

Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade

Building assessment in Brazil: from environmental to sustainability assessment

Vanessa Gomes da Silva
Maristela Gomes da Silva
Vahan Agopyan

Resumo

Pesquisas visando reduzir os impactos ambientais de edifícios têm sido amplamente estimuladas por agências governamentais, instituições de pesquisa e pelo setor privado de diversos países. O conceito de análise do ciclo de vida tem sustentado o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 para auxiliar no cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da ECO'92. Atualmente, praticamente cada país europeu, além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possui um sistema de avaliação de edifícios. Todos estes sistemas concentram-se exclusivamente na dimensão *ambiental* da sustentabilidade. Este artigo apresenta e compara sucintamente os principais sistemas de avaliação ambiental de edifícios e evidencia a impossibilidade de mera importação de métodos existentes com base no sucesso alcançado em países com latitudes e condições sociais, econômicas e ambientais sensivelmente diferentes das do Brasil. Discutem-se as expectativas referentes à participação brasileira no projeto *Green Building Challenge*, assim como as estratégias para desenvolver pesquisas nacionais sobre o tema.

Palavras-chave: avaliação; ambiental; edifícios; sustentabilidade; Brasil; GBC.

Abstract

Governmental agencies, research institutions and private sector worldwide have largely encouraged the development of research concerned with the reduction of the environmental impacts of buildings. The concept of life cycle analysis has supported the development of methodologies for environmental assessment of buildings that emerged in the 90's as part of the strategies for the attainment of local environmental targets set at the ECO'92. Each European country, as well as the United States, Canada, Australia, Japan and Hong Kong, has its own assessment system. All of them deal exclusively with the environmental dimension of building sustainability. This paper presents and briefly compares the main initiatives on environmental assessment and rating systems, emphasizing the inadequacy of simply importing existing methods based on their success in countries with latitudes, social, economic and environmental conditions far different from those in Brazil. Finally, it discusses the expectations regarding the participation of Brazil in the Green Building Challenge, as well as the strategies to develop research in this field in this country.

Vanessa Gomes da Silva
Departamento de Arquitetura e
Construção
Faculdade de Engenharia Civil
Universidade de Campinas
Av. Albert Einstein 951
Cid. Univ. Zeferino Vaz
Caixa Postal 6021
CEP 13083-970
Campinas, SP - Brasil
Tel.: +55 (19) 37882399
Fax: +55 (19) 37882411
E-mail:
vangomes@fec.unicamp.br

Maristela Gomes da Silva
Departamento de Estruturas e
Edificações
Centro Tecnológico
Universidade Federal do
Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, s/n.
Campus de Goiabeiras
prédio CT IV
CEP 29060900
Vitória, ES - Brasil
Tel: 27 33352640
E-mail: margomes@npd.ufes.br

Vahan Agopyan
Departamento de Engenharia
de Construção Civil
Escola Politécnica
Universidade de São Paulo
Av. Prof. Almeida Prado, trav.
2, n. 83
CEP: 05508-900
São Paulo, SP - Brasil
E-mail:
vahan.agopyan@poli.usp.br

Recebido em 03/02/03
Aceito em 25/04/03

Keywords: environment; assessment; buildings; sustainability; Brazil; GBC

Introdução

A indústria da construção - particularmente a construção, operação e demolição de edifícios - é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Pesquisas visando reduzir os impactos ambientais de edifícios receberam investimento crescente ao longo da última década. A definição de estratégias para minimização do uso de recursos não renováveis, economia de energia e redução de resíduos de construção, em especial, foram amplamente estimulados por agências governamentais, instituições de pesquisa e pelo setor privado de diversos países (CIB; CSTB, 1997).

O conceito de análise do ciclo de vida (*LCA, life cycle analysis*), originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, sustentou o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da ECO'92. Todos estes métodos partilhavam o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações, ora detalhadas para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ora simplificadas para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios (SILVA, 2000). Todos eles concentram-se exclusivamente na dimensão ambiental da sustentabilidade.

