. Dr. Geraldo Gomes Serra, maio 2001.

HESCHONG, Lisa -"Renewable Energy", Heschong Mahone Group; U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Public Technology, Inc. 1997, 28p.

INSTITUTO LINA BO BARDI - "João Filgueiras Lima, Lelé", Lisboa, Ed. Blau Lda, 2000.

KIM, Jong Jim; RIGDON, Brenda – "Qualities, Use, and exemples of Sustainable Building Materials"- Sustainable Architecture Module. Michigan University. National Pollution Prevention Center for Higher Education Inc., 1999 (http://www.umich.edu/~nppcpub/).

KIM, Jong Jim; RIGDON, Brenda, GRAVES, Jonathan – ***"Introductory Module – Pollution Prevention in Architecture "***- Sustainable Architecture Module. Michigan University. National Pollution Prevention Center for Higher Education Inc., 1999 (http://www.umich.edu/~nppcpub/).

KRAINER, Alex, – ***"Building Science and Environment – Conscious Design"***, University of Ljubljana, Coordinated by AA School of Architecture London; Commision of the European Communities Tempus, vol. I e II, 1997, Architectural Press, London.

KRONKA, Roberta C. - ***"Impacto e Consumo Energético Embutido em materiais de Construção - Técnicas Construtivas"*** - Dissertação de Mestrado apresentada ao IEE/USP - Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, no Programa de Pós Graduação em Energia, 1998.

_____ ***(1) - "Desempenho Ambiental dos Materiais Construtivos – Aplicação do Software BEES 1.0" -*** Seminário Internacional – NUTAU 2000 – As Energias Renováveis no Novo Milênio – X Congresso Ibérico de Energia Solar; V Congresso Ibero-Americano de Energia Solar, 2000.

_____ ***(2)*** - ***"The new generation of wood architecture in Brazil. The experience at University of São Paulo".*** PLEA 2000 – Passive and Low Energy Architecture, Cambridge; julho 2000.

LARSSON, Nils – ***"Canadian Green Building Strategies"***- Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.17-26.

LAYRARGUES, Philippe P. – "A cortina de Fumaça : o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica", São Paulo, Annablume, novembro de 1998, 234p.

LAWSON, Bill - ***"Building Materials Energy and the Environment - Towards Ecologically Sustainable Development"***- Solarch - School of Architecture of New South Wales / Australia; publicação The Royal Institute of Architects Austrália, Austrália, 1996, 135p.

LEE, Kyung Mi – ***"Severiano Mário Porto – A produção do Espaço na Amazônia"***, dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998, 151p.

LE GOFF, Jaques - ***"Por Amor às cidades"*** – tradução Reginaldo Carmello Corrêa Moraes – São Paulo, Fundação editora da UNESP, 1997, 159p.

LEITÃO, P. – "Ambiental desenvolvimentismo o ideário nacional brasileiro dos anos 90?" In : "***Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável***"; BURSZTYN, M.(Org.) et al., Ed. Brasiliense, 1994, p.130-159.

LIPPIAT, Barbara C. NORRIS, Gregory - "Selecting Environmentally and Economically Balanced Building Materials"; National Institute of Standard and Technology (NIST), U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Public Technology, Inc. 1997, 18p.

LIPPIAT, Barbara C. - "BEES 1.0 – Building for Environmental and Economic Sustainability Technical Manual and User Guide"; National Institute of Standard and Technology (NIST), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Apllied Economics Building and Fire Research Laboratory, Public Technology, Inc, 1997, 214p.

LIPPIAT, Barbara C. - "BEES 2.0 – Building for Environmental and Economic Sustainability Technical Manual and User Guide"; National Institute of Standard and Technology (NIST), U.S. Department of Energy (DOE), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Apllied Economics Building and Fire Research Laboratory, Public Technology,Inc, 2000, 187p.

LOVERLOCK, James – ***"The ages of Gaia"***, Oxford University Press, Londres, 1988, 218p.

