



SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES: CONTEXTO INTERNACIONAL E ALGUMAS REFERÊNCIAS BRASILEIRAS NA ÁREA

**Roberto Lamberts (1); M^a. Andrea Triana. (2); Michele Fossati (3); Juliana Oliveira
Batista (4)**

(1) lamberts@ecv.ufsc.br; (2) andreatriana@floripa.com.br; (3) michele@ecv.ufsc.br; (4)
juliana@labeee.ufsc.br

1. INTRODUÇÃO

O modelo atual de crescimento econômico tem apresentado diversos entraves na relação entre o homem e o ambiente natural, em virtude de fatores como: **1)** o alto crescimento populacional; **2)** a desigualdade de ingressos onde uma grande parcela da população tem elevados índices de pobreza; **3)** os padrões de consumo, em especial dos países com maior desenvolvimento, que usam grandes quantidades de recursos para satisfação de suas necessidades; **4)** a falta de planejamento das cidades, principalmente nas zonas urbanas; **5)** a frequência e intensidade crescente dos desastres naturais, devido a mudanças climáticas ocasionadas pela própria interação do homem com o meio (causando custos humanos e financeiros muito altos); **6)** o consumo da terra e a exploração não planejada das florestas.

A busca por um desenvolvimento sustentável traz a indústria da construção civil a foco. Bourdeau (2000) considera este setor da sociedade de tal importância que a maioria das outras áreas industriais perde em comparação. As habitações e as necessárias infra-estruturas para transportes, comunicação, suprimento de água, esgoto e energia para atender as necessidades da crescente população do mundo propõem o desafio central da construção sustentável.

Agopyan (2000) aponta como sendo do início da década de 90 as primeiras medidas consistentes no Brasil em busca de uma construção mais sustentável, com estudos mais sistemáticos e resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia. Mais recentemente, o autor observa algumas mudanças no que diz respeito à redução do consumo energético na produção de insumos como o cimento e a cerâmica de revestimento; à utilização de resíduos (reciclagem) na produção de componentes como barras de aço e cimento; à preocupação para a redução das perdas e desperdício nos canteiros de obras; à decisão do Ministério do Meio Ambiente em regulamentar a disposição do entulho¹ e ao

¹ A Resolução 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é uma lei de responsabilidade para com os resíduos provenientes das atividades da construção civil. Como no caso de pilhas e baterias, que devem ser recolhidas pelo fabricante para não causar danos ambientais, essa lei determina que o manuseio e destinação do entulho das obras serão responsabilidades dos construtores. O construtor deve evitar a geração de resíduos, reutilizando e reciclando sempre que possível. Quanto à destinação, em nenhuma circunstância os resíduos poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota-fora, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2002).

Neste sentido o Sinduscon de São Paulo (Sindicato da Indústria da Construção de São Paulo) publicou o "Manual de Gestão de Resíduos de Obras", disponível para download no site do Sinduscon SP - <http://www.sindusconsp.com.br> onde mostra como as construtoras devem segregar e destinar corretamente os resíduos das obras.

lançamento no mercado de produtos economizadores de água e energia. A atitude observada na órbita do governo federal, que no ano de 2000 ampliou o escopo do PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional para PBQP-Habitat (englobando desta maneira as áreas de saneamento, infra-estrutura e transportes urbanos), também pode ser considerado um sinal de que a produção de habitações não mais é tratada como uma atividade isolada, mas como parte da criação do habitat urbano.

Apesar de serem muito úteis, representando uma mudança de mentalidade, essas medidas ainda são consideradas pontuais. Observa-se que na construção civil internacional a tendência de considerar o meio ambiente já está presente não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas pela escassez de recursos que exige melhor controle e uso racional dos materiais. Além disso, incentivos fiscais são concedidos a empresas que incluem entre as suas estratégias a preocupação com o meio ambiente.

É dentro desta perspectiva que aparecem as chamadas edificações sustentáveis, concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas. O primeiro ponto a se considerar na busca deste tipo de edificação é que as preocupações devem começar desde o projeto, prosseguirem durante a construção e participarem da etapa de utilização. O projeto (concepção) da edificação torna-se uma etapa fundamental, quando já devem ser considerados aspectos ambientais, o entorno e a gestão dos recursos. O momento da especificação dos materiais também é importante, onde deve-se privilegiar materiais naturais e/ou pró-meio ambiente e recicláveis em geral.

Neste sentido, a construção civil pode exercer um importante papel na preservação do meio ambiente, visto que sua escala de produção utiliza uma grande quantidade de recursos naturais e seus produtos, as edificações, têm elevado impacto no consumo de energia e água. Desta maneira, mudanças no tratamento de questões ambientais representam importantes oportunidades de desenvolvimento para vários setores da cadeia produtiva. Entre as principais ações relacionadas a esta estratégia pode-se destacar:

- adoção de um novo paradigma de projeto, no qual as soluções são avaliadas considerando o ciclo de vida da edificação (incluindo custos de operação, uso, manutenção e desmontagem das edificações) e não apenas seus custos iniciais;
- utilização de soluções que aumentem a flexibilidade das edificações e facilitem reformas e modernizações, como por exemplo, a reposição de componentes e subsistemas;
- utilização de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida;
- introdução de melhorias nos projetos e na gestão da produção, reduzindo a geração de resíduos nos canteiros de obras e proporcionando uma destinação adequada àqueles que são inevitavelmente gerados;
- reutilização ou reciclagem de resíduos industriais e agrícolas pela construção civil, incluindo os próprios resíduos produzidos na construção e demolição de edificações.

Neste contexto, a introdução de mecanismos para a gestão dos requisitos ambientais ao longo do processo de projeto aparece como uma alternativa importante para suprir a carência dos requisitos expostos anteriormente, garantindo, desde a concepção do projeto, um empreendimento voltado à economia de energia e água, redução da produção de resíduos nos canteiros de obras, redução de custos ao longo da vida útil do empreendimento e bem estar ao usuário.

2. CONSUMO DE RECURSOS NATURAIS NAS EDIFICAÇÕES

A construção e o uso dos edifícios são um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% de sua colheita de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados (Wines, 2000). Esta indústria responde também pelo processo de contaminação atmosférica, sendo responsável por uma grande parcela das emissões de CO₂, principal gás responsável pelo efeito estufa. No Brasil, a indústria cimenteira contribui atualmente com 6% a 8% do CO₂ emitido (CDIAC, 2000 apud JOHN, 2000).

Em função do modo de vida e das crescentes exigências de conforto da população (gerado principalmente por meio de sistemas e equipamentos supridos com **energia** proveniente de fontes não renováveis), o consumo energético tem aumentado no mundo todo, sendo os países mais desenvolvidos os que apresentam maior consumo (Figura 1). Dentro do panorama nacional, as edificações consomem, para uso e manutenção, 44% do consumo total de energia elétrica do país, distribuído entre os setores residencial (22%), comercial (14%) e público (8%) (Brasil, BEN, 2005). Salienta-se que nesta estimativa ainda não é levada em consideração a parcela de energia embutida nos materiais que compõem as edificações.