A mais óbvia delas diz respeito à natureza da agenda para a sustentabilidade em países desenvolvidos. O desenvolvimento econômico foi encorajado e acelerado e, nos países industrializados, a sociedade encontrou um nível de qualidade de vida e de igualdade social e de distribuição de riqueza - ou ao menos de eliminação de extremos de desigualdade - sem precedentes ou paralelo em países em desenvolvimento. O preço deste desenvolvimento foi a causa ou a acentuação de fenômenos destruição de elementos naturais em seu próprio território ou - como mais tarde seria constatado - em escala global. Por esta razão, a agenda dos países desenvolvidos em relação à sustentabilidade tem sido tão centrada na dimensão ambiental. Uma segunda diferença de contexto notável é o reconhecimento do direito do outro - seja ele um vizinho, um operário ou um bairro - existentes nos países desenvolvidos. O resultado prático é o altíssimo nível de regulamentações e de

democratização da tomada de decisões orientadas à produção, manutenção e renovação do ambiente construído urbano.

O Brasil - e isto vale para todos os países em desenvolvimento - tem um longo caminho a percorrer nestes dois aspectos, e as necessidades de redução de desigualdade social e econômica juntam-se à necessidade fundamental de equilíbrio entre o custo e o benefício ambiental envolvidos nas ações para o desenvolvimento da nação. Torna-se claro, portanto, que a nossa agenda para a sustentabilidade deve necessariamente contemplar as várias dimensões da sustentabilidade e que qualquer iniciativa neste sentido, entre elas a avaliação de edifícios, deve alinhar-se a esta premissa.

Sistemas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios

Atualmente praticamente cada país europeu - além dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong - possui um sistema de avaliação de edifícios. Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os esquemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente separados em duas categorias. De um lado, temos aqueles orientados para o mercado, isto é, desenvolvidos para ser facilmente absorvidos por projetistas ou para receber e divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental de projetos, execução e gerenciamento operacional. Estes esquemas têm estrutura mais simples e estão vinculados a algum tipo de certificação de desempenho. Este é o caso do BREEAM (BALDWIN et al., 1990; BALDWIN et al., 1998), do HK-BEAM (CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 1999), do LEED™ (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2000) e do CSTB ESCALE (NIBEL et al., 2000). Do outro lado, estão os esquemas de avaliação orientados para pesquisa, como o *Building Environmental Performance Assessment Criteria* - BEPAC (COLE et al., 1993) e seu sucessor, o *Green Building Challenge* - GBC (COLE; LARSSON, 2000). Nesse segundo caso, a ênfase é o desenvolvimento de uma metodologia abrangente e com fundamentação científica, que possa orientar o desenvolvimento de novos sistemas.

BREEAM

O primeiro e mais conhecido sistema de avaliação de desempenho ambiental (*assessment and rating system*) é o *Building Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), desenvolvido no Reino Unido por pesquisadores do BRE e do setor privado (BALDWIN et al., 1998). Este sistema atribui uma certificação de desempenho direcionada ao marketing de edifícios e, indiretamente, de projetistas e empreendedores.

Através de um *checklist*, verifica-se o atendimento de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios e atribuem-se créditos ambientais. Estes créditos são posteriormente ponderados e chega-se a um número único. Atendida uma quantidade mínima de créditos, este índice habilita à certificação em uma das classes de desempenho do BREEAM e permite comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema.

O BREEAM é fortemente baseado em análise documental e na verificação de presença de dispositivos (*feature-based*), além de ser um dos únicos esquemas que incluem aspectos de gestão ambiental na concessão de créditos.

Estima-se hoje que mais de 30% dos novos edifícios de escritórios do Reino Unido sejam submetidos a esta avaliação anualmente. Versões internacionais do BREEAM foram adaptadas às condições do Canadá e Hong Kong, com o objetivo de priorizar aspectos de relevância regional na avaliação. Outras versões estão sendo desenvolvidas na Dinamarca, Noruega, Austrália, Nova Zelândia e nos Estados Unidos (DOGGART; BALDWIN, 1997).