LYLE, John Tillman - ***"Design for Human Ecosystems - Landscape, Land Use, and Natural Resourses"*** - Polytechnic University, Pomona; publicação Van Nostrand Reinhold - Califórnia / Estados Unidos da América, 1985, 196p.

LYLE, John Tillman - ***"Regenerative design for Sustainable Development"***- Polytechnic University, Pomona; publicação John Wiley & Sons - Califórnia / Estados Unidos da América, 1994, 338p.

MALTHUS, Thomas Robert – "An Essay on the Principle of Population", 1798, London, Printed for J. Johnson in St. Paul's Churchyard.

MATTON, Ashley – "Decifrando o Declínio dos anfíbios– In: WORLDWATCH INSTITUTE - "Estado do Mundo 2001 – Relatório sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável", Salvador, UMA Ed., 2000, p. 68-88.

MEADOWS, D. H.. "The limits to Growth", Universe Books, New York, 1972.

MEADOWS, D. L., et al. "Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future", Chelsea Green Pub Co, 1993, 320p.

MENDLER, S.; ODELL, W. – "The HOK Guidebook to Sustainable Design", Committed to Sustainable Humanistic Design and Stewardship of the Environment, John Wiley & Sons, Inc. New York, 2000, 412p.

MENEGATI, Rualdo – ***" Atlas Ambiental de Porto Alegre"*** ; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Editora da Universidade do Rio Grande do Sul, 1998.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – "Balanço Energético Nacional-2000", dados obtidos por download no site *www.mme.gov.br*, em março de 2002.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – "Sociedade da Informação no Brasil – Livro Verde", Sociedade da Informação no Brasil, Brasília, 2000, 195p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – "Agricultura Sustentável" - Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA, Brasília, 2000, 190p.

_____ – ***"Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável" –*** Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA. Brasília, 2000, 222p.

_____ – ***"Cidades Sustentáveis***"– Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA. Brasília, 154p.

_____ – ***"Gestão dos Recursos Naturais" –*** Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA, Brasília, 2000, 200p.

_____ – ***"Infra-estrutura e Integração Regional" –*** Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA, Brasília, 2000, 140p.

_____ – ***"Redução das desigualdades Sociais"*** – Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira"- IBAMA, Brasília, 2000, 180p.

MOLLISON, *Bill* – ***"Introdução à Permacultura"***- Tradução André Luis Jaeger Soares – Fundação Daniel Efraim Dazcal, 1998, Brasília, Distrito Federal, 312p.

MORETTI, Ricardo. S. e LOPEZ, Mirtes M. L. – "Conservação de Água na habitação – análise de alternativas", In: NUTAU 2002 – Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano - Seminário Internacional – Anais; São Paulo, SP, 2002, p-1341-1347.

PROCESS, Architecture – ***"Passive and Low Energy Architecture***"- n.º 98. Tokyo, Japão, setembro 1991.

RATHMANN, Kurt – ***"Recycling and Reuse of Building Materials"***- Sustainable Architecture Module. Michigan University. Publicação da National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1999, (http://www.umich.edu/~nppcpub/).

REAL GOODS – "Solar Living Source Book – The Complete Guide To Renewable Energy Technologies & Sustainable Living". Executive Editor: John Schaeffer, Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, Vermont, 11th Edition, 2001.

REGISTER, Richard – ***"Ecocity Berkeley – Building Cities for a Healthy Future"***- North Atlantic Books, Berkeley, Califórnia, 1987, 140p.

REGISTER, Richard, PEEKS, Brady – ***"Village wisdom. Future cities."*** The Third International Ecocity and Ecovillage Conference, 8-12 jan. 1996. Oakland: Ecocity Builders, 1997.

REIS, Maurício J.L. – ***"ISO 14000 – Gerenciamento Ambiental – Um Desafio para a sua Competitividade"***- Editora Qualitymark, 1995, São Paulo, SP.

REVISTA BRASILEIRA DE BIOENERGIA – "Rio + 10- Iniciativa Brasileira de Energia / Brazilian Energy iniciative" - CEMBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, DESIGNUM Comunicação – Edição de lançamento, agosto de 2002.

ROAF, Susan C. – ***"Education in a Climate of Change"***- Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.11-16.