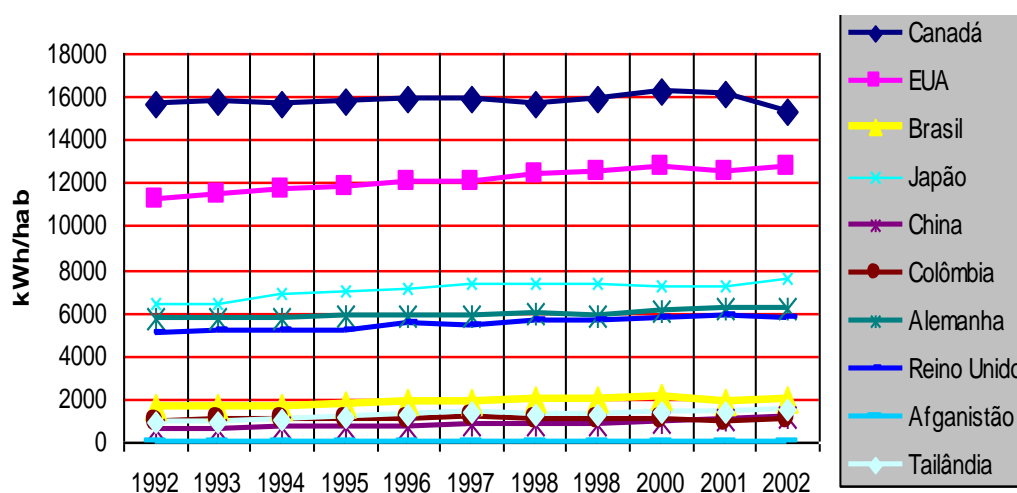


Figura 1 – Evolução do consumo de energia elétrica por habitante em alguns países. (U.S CENSUS BUREAU; EIA-ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, Official Energy Statistics from the U.S. Government)

O consumo e uso da **água** é outro critério importante a ser considerado quando se fala em edificações sustentáveis, principalmente porque a água encontra-se distribuída de forma desigual no mundo (Figura 2). Estima-se que apenas 2,5% da água do planeta seja própria para o consumo; sendo que a maior parte desta encontra-se na forma de gelo polar ou em camadas profundas e inacessíveis. Assim sendo, a quantidade de água potável acessível em lagos, rios ou represas, representa algo em torno de 0,01% do total da água no planeta (UNEP, 2002). Além disso, o consumo de água no mundo vem aumentando exponencialmente e Lemos (2003) alerta que apenas para o atendimento da demanda futura para fins urbanos seriam necessários investimentos na ordem de 11 a 14 bilhões de dólares por ano, durante os próximos trinta anos. Segundo projeções da ONU, no ano de 2025 dois terços da população mundial (ou 5,5 bilhões de pessoas) viverão em locais que sofrem com algum tipo de problema relacionado à água.

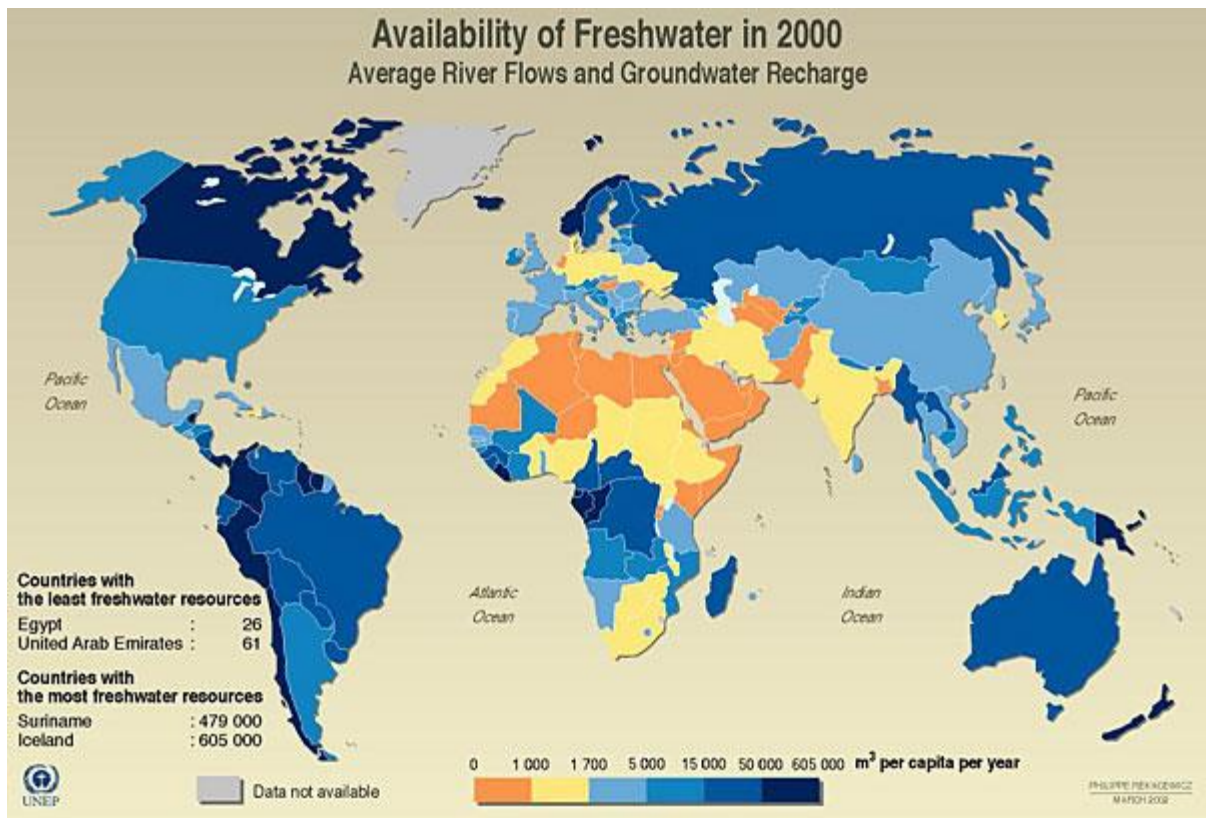


Figura 2. Disponibilidade de água potável no mundo em 2000. (UNEP, 2000)

A **concentração de CO₂** é outro dos problemas importantes ocasionados pelo desenvolvimento da sociedade e que teve grande aumento nos últimos anos. Se continuarmos na tendência de crescimento atual (os Estados Unidos, por exemplo, são responsáveis por mais de 20% das emissões de CO₂ no mundo), estaremos cada vez mais longe do nível de sustentabilidade estabelecido no protocolo de Kyoto, sendo necessário, entre outras estratégias, o desenvolvimento de tecnologias mais ecologicamente corretas.

Dados do último relatório do *International Panel on Climate Change* – IPCC apresentado em maio de 2007, em Bangkok, Tailândia, mostram que as emissões globais de gases causadores do efeito estufa vêm aumentando desde a era pré-industrial, com um crescimento de 70% entre 1970 e 2004. Com as atuais políticas sobre mudanças climáticas e práticas de desenvolvimento sustentável relacionadas, estas emissões continuarão a crescer nas próximas décadas (Figura 3).

De acordo com Zakaria (2007), a maioria dos estudos prevê que o consumo de energia no mundo vai dobrar até o 2050 e a China e a Índia serão grandes responsáveis por este aumento. Os dois países estão construindo 650 termelétricas, sendo que a emissão de CO₂ delas todas será cinco vezes maior que a economia que o acordo de Kyoto assinado em 1997 obteria, se todos os países ocidentais tivessem aderido às suas metas, o que não ocorreu.

Na tentativa de reverter este quadro, o Relatório do IPCC (2007) apresenta alternativas tecnológicas para os setores identificados como principais fontes poluidoras: suprimento de energia, transporte, indústrias, edifícios, agricultura, queimadas de florestas, incineração de resíduos.