LEED™

Os trabalhos para desenvolvimento do *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED™) foram iniciados nos Estados Unidos em 1996, para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana, e proporcionar reconhecimento junto ao mercado pelos esforços despendidos para essa finalidade (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 1996).

A versão-piloto (LEED™ 1.0) foi lançada em janeiro de 1999 (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 1999). O desempenho ambiental do edifício é avaliado de forma global, ao longo de todo o seu ciclo de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um *green building*. O critério mínimo

de nivelamento exigido para avaliação de um edifício pelo LEED™ é o cumprimento de uma série de pré-requisitos. Satisfeitos todos estes pré-requisitos, passa-se à etapa de classificação do desempenho, em que a atribuição de créditos indica o grau de conformidade do atendimento aos itens avaliados. Em março de 2000 foi lançada a segunda versão do esquema de avaliação - LEED™ 2.0 (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2000), e uma nova versão está sendo preparada e deverá ser disponibilizada em breve.

A singularidade do LEED™ resulta principalmente do fato de ser um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no conselho gestor do esquema. O apoio de associações e fabricantes de materiais e produtos favoreceu a ampla disseminação deste esquema nos EUA, que começa a estender-se para o Canadá.

Assim como o BREEAM, este sistema é também constituído por um *checklist* que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edifícios. Com uma estrutura simples - a ponto de ser, por isso, criticada, o LEED™ é um meio termo entre critérios puramente prescritivos e especificação de desempenho, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida, como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* - ASHRAE; a *American Society for Testing and Materials* - ASTM; a *U.S. Environmental Protection Agency* - EPA; e o *U.S. Department of Energy* - DOE. Estas práticas de efetividade já conhecida são então balanceadas com princípios emergentes, de forma a estimular a adoção de tecnologias e conceitos inovadores.

Green Building Challenge (GBC)

A iniciativa que merece maior destaque desde a empreitada pioneira do BRE é o chamado *Green Building Challenge* (GBC), um consórcio internacional reunido com o objetivo de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho ambiental de edifícios: um protocolo de avaliação com uma base comum, porém capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais (COLE; LARSSON, 2000). O GBC caracteriza-se por ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados. A etapa de desenvolvimento inicial (24 meses),

integralmente financiada pelo governo do Canadá, envolveu 15 países e culminou em uma conferência internacional em Vancouver, Canadá – a GBC'98.

A divulgação dos resultados da segunda fase de desenvolvimento (18 meses), compreendendo trabalhos de 19 países, foi um dos ramos centrais da conferência internacional *Sustainable Buildings 2000*, realizada em Maastricht, Holanda. Desta etapa em diante, o governo canadense deixou de ser responsável pela gestão do processo. A coordenação do GBC, assim como a co-responsabilidade pela sequência de conferências *Sustainable Buildings* (SB) foi absorvida pela iiSBE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*) em 2000. Com isso, as equipes participantes do GBC tornaram-se responsáveis pela captação dos recursos necessários para condução de suas avaliações. O terceiro ciclo (24 meses) envolveu pesquisas conduzidas em 24 países, entre eles o Brasil, cujos resultados foram divulgados em uma nova conferência internacional (*SB'02/GBC'02*), realizada em Oslo, Noruega. O próximo ciclo iniciou-se em 2003 e será concluído com a SB'05, em Tóquio.

O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até mesmo valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. Na primeira fase da pesquisa (até 1998), foi produzido e utilizado um *software* (*GBTool*) (COLE; LARSSON, 1997; GREEN BUILDING CHALLENGE'98, 1998), posteriormente abandonado devido a sua complexidade e às dificuldades de utilização reportadas pelas equipes. Na segunda etapa de desenvolvimento (1998-2000) houve a migração para uma plataforma constituída por uma série de planilhas de dados-padrão (COLE; LARSSON, 2000). O conceito-chave de ponderação de impactos personalizada, no entanto, foi mantido.