ROCHY MOUNTAIN INSTITUTE – ***"Green Development – Integrating Ecology and Real Estate"***- John Wiley & Sons, Inc, New York, 1998, 522p.

ROGERS, Richard - ***"Cities for a small planet"***.; editado por Philip Gumuchdjian, Estados Unidos da América, Westview Press, 1998, 180p.

ROGERS, Richard and POWER, Anne - ***"Cities for a small country"***.; Cambridge, Inglaterra, University Press, 2000, 310p.

ROLNIK, Raquel – "***Sustentabilidade e Gestão Urbana"*** . In: Cidades Sustentáveis : memória do encontro preparatório. São Paulo: SMA/GESP, 1997, p.15-22.

ROMERO, M. A; BERALDO, J. C. ; SAFT,J.B.; ABREU, F.L. –"Estudo de Viabilidade de um Regulamento Energético para o Estado de São Paulo", In: NUTAU 2002 – Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano - Seminário Internacional – Anais; São Paulo, SP, 2002, p-778-785.

ROVERS, Ronald – ***"Sustainable Building – An International Overview of Current and Future Activities"***- Proceedings of PLEA 2001 Conference – The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Renewable Energy for a Sustainable Development of Built Environment, November 7 to 9, 2001, Florianópolis, Brasil, p.27-35.

SACHS, Ignacy, Estratégias de transição para o século XXI. In : "***Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável***"; BURSZTYN, M.(Org.) et al., Ed. Brasiliense, 1994, p.29-56.

SAMPAT, Payal -"***Expondo a Poluição Freática***". In: *WORLDWATCH INSTITUTE – "Estado do Mundo 2001 – Relatótrio sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"*; Salvador, UMA Ed., 2000, p.22-51.

SANTOS, Milton – ***"Técnica Espaço e Tempo – Globalização e meio técnico-científico informacional"****. Editora Hucitec, 3ª edição, São Paulo SP, 1997, 190 p.*

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA) – *"****Agenda 21 em São Paulo"*** *– São Paulo, SP, Centro de editoração da Secretaria do Meio Ambiente, inverno de 2002.*

SERRA, Geraldo Gomes – ***"Sustentabilidade do Desenvolvimento Urbano"***- Projeto Temático sobre sustentabilidade desenvolvido pelo NUTAU, 2001, 167p.

_____ – ***"Terra , Espaço Natural e Forma Urbana"***- Tese de doutorado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1984.

SILVA, SANDRA R. Mota – "Indicadores de Sustentabilidade urbanas –perspectivas e as limitações de Operacionalização de um Referencial Sustentável"- Dissertação de mestrado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, da Universidade Federal de São Carlos, 2000, 260p.

SUSTAINABLE BUILDING – "Building labels in Denmark"- Aeneas Technical Publisher, 2001, vol.04.

_____ ***– "Adapted to climate (change)"-*** Aeneas Technical Publisher, 2002, vol.01

_____ ***– "In South America"-*** Aeneas Technical Publisher, 2002, vol.02.

_____ ***– "Sbo2 Conference in Oslo"-*** Aeneas Technical Publisher, 2002, vol.03.

THE ARCHITECTURAL REVIEW – ***"Seven points for the Millenniun"***, de novembro de 1999.

_____ – ***"Touching the Earth Lightly"***, , "***Atacama Oasis***", ***"Hanging Gardens"***, "***Green on Show***", "***The Burrowers***" ,de fevereiro de 1999.

_____ – ***"Sea and Sky"***, Centro Cultural, Nouméa, Nova Caledônia, de dezembro de 1998.

_____ – ***"Wood"***, ***"Trees of Knowledge"*** Extensão da Biblioteca de Barrington, Illinois, EUA, janeiro de 1997.

_____ – ***"Solar Gain"***, Casa Solar Breisach, na Alemanha, outubro de 1996.

_____ – ***"Customs Houses"***, Casa Nr. Jeddah, na Arábia Saudita, março de 1996.

_____ – ***"Green Architecture"***, texto extraído da páginas 37, 38 e 39, de setembro de 1990.

ULTRAMARI, Clóvis – ***"Das Falácias Naturalistas"***- Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos**"** Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet http://www.unilivre.org.br, outubro de 1999.

UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE , ***Secretaria Municipal do Meio Ambiente*** – ***"Cidade, Homem Natureza – Uma História das políticas ambientais de Curitiba"***. Curitiba, 1997, 142p.

USGBC – Unites States Green Building Council – "LEED™ – Leadership in Energy and Environmental Design – Rating System Version 2.0", Incluindo Project Checklist. Junho 2001. Obtido na internet em 13/01/02 no site www.eren.doe.gov/buildings/gbc2000/gbc.html

WCED – World Commission on Environmnt and Development – ***"Our Comon Future"*** – The Brundtland Report – Oxford, oxford University Press, 1987, 387p.

WILHEIM, Jorge - ***"As cidades na transição da História"*** - Boletim IEA – Instituto Estudos Avançados USP, São Paulo, SP, 1999, 10p.

WORLDWATCH INSTITUTE – ***"Estado do Mundo 2001 – Relatótrio sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável"***; Salvador, UMA Ed., 2000, 277p.

YEANG, Ken – "The Green Skyscraper – The Basis for Designing Sustainable intensive Building", Prestel, New York, 1999, 394 p.

ZANETTINI, Siegbert – ***"Razão e Sensibilidade"***. Resumo da tese de livre-docência apresentada à FAU/USP, em aula início curso, mimeo, 2000, 15p.

REFERÊNCIAS INTERNET

ARCHITETURAL AND URBAN DESIGN – UCLA
http://www.aud.ucla.edu/energy

BCSE – THE BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE ENERGY
http://www.bcse.org/

CENTER OF EXCELLENCE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
http://www.sustainable.doe.gov/buildings/

DOE – U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
http://www.eren.doe.go/

EEBA – ENERGY EFFICIENT BUILDING ASSOCIATION
http://eeba.org/

EPB – ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS GROUP
http://epb1.lbl.gov/

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
http://www.epa.gov/
http://www.epa.gov/ow

EREN – ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY NETWORK

http://www.eren.doe.gov/

EUROPEAN THEMATIC NETWORK – RECYCLING CONSTRUCTION
http://www/etnrecy.net

FUNDAÇÃO GAIA
http://www.fgaia.org.br. (Consulta realizada em maio de 2001).

IAI – Inter American Institute for Global Change Resource
http://www.aia.int/iai

IAR – INITIATIVE FOR ARCHITECTURAL RESEARCH
http://www.architecturesearch.org/

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
http://www.ibge.org.br

IEA – International Energy Agency
http://www.iea.org

LBL – ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABOTATORY.
http://www.lbl.gov/

NPPC – NATIONAL POLLUTION PREVENTION CENTER
http://www.snre.umich.edu/nppc

NREL – National Renewable Energy Laboratory
http://www.nrel.gov/

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU
http://www.um.org

RECICLAGEM DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO
http://www.recilcagem.pcc.usp.br

RECICLÁVEIS – PORTAL DA RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE
http://www.recicláveis.com.br

SOLID WASTE ON LINE
http://www.solidwaste.com

SOLSTICE – SUSTAINABLE ENERGY AND DEVELOPMENT ONLINE.
CREST – CENTER FOR RENEWABLE ENERGY AND SUSTAINABLE TECNOLOGY.
http://www.solstice.org/
http://www.solstice.crest.org/

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
http://www.ambiente.sp.gov.br
http://www.prodam.sp.gov.br/limpurb

SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E ÁGUA – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
http://www.recursoshidricos.sp.gov.br

SUSTAINABLE BUILDING ASSOCIATION EDUCATION.

US Green Building Center
http://www.usgbc.org

THE GAIA INSTITUTE
http://www.gaia-inst.org

THE NATIONAL RECYCLING FORUM
http://www.nfr.org.uk

UMICH - UNIVERSITY MICHIGAN
http://www.umich.ed/

UNIVERSIDADE DA ÁGUA
http://www.uniagua.org.br