Dentre as opções de curto e médio prazos, o Relatório classifica com alto grau de certeza que opções de eficiência energética para edifícios novos e existentes podem reduzir consideravelmente as emissões de CO₂ com benefícios econômicos, destacando que:

- até 2030, aproximadamente 30% das emissões de gases causadores do efeito estufa previstas no setor de edificações pode ser evitadas;
- edifícios eficientes energeticamente, além de limitar o crescimento das emissões de CO₂, podem melhorar a qualidade do ar interno e externo, melhorar o bem estar social e promover segurança em relação à energia.

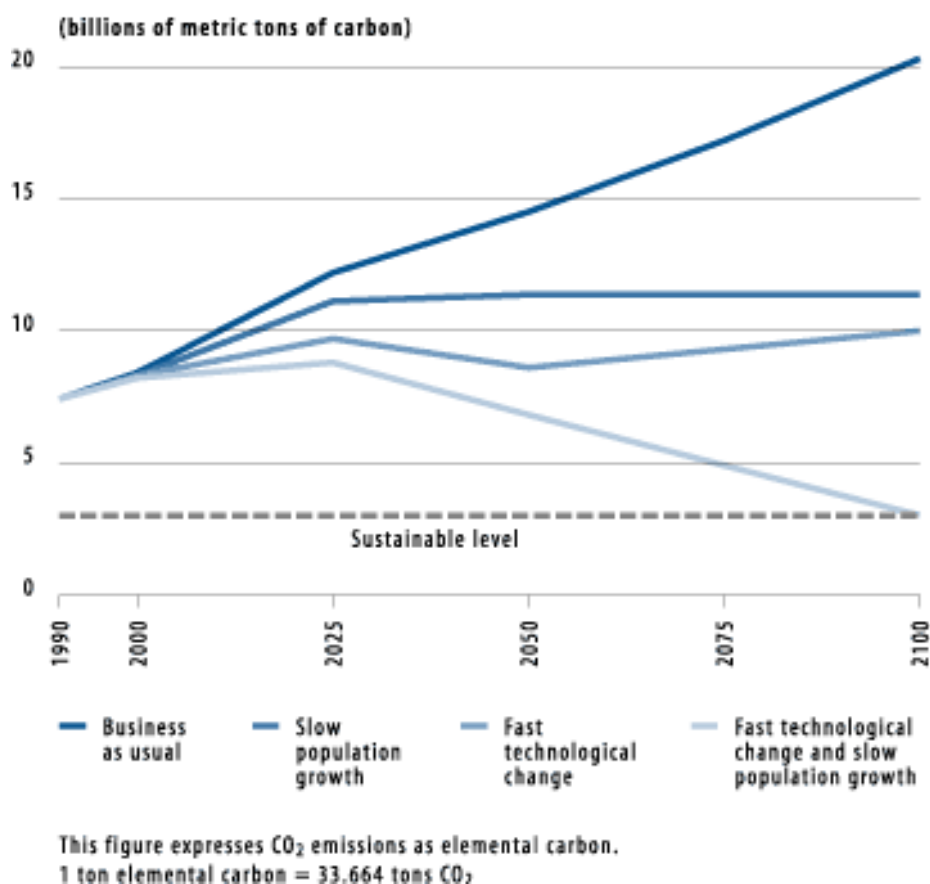


Figura 3. Projeções de emissões de CO₂ de acordo com diferentes hipóteses sobre população e tecnologia (UNITED NATIONS POPULATION FUND – UNFPA, 2001)

Desta forma, o alto consumo dos recursos naturais e o desenvolvimento insustentável que temos experimentado até agora está ocasionando conseqüências econômicas graves, alterações dos ciclos na fauna, secas, aumento na frequência e violência dos furacões e tempestades tropicais, redução na camada de ozônio e aquecimento global provocado pelo efeito estufa (que entre outras conseqüências traz o derretimento das calotas polares, elevação dos níveis do mar, devora áreas de terra, contamina os reservatórios de água doce e provoca a migração de populações costeiras).

Tudo isto coloca hoje mais do que nunca em evidência a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável em todos os níveis, e em especial às edificações, visto que a forma como são projetadas, construídas e usadas influenciam diretamente no consumo de recursos e no conforto e saúde da população que nelas interage.

3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A preocupação com o desenvolvimento e o meio ambiente não é nova. Nos últimos anos, a discussão global tem se formado em torno de estratégias necessárias para garantir desafios inter-relacionados de construções saudáveis social, econômica e ambientalmente. Mas este

diálogo teve sua origem na fusão do movimento ambiental e do desenvolvimento internacional pós II Guerra Mundial. Muitas pessoas consideram 1962 como o ano em que se começou a entender quão próximo o meio ambiente e o desenvolvimento estão ligados. Neste ano, Rachel Carson publicou o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), apresentando pesquisas sobre toxicologia, ecologia e epidemiologia e desmistificando a suposição que o ambiente tem uma infinita capacidade de absorver poluentes (IISD, 1997).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido pela primeira vez no Clube de Roma em 1968, como uma contestação ao modelo econômico adotado pelos países industrializados. Ali se introduziu a preocupação ambiental como necessária ao crescimento econômico (Wines, 2000).

Ao longo do tempo, percebe-se que a visão de progresso (que se confundia com o domínio e transformação da natureza onde os recursos naturais eram vistos como ilimitados) e a preservação ambiental (que se limitava à criação de parques e áreas especiais destinadas à preservação de amostras da natureza para evitar a extinção de espécies) passaram a ser insuficientes. Inicialmente, o engajamento com o meio ambiente estava associado a claras e visíveis catástrofes, mas lentamente foi-se compreendendo que qualquer consumo excessivo ou ineficiente de recursos é atualmente, nem mais nem menos, do que um abuso ao meio ambiente (Sjöström, 2000).

A partir dos anos 70, observa-se a evolução de uma preocupação internacional em relação às conseqüências da então atual forma de desenvolvimento, em virtude da constatação da velocidade de deterioração, e até mesmo da eliminação, de alguns recursos ambientais. Convenções internacionais passam a ser realizadas e metas definidas para a desaceleração do consumo de recursos naturais, podendo-se citar a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972); a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985); o Protocolo de Montreal (Montreal, 1987); a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO'92 (Rio de Janeiro, 1992), Conferência das Nações Unidas (Istambul, 1996) e o Protocolo de Kyoto (1997).

Na Reunião N.º. 42 da ONU, de 1987, quando a primeira ministra norueguesa Brundtland preparou um informe intitulado *Our common future*, foi introduzido pela primeira vez o termo *Sustainable development* ou desenvolvimento sustentável, apregoando que o desenvolvimento deve responder às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades (Brundtland, 1987). Contudo, ao longo dos anos o entendimento ou interpretação da sustentabilidade nas construções tem passado por mudanças. Inicialmente, a ênfase estava em como lidar com recursos limitados, especialmente energia, e como reduzir os impactos sobre o meio ambiente. Na década passada, o enfoque estava baseado em requisitos mais técnicos da construção como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. A seguir, a compreensão do significado dos aspectos não técnicos começou a crescer e as questões sociais e econômicas passaram a ser consideradas cruciais para o desenvolvimento sustentável nas construções, devendo receber tratamento específico em qualquer definição. Mais recentemente, também os aspectos culturais e as implicações do patrimônio cultural do ambiente construído passaram a ser considerados relevantes para a construção sustentável (Sjöström, 2000).