A diferença mais notável entre o GBC e a primeira geração de esquemas de avaliação ambiental de edifícios é que estes últimos fornecem alguma forma de classificação de desempenho, normalmente vinculada a um esquema de certificação ambiental. No GBC, a pontuação final acaba sendo uma consequência – importante, sem dúvida, mas uma consequência – da investigação principal, que é o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação que possa ser incrementada ou simplificada para atender às necessidades de cada local. Para fornecer resultados aderentes às particularidades locais, o GBC estabelece desempenhos de referência

(*benchmarks*) e as equipes de avaliação são encorajadas a indicar a melhor ponderação entre as categorias de impacto em cada caso.

O GBC vem trabalhando no refinamento da entrada de dados e incorporando estimadores simplificados, ainda que não tão precisos, para elementos como energia incorporada e impactos associados a transporte. Outros comitês do GBC concentram-se na busca de fundamentação consistente para a definição de *benchmarks*; de ponderações entre categorias e entre itens das diversas categorias; e de uma gama mais ampla de indicadores de sustentabilidade, para refinar as comparações internacionais.

Comparação entre os sistemas: discussão de aspectos metodológicos

A análise dos métodos existentes demonstra que eles são naturalmente diferentes, porém construídos sobre uma base comum. E eles são diferentes basicamente por quatro razões. Primeiro, porque os níveis de pressão sobre determinados aspectos ambientais (agendas ambientais) variam de um país a outro, mesmo que dentro do bloco dos países desenvolvidos. O mesmo acontece nos grupos de países em desenvolvimento ou de economias em transição. Segundo, porque as práticas construtivas e de projeto são diferentes, e influenciadas também – porém não somente – por aspectos climáticos. Terceiro, porque a receptividade dos mercados à introdução dos métodos era diferente. Na Inglaterra, por exemplo, onde surgiu o BREEAM, a primeira versão do método foi desenvolvida justamente para edifícios comerciais. Na Holanda, o setor residencial foi o alvo das principais intervenções para redução de impacto ambiental. Já nos Estados Unidos, onde surgiu o LEED™, é intrigante constatar o número reduzido de edifícios certificados, basicamente resumidos a edifícios governamentais, diante da praticidade, esforço maciço de divulgação e treinamento que acompanham a implementação do esquema.

Categorias avaliadas

Na Tabela 1, a estrutura sintética da metodologia desenvolvida pelo GBC (*GBTool*) foi utilizada como base de comparação entre as categorias avaliadas nos principais sistemas de avaliação e classificação ambiental disponíveis. Todos os esquemas efetivamente contemplam o consumo de recursos naturais. Afora este item, o foco e a

profundidade analítica dos métodos varia e, conseqüentemente, a sua aplicabilidade (Tabela 2).

A GBTool é naturalmente o método que mais se aproxima do perfil ideal de um esquema de avaliação, uma vez que foi, desde o início, desenvolvido para superar as limitações dos métodos que o precederam. Na tentativa de abranger todos os aspectos considerados relevantes na definição de edifícios ambientalmente responsáveis, a ferramenta de avaliação tornou-se inevitavelmente complexa. Os times de avaliação participantes do GBC encontraram dificuldades práticas para avaliar, por exemplo, campos como energia incorporada nos materiais, liberação potencial de VOCs e reflexos da inserção da construção no entorno imediato e na comunidade. Isto resultou na série de ajustes propostos para a segunda e a terceira versão da ferramenta, concluídas respectivamente para apresentação de resultados nas conferências *SB2000* e *SB'02*.

As estruturas do LEED™ e do BREEAM são organizadas em função de *inputs* ou campos em que investidores, projetistas e construtores precisam necessariamente tomar decisões tais

como implantação, uso de água e energia, materiais e ambiente interno. Já o GBC é organizado em função de impactos ambientais associados a elementos ou características do edifício e o quesito uso de energia não renovável, por exemplo, aparece duplamente enquanto aspecto de consumo de energia e de poluição ambiental.