No Habitat II (1996) em Istambul, os profissionais definiram a aplicação do desenvolvimento sustentável para o setor da construção. Tal iniciativa provocou repercussão imediata, pondo em evidência riscos para a saúde por parte de certos materiais como o amianto e despertando o interesse da opinião pública para a preservação do meio ambiente e criação de um entorno saudável. A partir daí, profissionais e indústrias européias de construção começaram a considerar a dimensão ecológica, surgindo normas, regulamentações e incentivos financeiros em países como Alemanha (Habitat Passivo), França (RT 2000) e Suíça (selo Minergie)

(Wines, 2000). Embora a maioria dos países coloque em primeiro plano os próprios interesses econômicos, tem-se visto grandes avanços onde os governos estão considerando a sustentabilidade como um tema central para direcionar o seu desenvolvimento.

O desenvolvimento sustentável envolve inúmeras áreas e um trabalho multidisciplinar. Os principais esforços na redução do consumo dos recursos nas edificações devem estar focados nos projetos, visto que considerar a sustentabilidade nos projetos de arquitetura apresenta-se como uma alternativa cada vez mais crescente na arquitetura do mundo todo. Entretanto, as fases de construção e operação do edifício também são importantes e não devem ser menosprezadas.

4. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES

Vários países no mundo têm ou estão produzindo leis e incentivos para edificações que sejam projetadas de forma ambientalmente responsável e com alto desempenho. Em muitos deles existem sistemas de certificação ambiental para edificações nos quais se reconhece os melhores desempenhos das edificações em relação a usarem mais critérios de sustentabilidade. Os sistemas de certificação começaram na Europa e essa forma de incentivo difundiu-se em outros países da América (principalmente no Canadá e nos USA) e hoje outros países como Japão, Austrália, México, entre outros, também tem seu próprio sistema de certificação.

Entre os principais sistemas de avaliação ambiental de edificações podem-se destacar:

- **LEED** - *Leadership in Energy and Environmental Design*. USA (<http://www.usgbc.org>)
- **BREEAM** e **ECOHOMES** - *BRE Environmental Assessment Method*. Reino Unido. (http://www.bre.co.uk/services/BREEAM_and_EcoHomes.html)
- **CASBEE** - *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*. Japão. (<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/>)
- **HQE** – *Haute Qualité Environnementale des Batiments*. França. (<http://www.cstb.fr>)
- **GREEN STAR**– Austrália. (<http://www.gbcaus.org/>)

Todos estes sistemas de avaliação são membros do **World GBC** – *World Green Building Council* (<http://www.worldgbc.com>), o Conselho de edificações verde mundial. Muitos outros países estão em vias de formar seu próprio conselho e estabelecer um sistema de certificação ambiental.

Em alguns países esta busca também tem partido de incentivos governamentais, como prêmios ou regulamentações. Nos Estados Unidos, por exemplo, estados como Washington exige que todos os seus edifícios públicos tenham o selo verde do LEED na categoria *Gold* (Ouro).

5. INICIATIVAS BRASILEIRAS OBJETIVANDO CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

O Brasil ainda não tem um sistema de avaliação próprio, mas recentemente foi criado o **CBCS** – **Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis**, com a participação de diversos membros representantes da academia e do setor produtivo ligado a edificações. O Conselho está trabalhando na busca de diretrizes, trabalhos e pesquisas que norteiem o rumo das construções sustentáveis brasileiras.

Em relação às iniciativas de construções sustentáveis e metodologias de avaliação ambiental de edificações brasileiras, pode-se destacar:

5.1 Tecnologias para a Construção Habitacional mais Sustentável

Projeto com previsão de conclusão em final de 2007, cujo objetivo é desenvolver uma metodologia de avaliação ambiental de edificações residenciais, propondo soluções adequadas à realidade brasileira, para tornar a construção habitacional mais sustentável. O foco se encontra no setor residencial (www.labeee.ufsc.br/finep). Este projeto é um trabalho conjunto de várias universidades (Universidade Federal de Santa Catarina; Escola Politécnica da USP; Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP; Universidade de Uberlândia e a Universidade de Goiás) e conta com os patrocínios da FINEP, CNPQ, CAIXA, Sinduscon da Grande Florianópolis, Takaoka-SP e Cediplac.

Entre os temas considerados estão sendo estudados:

1. Gestão do empreendimento
2. Qualidade do ambiente externo e infra-estrutura
3. Seleção de materiais, componentes e sistemas
4. Canteiro de obras
5. Água
6. Energia
7. Qualidade do ambiente interno e saúde
8. Uso, operação e manutenção

Está em desenvolvimento um site do projeto no qual serão disponibilizados os resultados dos trabalhos desenvolvidos pelo grupo sobre os diversos temas, em relação à: 1) Levantamento do estado da arte; 2) Proposição de políticas públicas; 3) Sugestão de inovações tecnológicas; 4) Proposição da metodologia de avaliação ambiental de edificações e 5) Produção de manuais para implementação da metodologia de avaliação.

A metodologia de avaliação encontra-se em andamento e está considerando cada um dos temas estudados como uma das categorias da mesma. Para sua elaboração foram estudados os parâmetros existentes nas metodologias de avaliação internacionais, considerando o foco residencial proposto, além das etapas descritas anteriormente. A metodologia está embasada nas normas brasileiras existentes para cada um dos temas e está sendo proposta em função do desempenho da edificação com três níveis possíveis para cada categoria, diferente do sistema de créditos apresentado pela maioria das metodologias internacionais.

O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina participa no estudo do tema de energia.

5.2 Tese de doutorado: “Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica”

Defendida por (SILVA, 2003) é considerado o trabalho pioneiro sobre sustentabilidade no Brasil. A tese demonstrou que importar métodos estrangeiros existentes não é a melhor solução para avaliar edifícios de escritórios no Brasil e que um método de avaliação deveria ser desenvolvido considerando as prioridades, condições e limitações brasileiras. Demonstrada a veracidade da hipótese, a autora passou à proposição de diretrizes; à reunião de uma base metodológica e ao início do desenvolvimento de um método para avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros ao longo do seu ciclo de vida. No modelo sugerido, os limites do sistema foram definidos para abranger a etapa de construção e uso do edifício, assim como a avaliação dos agentes envolvidos no processo, iniciando pela

empresa construtora. A estrutura de avaliação e uma lista abrangente de indicadores a ela relacionados foram submetidas à consulta de partes interessadas da construção civil do Estado de São Paulo. A autora constatou que o mercado não está preparado para, a curto prazo, medir ou ser avaliado por um método sofisticado, sugerindo, desta feita, que um método simplificado e uma estratégia gradual de implementação fossem propostos.

5.3 Tese de doutorado: “Proposição de uma ferramenta para avaliação e classificação da sustentabilidade de edifícios comerciais brasileiros”

Atualmente em desenvolvimento por Michele Fossati, apresenta como objetivo principal o estabelecimento de critérios e determinação de parâmetros que auxiliem na avaliação e classificação da sustentabilidade de projetos para novas edificações comerciais brasileiras, especificamente edifícios de escritórios. O foco na etapa de projeto foi definido uma vez que esta etapa exerce maior influência nos custos da construção; a possibilidade de intervenção é muito maior que nas outras etapas do empreendimento e as decisões de projeto e a especificação de materiais e componentes afetam diretamente o consumo de recursos naturais e de energia, bem como a otimização ou não da execução e o efeito do edifício no seu entorno.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado primeiramente um levantamento das diversas metodologias de avaliação ambiental consagradas internacionalmente e a identificação dos requisitos por elas exigidos. De posse desta coletânea de requisitos, foi elaborado um checklist separando-os em sete categorias: 1) Gestão; 2) Uso e ocupação do solo; 3) Materiais e recursos; 4) Água; 5) Energia; 6) Transporte e acessibilidade e 7) Qualidade do ar interno e saúde. Este checklist foi submetido a no mínimo dois especialistas de cada categoria: um especialista acadêmico e outro do meio técnico, que avaliaram a pertinência e aplicabilidade de tais requisitos para a realidade brasileira. Com base no checklist revisado, foi realizado um levantamento de dados em 17 edifícios de escritórios de Florianópolis. A amostra dos edifícios foi baseada num levantamento dos edifícios comerciais de Florianópolis junto à Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos – SUSP, sendo que todos os edifícios comerciais, com três ou mais pavimentos, com pavimento garagem e projetos aprovados entre 2000 e 2005 fazem parte da amostra. A limitação da data de aprovação do projeto serviu para avaliar se os empreendimentos mais novos já apresentam alguma preocupação com a sustentabilidade e identificar quais são estes requisitos incluídos nos projetos. O levantamento de dados foi realizado por meio de análises de projetos, visitas *in loco* às edificações que já estão em uso e entrevista com projetistas, construtores e responsáveis pela manutenção do edifício.

A etapa atual de trabalho é a finalização do levantamento dos dados, cujos resultados servirão de *benchmarks* para a formulação da ferramenta de avaliação da sustentabilidade dos edifícios comerciais brasileiros.

5.4 Tese de doutorado: “Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras”

O objetivo da pesquisa de TAVARES (2006) foi identificar e quantificar os eventos significativos que influenciam o consumo de energia, em todas as suas fontes, ao longo do ciclo de vida de edificações residenciais brasileiras. Foi proposta uma metodologia para o cálculo total de energia embutida na edificação em contraponto ao consumo operacional pelos usos finais de equipamentos da edificação. A metodologia foi aplicada em cinco modelos que simulam as principais características físicas e ocupacionais das edificações residenciais brasileiras considerando um ciclo de vida de 50 anos. Como um parâmetro de sustentabilidade foi calculada a geração de CO₂ por fases do ciclo de vida e materiais utilizados. Os resultados

entre os cinco modelos apresentam valores de consumo energético no ciclo de vida da ordem de 15,01 GJ/m² a 24,17 GJ/m², considerados baixos em comparação aos valores internacionais de países desenvolvidos, na ordem de 50 GJ/m² a 90 GJ/m²; porém as condições climáticas desses elevam o consumo operacional para climatização. A energia embutida inicial variou de 4,10 GJ/m² a 4,90 GJ/m² e a total de 5,74 GJ/m² a 7,32 GJ/m², o que equivale a 29% a 49% de todo o ciclo de vida, destacando a relevância sobre a energia embutida. Nos resultados destacam-se ainda a geração de CO₂, as influências no consumo de energia pelas diferentes tipologias, renda familiar, número de habitantes e área construída; além da quantidade de energia consumida no processo de fabricação dos materiais empregados e em etapas indiretas como o desperdício e transportes.

5.5 Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos:

A **Lei Nº 10.295** de 17 de outubro de 2001, (regulamentada pelo Decreto Nº 4.059 de 19 de dezembro de 2001) foi criada após a crise energética de 2001. Ela dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia, estabelecendo que os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como as edificações construídas, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica coordenados pelo Ministério de Minas e Energia.

Com base nessa lei foi pensada a “Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos” para o Brasil.

Este projeto foi desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (Labeee) da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, através do convênio com a Eletrobrás como parte do programa PROCEL Edifica e está disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.html>.

A regulamentação foi aprovada em setembro de 2006 pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE e pelo Ministério de Minas e Energia – MME e é de caráter voluntário. Já se encontra em período de testes e após cinco anos será de caráter obrigatório. É utilizada para edifícios com área mínima de 500 m² ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV.

A etiquetagem avalia as edificações a partir do desempenho de três requisitos aos quais são atribuídos diferentes pesos:

- eficiência e potência do sistema de iluminação com peso 30%,
- eficiência do sistema de condicionamento de ar com peso 40%, e
- desempenho da envoltória com peso 30%.

Além disto há outras iniciativas que podem aumentar em até um ponto a classificação geral da edificação, sendo que a classificação geral do edifício varia de nível A (mais eficiente) até nível E (menos eficiente).

5.6 Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais:

O convênio do LabEEE/UFSC com a Eletrobrás como parte do programa PROCEL Edifica também visa a elaboração de uma regulamentação para etiquetagem de eficiência energética para o setor residencial. Esta regulamentação está sendo desenvolvida na mesma linha da regulamentação para etiquetagem de edifícios comerciais, e se encontra também em acordo

com o desenvolvimento do subprojeto energia do projeto Finep “Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável” anteriormente descrito. A etiquetagem leva em consideração a envoltória da edificação, iluminação natural e artificial, condicionamento do ar e aquecimento de água. Pretende-se aprovar esta regulamentação até o final de 2007.

5.7 Projeto Casa Eficiente:

A Casa Eficiente, localizada em Florianópolis-SC, é resultado de uma parceria firmada entre a ELETROSUL/ELETRONBRAS/PROCEL e o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina (Figuras 4, 5 e 6). O projeto arquitetônico, de autoria das arquitetas Alexandra Albuquerque Maciel e Suely Ferraz de Andrade, incorpora estratégias de adequação climática, eficiência energética e uso racional da água, as quais foram reunidas em uma edificação residencial que funciona como vitrine de tecnologias e laboratório de pesquisa (MACIEL et al, 2006) (Casa Eficiente, 2006).



Figura 4. Casa Eficiente: fachada sul (LABEEE, 2006)



Figura 5. Vista das fachadas leste e norte (LABEEE, 2006)

Dentre as estratégias incorporadas ao projeto, podem-se destacar:

- orientação da edificação definida em função das condições de insolação e ventilação do entorno, visando o aproveitamento da radiação solar para geração de energia fotovoltaica e aquecimento de água, bem como a captação dos ventos predominantes;
- aproveitamento da ventilação cruzada, favorecida pela disposição das esquadrias em fachadas opostas em cada ambiente;
- emprego de dispositivos de sombreamento nas aberturas: proteções solares projetadas de acordo com as condições de exposição solar de cada fachada, e venezianas incorporadas às esquadrias;
- emprego de elementos redutores da velocidade do vento sul, indesejável no inverno;
- concentração da área molhada no lado oeste (cozinha, área de serviço e banheiro), privilegiando os ambientes de maior permanência com a localização no lado leste;
- emprego de materiais isolantes térmicos nas paredes externas e coberturas e utilização de vidros duplos nas esquadrias, favorecendo o isolamento térmico e acústico dos ambientes;
- uso de teto-jardim, para redução dos ganhos de calor advindos da cobertura;

- uso de materiais renováveis e de produção local, com menor impacto ambiental (madeira de florestamento, aproveitamento do entulho do antigo piso existente no local como agregado na composição do concreto);
- resgate de soluções termicamente adequadas da arquitetura vernacular, a exemplo do fogão a lenha, aquecendo o interior da casa no inverno;
- aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis (descarga do vaso sanitário, lavagem de roupas e de piso);
- tratamento de efluentes de banho, lavagem de roupas e lavatório em um leito cultivado (zona de raízes), para utilização na irrigação do jardim;
- uso de coletores solares para aquecimento de água e aquecimento ambiental nos quartos;
- uso de eletrodomésticos com selo de eficiência energética (selo PROCEL);
- geração de energia solar fotovoltaica interligada à rede;
- acessibilidade para portadores de necessidades especiais.