Por ter sido projetado também para funcionar como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, os aspectos avaliados no LEED™ têm peso idêntico e a sua estrutura permite que apenas os quesitos para que se pretende obter a certificação sejam avaliados. Isto significa, por exemplo, que aspectos de projeto recebam créditos e que o resultado final não seja afetado ainda que aqueles controlados pelos executores ou planejadores não tenham sido sequer considerados (TODD; LINDSAY, 2000). Se por um lado, o LEED™ é provavelmente o esquema disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional, por outro, deve-se ter sempre em mente que, em determinadas condições, o resultado da avaliação pode ser incompleto e não necessariamente reflete o desempenho global do edifício.

Sistema de avaliação	BEPAC	BREEAM	LEED™	GBTool
Consumo de recursos				
Emissões	.	..	..	
Qualidade do ambiente interno	.	..	..	
Longevidade			..	
Processo			..	
Fatores contextuais	..		..	

O número de marcas indica o grau de profundidade e de amplitude da avaliação

Tabela 1 - Escopo sintético de alguns sistemas de avaliação ambiental de edifícios (CRAWLEY; AHO, 1999)

Categoria*	BREEAM	HKBEAM	LEED™	MSDG	CASBEE	GBTool
Estratégias de implantação	24,7%	3,4%	20,3%	17,0%	3,0%	8,8%
Uso de água	4,5%	3,4%	7,3%	5,0%	9,1%	4,0%
Uso de energia	8,3%	35,6%	21,7%	26,0%	9,6%	4,0%
Materiais e resíduos	9,8%	18,6%	18,8%	26,0%	21,1%	12,0%
Prevenção de Poluição	24,5%	3,4%	0,0%	0,0%	1,2%	16,3%
Qualidade ambiente interno	12,4%	27,1%	18,8%	24,0%	22,4%	23,0%
Qualidade dos serviços	1,7%	0,0%	2,9%	2,0%	33,6%	12,0%
Gestão ambiental processo	14,1%	8,5%	10,1%	0,0%	0,0%	10,0%
Desempenho econômico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%

* Recategorização feita pelos autores para facilitar a comparação

Tabela 2 - Distribuição de categorias de impacto ambiental nos sistemas BREEAM, HK-BEAM, LEED™, Minnesota Sustainable Design Guide (MSDG), CASBEE e GBTool

Sistema de pontuação

O desenvolvimento ideal das metodologias de avaliação de edifícios é migrar dos critérios prescritivos para critérios de desempenho. Neste caso, o papel do *benchmark* – considerado de forma implícita na definição das metas – passa para o primeiro plano. E sinaliza o grande desafio que se apresenta neste caso: o acúmulo de dados para construção destes desempenhos de referência.

Diante da complexidade de aplicar os conceitos de avaliação de desempenho, a maior parte das metodologias é orientada a dispositivos (*feature-based*), isto é trabalham com *checklists* que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de determinados equipamentos. Esta é uma saída com nível de complexidade muito menor, que presume que uma coleção de estratégias e equipamentos provavelmente levará a alguma melhoria de desempenho, ainda que ela não possa ser estimada. O problema é que, apesar de ser mais *market-friendly* e de poder ser facilmente incorporada como ferramenta de projeto, o fato de um edifício atender completamente à lista de verificação não necessariamente garante o melhor desempenho global, ou em outras palavras: os *checklists* embutem o risco de favorecer a qualificação de edifícios que contenham equipamentos em detrimento do seu desempenho ambiental global. Por esta razão, as chamadas listas *device-oriented* vêm sendo vigorosamente contestadas durante o desenvolvimento da nova geração de sistemas de avaliação.

O único esquema de avaliação pautado pela abordagem de desempenho em vigor atualmente é o utilizado pelo GBC. Para cada item avaliado, utiliza-se uma escala (-2 a +5) para graduar o desempenho obtido pelo edifício, em relação ao desempenho de referência definido com base na prática típica local. Quanto maior a nota, melhor o desempenho obtido.

Critério de ponderação

Após a avaliação das categorias de impacto, alguns esquemas aplicam pesos diferenciados para indicar maior ou menor importância relativa das categorias, seja para chegar a uma série de indicadores (um por categoria), como no caso do GBC, ou a um número único, indicador de desempenho global, como faz o BREEAM. Mas nem todos os esquemas atribuem ponderações. Isto se deve basicamente à falta de uma metodologia

consensual que permita decidir objetivamente que impactos são mais críticos que os demais.