Figura 6. Vista externa da Casa Eficiente, observando-se o painel fotovoltaico (cobertura central) e coletores solares orientados a Norte (LABEEE, 2006)

Atualmente a Casa Eficiente é também a sede do LMBEE (Laboratório de Monitoramento Bioclimático e Eficiência Energética), responsável pelo desenvolvimento de pesquisas científicas destinadas a avaliar o desempenho termo-energético da Casa Eficiente, bem como a eficácia das estratégias de uso racional da água incorporadas ao projeto. Os resultados do monitoramento, em fase de implementação, serão divulgados ao público através da internet.

Site do projeto: <http://www.casaeficiente.com.br>

5.8 Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis – CETHS:

Projeto desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE, vinculado ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil (CPGEC) e ao Departamento de Engenharia Civil da UFRGS.

O objetivo foi construir um centro de demonstração e divulgação de tecnologias sustentáveis, destinado a habitações de interesse social para Porto Alegre. Visou à incorporação de aspectos de sustentabilidade num programa que previu a implantação de um projeto sustentável completo, que abrange desde aspectos referentes à unidade habitacional até aspectos relativos à infra-estrutura urbana da área (SATTLER et al., 2003; CETHS, 2001). Dentro do projeto foi desenvolvido um protótipo de habitação (Figura 7), que considera diferentes critérios de sustentabilidade, entre os quais:

- edificações projetadas de acordo a princípios bioclimáticos, com uso de técnicas solares passivas;
- uso de biodigestores no processamento de resíduos para produção de biogás;
- uso de isolamento térmico para telhado, paredes e piso. No telhado propõem a utilização de chapas de *offset* reutilizadas como isolante;
- uso de fontes de energia alternativas, através da previsão da instalação progressiva de sistemas como células fotovoltaicas e turbinas eólicas, e do uso de energia solar para aquecimento de água;
- uso de fogão a lenha, aproveitado para cocção de alimentos, aquecimento do ambiente e aquecimento de água para banho;
- uso de catavento (energia eólica) para ajudar no bombeamento da água do poço artesiano até o reservatório;
- uso de paisagismo produtivo, como barreira para ventos e para evitar ganho solar indesejável;
- programa espacial flexível que pode ser ampliado através de um espaço de trabalho ou quarto.

Site do projeto: <http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/ceths/index2.htm>



Figura 7 – Vista exterior protótipo habitacional CETHS. (CETHS, 2001)

5.9 Projeto Primavera Office Green:

Edifício comercial projetado para a Primavera ABPS por *MOS Arquitetos Associados*. Foi desenvolvido tendo como objetivo uma certificação LEED e será construído na cidade de Florianópolis-SC. Foi ganhador do III Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa 2006 (Brasil), na categoria *Green Building* (Figuras 8 e 9).



Figura 8. Perspectiva Edifício Primavera Office Green (PRIMAVERA ABPS)

A certificação LEED do USGBC foi o eixo norteador das ações desenvolvidas em todas as etapas de projeto, o que causou uma dinâmica diferente da que se têm normalmente nos projetos. Foram realizados diversos estudos e consultorias entre os quais inicialmente foram dadas diretrizes gerais de projeto para cada projetista contendo as metas a serem atingidas e a forma de implementá-las. Este trabalho envolveu equipes de trabalho de diversas áreas: arquitetura, sistemas de condicionamento de ar, elétrica, hidro-sanitária, estrutural, construção, consultores ambientais e o empreendedor, tendo-se como premissa inicial constante o conceito de sustentabilidade na edificação e que o projeto atingisse a certificação LEED (Triana, Lamberts et al, 2006). O LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética da UFSC) e o LabCon (Laboratório de Conforto ambiental da UFSC) foram consultores no processo de desenvolvimento sustentável do projeto.

A certificação LEED avalia: implantação sustentável, uso racional da água, eficiência energética, materiais e recursos e qualidade ambiental interna da edificação. Algumas das estratégias implementadas no projeto são mostradas na Figura 9 a seguir.

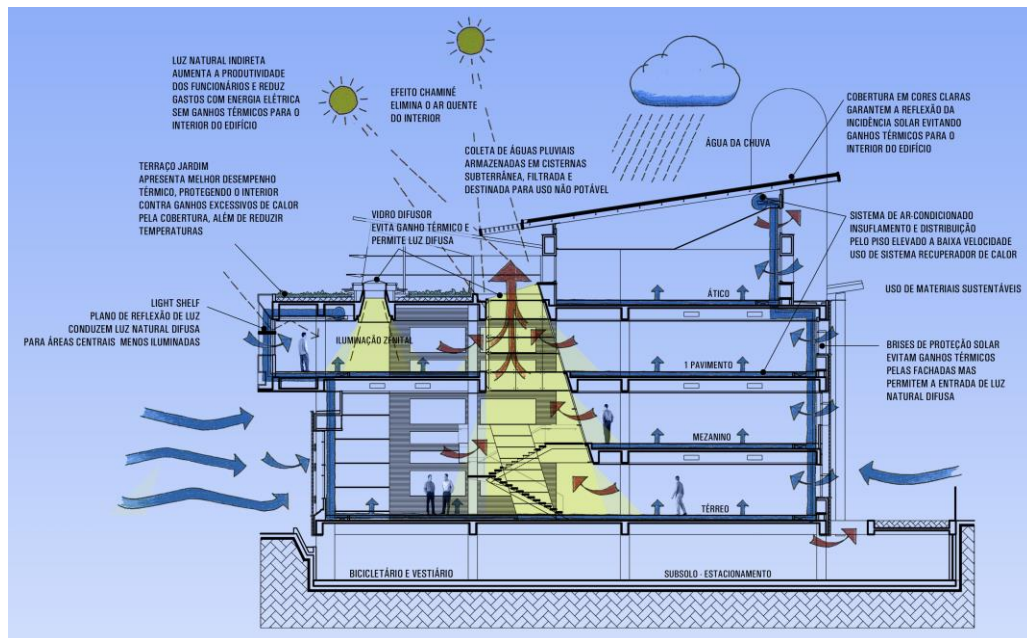


Figura 9. Corte com estratégias Edifício Primavera Office Green (PRIMAVERA ABPS)

6. DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL

Para as edificações atingirem um nível de sustentabilidade devem seguir umas diretrizes que segundo Triana (2005), podem estar englobadas nas seguintes categorias e são descritas a seguir:

- Escolha de um entorno sustentável;
- Uso racional dos recursos naturais;
- Promoção e manutenção da qualidade ambiental interna da edificação;
- Características do projeto;
- Aspectos sócio-econômicos.

6.1 Escolha de um entorno sustentável

Escolha de local para o projeto de acordo com critérios de sustentabilidade: Para novos projetos deve-se dar preferência à implantação de empreendimentos em áreas urbanas com infra-estrutura existente, privilegiar a revitalização urbana e a urbanização de áreas degradadas.

Para evitar processos de erosão, o traçado das ruas nas encostas de morros deve seguir o sentido das curvas de níveis. Deve-se evitar a retirada desnecessária da cobertura vegetal, assim como promover o plantio de grama e arborização nas calçadas com árvores nativas; cultivar espécies de plantas medicinais e implantar hortas comunitárias nos jardins dos empreendimentos; e impor um limite de ocupação de acordo à capacidade ambiental e econômica do local.

Implantação sustentável do projeto: Dar preferência à utilização de uma taxa de ocupação menor do que a permitida pelo plano diretor no terreno, para promoção de maior permeabilidade.

Incentivar e priorizar o pedestre e o uso de transporte alternativo: Dar preferência à implantação de empreendimentos próximos ao transporte público, considerando 400m de 2 ou

mais linhas de ônibus. Considerar também que estejam perto de locais de trabalho, residências, facilidades comerciais e culturais e de espaços verdes públicos. Também deve-se priorizar o pedestre; incentivar o uso da bicicleta com ciclovias sombreadas independentes do sistema viário e espaços adequados na edificação para depósito das bicicletas, considerando o uso de chuveiros e vestiários para edifícios comerciais. Também é importante não exceder a capacidade de estacionamento dos limites impostos pelos planos diretores e fornecer estacionamento para veículos coletivos dentro do empreendimento em locais privilegiados.

Uso de paisagismo exterior para reduzir ilhas de calor interna e externamente no projeto: Promover a redução do efeito de ilhas de calor através da utilização de árvores nativas, do uso de pavimentação mais permeável e com materiais mais reflexivos. Para os estacionamentos, locar ao menos 50% deles no subsolo (ou fornecer proteção com sombreamento) ou, no mínimo para 50% dele, usar pavimentação semipermeável. Também é aconselhável propor o uso de coberturas com alta refletância ou com utilização de teto jardim.

6.2 Uso racional dos recursos naturais

Uso racional da água: Os empreendimentos devem considerar a proteção ao ambiente marinho e hídrico; fazer captação e uso da água de chuva e reuso de águas cinzas, buscando o menor uso possível de água potável dentro do projeto. É importante buscar a redução do consumo geral de água da edificação em 20% a 30% através do uso de metais e louças de banheiros que utilizem menor quantidade de água; promover a infiltração de água de chuva tratando-a no local e promover o uso correto da rede de drenagem pluvial. Nessa mesma linha deve-se evitar a impermeabilização total do terreno para promover a recarga do aquífero; evitar a contaminação do lençol freático e implantar um sistema de tratamento de esgoto ecológico.

Promoção da eficiência energética na edificação: O objetivo principal do uso racional da energia nas edificações deve ser buscar a redução no consumo de energia e o aumento no uso de fontes alternativas: solar térmica, fotovoltaica, eólica, biomassa, biogás, entre outras. De forma geral os fatores que devem ser cuidados dentro da edificação para reduzir o consumo de energia são: consumo na iluminação; desempenho térmico da edificação, que pode criar necessidade de condicionamento artificial; energia gasta para aquecimento de água; e a energia gasta em aparelhos de condicionamento térmicos e eletrodomésticos. A aplicação de critérios de projeto bioclimático desde a concepção inicial do projeto é a chave para um melhor desempenho térmico da edificação.

Escolha e uso de materiais para o projeto com base em critérios sustentáveis: Deve-se fazer uso restrito de materiais com alto valor energético e materiais que representem danos a saúde. A especificação de materiais deve ser feita em função da durabilidade, do transporte (dando preferência a materiais locais e regionais) e do custo energético do material (baseado no ACV – Análise do Ciclo de Vida, que considera sua extração, transporte, fabricação, incorporação na obra e seu potencial de reutilização).

Promoção da reciclagem e recuperação de resíduos dentro da edificação: Realizado através da minimização do desperdício; separação de lixo orgânico do reciclável e minimização, reaproveitamento e adequado uso final do entulho das obras.

Evitar emissões atmosféricas vindas de equipamentos instalados no edifício que afetem a camada de ozônio: Devem-se minimizar as emissões de substâncias que afetem a camada de ozônio durante a operação do edifício e promover o uso de sistemas de condicionamento ambiental sem uso de gases refrigerantes CFC (Clorofluorcarbono).

6.3 Promoção e Manutenção da qualidade ambiental interna da edificação

Poluentes de ar: O objetivo é manter o ar interno da edificação livre de poluentes, reconhecendo as áreas com fontes poluidoras durante o zoneamento da edificação e colocando-as distantes das áreas principais de ocupação. Também se deve promover o controle ambiental da fumaça de tabaco dentro das edificações comerciais, proibindo fumar em ambientes fechados ou criando uma área exclusiva para este fim. É importante também especificar materiais como adesivos, seladores, pinturas, carpetes e madeira composta com baixo conteúdo de VOC (Compostos orgânicos voláteis).

Edificação com níveis de conforto térmico de acordo com o estabelecido pelas zonas climáticas: A temperatura do ar e a umidade relativa dentro das edificações devem manter-se em níveis aceitáveis tanto em espaços ventilados naturalmente quanto mecanicamente, de forma a mantê-lo dentro do estabelecido nas zonas climáticas brasileiras de NBR 15220-3 (ABNT, 2005). O projeto de Norma 02:136.01-004:2002 (COBRACON) de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos dá parâmetros para transmitância (U) e capacidade térmica (C_T) para as paredes; e transmitância (U) e absorvância (α) para as coberturas para as diversas zonas climáticas brasileiras, estabelecendo diferentes níveis de desempenho aos quais devem ser baseados os projetos. O projeto de norma também faz recomendações à respeito do tamanho das aberturas e do sombreamento para as aberturas das paredes externas, considerando-o obrigatório para janelas de dormitórios.

Promoção de ventilação natural na edificação: Os principais objetivos da ventilação natural nas edificações é evitar gastos com energia através do uso de aparelhos condicionadores de ar e criar ambientes mais saudáveis e com boa circulação de ar. Isto pode ser obtido através da ventilação cruzada nos ambientes, efeito chaminé por meio de aberturas em diferentes alturas, uso de elementos como pátios dentro do projeto.

Maximizar a Iluminação Natural dentro da edificação: Deve ser garantido o acesso visual ao exterior no mínimo em 90% dos espaços ocupados; utilizar o perímetro da edificação para tarefas visuais mais críticas; privilegiar o uso de cores claras no interior da edificação para melhoria do desempenho da luz natural; usar vidros com desempenho de acordo com a fachada em que se localizam e evitar o impacto do edifício nas edificações vizinhas em relação à entrada de luz. Na iluminação artificial deve-se evitar o uso excessivo de luminárias e a poluição de luz que sai do edifício; garantir uma integração maior entre a iluminação natural e artificial; fazer uso de lâmpadas e luminárias mais eficientes; não projetar espaços com profundidade superior a 2,5 vezes a altura do piso até as vergas das janelas; e preferir o uso de luz pontual no plano de trabalho somado a uma iluminação geral distribuída com menor potência, principalmente no caso de edificações comerciais.

Proporcionar um bom desempenho na edificação relativo ao ruído e acústica: Muitas das características de desempenho acústico da edificação já estão determinadas com as dimensões e forma da edificação, por isso a importância de que seja pensado desde a fase inicial do projeto. O objetivo é atenuar ruídos nas principais áreas de ocupação através da envoltória (paredes e piso da edificação), trabalhando esses componentes com materiais que sejam isolantes acústicos. Atenção especial deve ser dispensada a paredes divisórias e entre pisos de salas em edifícios comerciais e edificações residenciais multifamiliares. Por fim, deve-se considerar um zoneamento diferenciado para locais geradores de ruído.