No LEEDTM, por exemplo, todos créditos têm peso idêntico, ainda que seja notável a concentração de créditos em determinadas categorias (Tabela 2). A certificação de desempenho é conferida com base no total de créditos obtidos, não sendo necessário, portanto, atender a um número mínimo de créditos em cada uma das categorias.

Já no BREEAM, a quantidade de itens em uma determinada categoria não indica a sua importância, mas a abrangência ou o grau de profundidade considerado na avaliação. Os itens das nove categorias são avaliados e, posteriormente, os créditos obtidos em cada categoria são ponderados para a obtenção do índice de desempenho ambiental (*EPI*, *environmental performance index*), um índice único que fornece a classificação de desempenho. O critério de ponderação utilizado foi desenvolvido em uma outra pesquisa conduzida pelo BRE (DICKIE; HOWARD, 2000) e aplicado ao próprio BREEAM e ao tratamento de dados de LCA para calcular os chamados *UK Ecopoints*, uma escala única para indicação do impacto global.

A GBTool também prevê a aplicação de pesos diferenciados por categoria e sugere uma ponderação *default* a partir de dados canadenses. Esta ponderação pode ser redefinida pelas equipes de avaliação dos demais países participantes, mas o projeto GBC ainda tenta chegar a um método com fundamentação científica para a derivação das ponderações.

Estratégia para introdução de avaliação ambiental de edifícios no Brasil

O Brasil formalizou a sua integração ao projeto GBC durante a conferência *Sustainable Buildings 2000* com a apresentação das intenções e estratégias do time brasileiro e com a primeira participação dos autores deste trabalho em reuniões do Comitê Internacional.

A estratégia para implementação da pesquisa no Brasil centra-se no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), coordenado pela UNICAMP, o qual contempla a formação de uma rede nacional de pesquisa que, após o delineamento inicial da metodologia no estado de São Paulo, será gradualmente implementada para validação em outras regiões do país (SILVA, et al., 2000). Com

recursos FAPESP, a pesquisa-base do Programa BRAiE iniciou suas atividades em novembro de 2000.

Em linhas gerais, esta pesquisa inicial mostrou-se fundamental para:

- (a) acumular experiência nacional na coleta e tratamento das informações ambientais necessárias para sustentar a avaliação de edifícios;
- (b) identificar itens da agenda ambiental regional/local que deverão sobrepor-se ao corpo genérico de parâmetros de avaliação, em coerência com os princípios do projeto GBC;
- (c) estimar o impacto ambiental de edifícios comerciais obtidos das práticas de construção vigentes em diferentes partes do Brasil, iniciando pela região Campinas/São Paulo. Este é o ponto de partida para definir um desempenho de referência regional/nacional (*benchmark*) para o estabelecimento de metas compatíveis com a realidade brasileira; identificar as possibilidades mais efetivas para intervenções no caso brasileiro; e orientar o desenvolvimento de pesquisas subseqüentes dirigidas a outras tipologias de edificações.

O objetivo era avançar em duas áreas de conhecimento. Primeiro, na consolidação da metodologia de avaliação ambiental em si que, apesar de intensamente estudada no exterior, ainda está em fase de amadurecimento e não encontra paralelo no Brasil; e, segundo, no desenvolvimento de uma ferramenta de projeto que informasse objetivamente os projetistas nas primeiras etapas do processo projetual, que concentram as decisões de maior potencial gerador de impactos ambientais. Em ambos os casos, tratam-se de iniciativas pioneiras no país e em sintonia com as principais expectativas internacionais nesta área de pesquisa. Entende-se que o delineamento da metodologia de avaliação adaptada às práticas de projeto e construção brasileiros permitirá identificar e extrair as informações de maior relevância para alimentar o desenvolvimento de uma ferramenta de projeto adequada ao caso nacional.

É possível importar um método existente para avaliar edifícios no Brasil?