6.4 Características do projeto

Prever flexibilidade e adaptabilidade do projeto para adaptação a novos usos e sistemas técnicos: Espera-se que o projeto do edifício favoreça a desmontagem, reciclagem e reutilização dos componentes da edificação, de forma que não se tenham grandes custos

financeiros e energéticos (de material). Também deve ser garantida uma facilidade a mudanças futuras da edificação, em ocupação, na envoltória, modificação de sistemas técnicos e tipo de suprimento de energia. Neste sentido conceitos como a racionalização e modulação adquirem um papel muito importante no projeto.

Processo de projeto multidisciplinar e integrado: Promover um processo de projeto multidisciplinar e integrado desde o início do projeto, se destaca com grande importância para o projeto de edificações mais sustentáveis, apoiado no estudo climático do local, o qual define as estratégias de saída do projeto.

Promover maior manutenção das qualidades internas e externas da edificação sem necessidade de usos mecânicos e fornecer um alto controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos: É importante fornecer um alto nível de controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos de ventilação e iluminação; projetar para manter as funções fundamentais do edifício no caso de falta de energia e para garantir a operação parcial dos sistemas técnicos; e pensar na sua manutenção. Manter projetos e documentação *as built*, a fim de evitar problemas futuros nas reformas; e fazer comissionamento dos sistemas técnicos dos edifícios.

6.5 Aspectos sócio-econômicos

Dentre eles deve considerar-se a aplicação dos critérios de Desenho Universal nos projetos (NBR 9050, 2004); e a maximização ao apoio à economia local através do uso de materiais e mão de obra local.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante o exposto, percebe-se que a redução do impacto da construção civil não é uma tarefa simples e exige ação em diversos tópicos de forma combinada e simultânea, desde a etapa mais preliminar possível. Requisitos relacionados ao uso da energia, da água, qualidade do ar interno e especificação de materiais, entre outros, devem ser pensados desde a concepção do empreendimento.

As ferramentas para avaliação da sustentabilidade de edifícios, que incluam requisitos ambientais, sociais e econômicos podem ser de grande auxílio a projetistas e construtores, uma vez que se tornam um guia de orientação na escolha de alternativas construtivas e tecnológicas de menor impacto ao meio-ambiente. Na medida em que os projetos são pensando de forma coerente com o ambiente em que estão inseridos, haverá menor consumo de recursos com menores custos de manutenção tanto em termos de energia, água e materiais.

A sustentabilidade nas edificações, além de contribuir para a redução do impacto ao meio ambiente, apresenta-se como uma das perspectivas para a promoção do bem estar social e aumento da produtividade dos usuários. Mas apesar das incontestáveis melhorias que estas alternativas tecnológicas podem resultar, é imprescindível que haja uma reeducação da população, atentando sobre as mudanças climáticas que vêm ocorrendo e o futuro do planeta, para que cada um contribua fazendo a sua parte com consciência ecológica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V. Prefácio da versão em língua portuguesa. **Agenda 21 para a construção sustentável**. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: s.d. 2000. 131p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2004, 97p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220. Norma Brasileira de Desempenho Térmico para Edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

BOURDEAU, L. **The Agenda 21 on Sustainable Construction**. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agência Nacional de Águas – ANA**. [Homepage Institucional]. Disponível em: www.ana.gov.br

_____. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional 2005**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2006.

_____. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica**.

BRUNDTLAND, G. H. (EDITOR). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford University Press. 398 p. 1987.

CASA EFICIENTE. Projeto Casa Eficiente. [Homepage do Projeto]. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>. Acesso em: 12 nov. 2005.

CENTRO EXPERIMENTAL DE TECNOLOGIAS HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS (CETHS) 2001. [Homepage do Projeto de pesquisa CETHS]. Disponível em: <http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/ceths/index2.htm>. Acesso em: 24 nov. 2005.

COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (COBRACON). **Projeto de Norma 02:136.01-004:2002** [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.cobracon.org.br>. Acesso em: 07 fev.2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 307**, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html> Acessado em: 22 out 2003.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Official Energy Statistics**. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/>. Acesso em 10 maio 2005.

GAUZIN-MULLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili. S.A, 2002. 286 p.

GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA - GBCAUS. **Green Star Office Design. v2**. Disponível em: <http://www.gbcaus.org/> Acessado em: 23/02/05.

IISD - International Institute of Sustainable Development Home Page **Sustainable Development Timeline**. 1997 <http://www.iisd.org/rio+5/timeline/sdtimeline.htm#1962>. Acessado em: 14/09/2005

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 120f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2000.

LAMBERTS, R; TRIANA, M.A. **Relatório Estado da Arte. Capítulo Energia**. 2005. Projeto Tecnologias para a Construção Habitacional mais Sustentável. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/finep>

LEMONS, A. M. **O século 21 e a crise da água**. Instituto Brasil PNUMA; Comitê brasileiro do programa das nações unidas para o meio ambiente. 2003. Disponível em: http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber_1.htm. Acesso em 12 set 2005.

MACIEL, A. A. ; ANDRADE, S. F. ; GUGEL, E. C. ; BATISTA, J. O. ; MARINOSKI, D. L. ; LAMBERTS, R. . **Projeto Casa Eficiente: demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar**. In: 11º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2006, Florianópolis. 11º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2006.

PRIMAVERA, ABPS. **Projeto Primavera Office Green**. Site do projeto: <http://www.officegreen.com.br>

PROJETO TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO HABITACIONAL MAIS SUSTENTÁVEL. Informações disponíveis em: www.labeee.ufsc.br/finep

SATTLER, M; SEDREZ, M; DA ROSA, T; SPERB, M. Aplicação de Tecnologias Sustentáveis em um Conjunto Habitacional de Baixa Renda. In: FORMOSO, C.T; AKEMI, I. (Ed). **Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 3, p. 40-67. (Coletânea Habitare, v.2). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/97.pdf>. Acesso em: 03 setembro 2005

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 210p.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components**. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

TRIANA, M.A. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis** . 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

TRIANA, M.A; LAMBERTS,R; PEREIRA, F.O.R; CLARO, A; MONTI,R; BITTENCOURT,D; ARANTES, O.K; GOMES, V; GHISI, E; WESTPHAL,F. **Certificação LEED como norteador do processo de projeto para um edifício comercial em Florianópolis, Brasil. [Comunicação Técnica]**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XI, 2006, Florianópolis. Anais. Comunicação Técnica 1076. Florianópolis: ANTAC, 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **GEO3 - Global Environment Outlook 3. Past, present e future perspectives.** 2002.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Mapa da disponibilidade de água potável no mundo.** Disponível em: <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/water/vitalwater/freshwater.htm>

UNITED NATIONS POPULATION FUND – UNFPA. **The State of World Population 2001. Chapter 2: Environmental Trends.** Disponível em: <http://www.unfpa.org/swp/2001/english/ch02.html>

US CENSUS BUREAU. **World Population Information.** Washington, 2005. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>. Acesso em 12 abr 2005.

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. [**Homepage institucional**]. Disponível em www.usgbc.org

WINES, J. **Green Architecture.** Milan: Taschen, 2000. 240p.

ZAKARIA, F. **Aquecimento global: é bom se acostumar.** Revista Época: Coluna Nosso Mundo. 19 de fevereiro de 2007. p.66.