O LEED™ é aplicável em todo o território dos Estados Unidos, mas existem raros casos de aplicação externa. A tentativa de internacionalização de um método de avaliação

mais vigorosa foi a do BREEAM, que compreendeu extensões para o Canadá e Hong Kong, mas a dificuldade de adequação aos locais de avaliação ia além da retirada ou adição de aspectos a avaliar. O último movimento neste sentido é a combinação do BREEAM e do LEED™ para a formação de um método de avaliação válido para toda a América do Norte.

Atualmente porém, tanto o BREEAM quanto o LEED™ não mais avaliam edifícios fora de seus países de origem. porque:

- (a) Para ser tecnicamente consistente, um método de avaliação deve ser adaptado a dados nacionais relevantes;
- (b) Para ser viável praticamente, um método de avaliação deve ser adaptado ao mercado, às práticas de construção e às tradições locais;
- (c) Para ser disseminado rapidamente, um método de avaliação deve ser desenvolvido em parceria com as principais partes interessadas: investidores, empreendedores e projetistas; e
- (d) Para ser apropriado ao contexto nacional, os itens avaliados no método devem ser ponderados para refletir prioridades e interesses nacionais.

Não é possível copiar ou simplesmente aplicar um método estrangeiro no Brasil, com base no sucesso que tal método tenha obtido em seu país de origem. Certos aspectos perdem validade ou, por outro lado, itens nem sempre considerados pelos métodos internacionais são importantes no nosso contexto e devem ser incluídos na avaliação. Os exemplos a seguir ilustram bem esta discussão (SILVA, 2001; SILVA et al., 2002).

Todos os métodos dão importância significativa a emissão de CO₂ durante a operação do edifício (o GBC considera também o CO₂ incorporado aos materiais). Esta é claramente uma reação de países de clima frio (com demanda intensa por aquecimento) e/ou com matrizes energéticas baseadas no uso de combustíveis fósseis às metas de emissões de CO₂ estabelecidas no Protocolo de Kioto. No caso brasileiro, o controle de CO₂ durante a operação dos edifícios não é tão válida, uma vez que (a) a necessidade de refrigeração dos ambientes é muito mais freqüente que de aquecimento (utilizado apenas em áreas específicas do país); (b) a eletricidade utilizada é, em sua maior parte, proveniente de fontes hidráulicas (apesar da tendência de alteração de cenário pela implementação de termoeletricas); e (c) apenas uma parcela pequena (apesar da tendência de crescimento) do aquecimento de água

provém de combustível fóssil (gás) e o uso de chuveiros elétricos ineficientes é dominante.

No Brasil, a emissão de CO₂ durante a produção dos materiais de construção pode ser preponderante em muitos casos e seria provavelmente mais eficiente (a) implementar medidas de controle durante a produção, como a certificação de materiais e processos quanto à emissão de CO₂, por exemplo, e controlando o CO₂ incorporado total durante a especificação (uma vez que estes dados sejam previamente coletados); e (b) controlar separadamente o uso de eletricidade e manter um indicador de eficiência energética global do edifício.

Deve-se prover medidas de incentivo para melhorar, por exemplo, a eficiência energética, que podem ser orientadas a dispositivos e tecnologias (e, quando possível, orientadas a projeto) no começo, criando oportunidades para educação de usuários e projetistas e para saltos na qualidade da especificação (ao atribuir créditos para o uso de dispositivos energeticamente mais eficientes, em vez de chuveiros elétricos, por exemplo). Uma vez que estas medidas tornarem-se prática comum, o sistema pode gradualmente mover-se em direção a critérios orientados ao desempenho através de, mantido o exemplo, controle do consumo total de energia.

Alguns itens incluídos em determinados métodos de avaliação são, por vezes, excessivamente detalhados para os padrões brasileiros, assim como para qualquer país com histórico de ausência de normas ou deficiência das normas existentes. O LEEDTM, por exemplo, chega a controlar o nível de iluminação noturna externa aos edifícios, para evitar perturbação de habitats naturais. Não se pode esperar que no Brasil seja possível partir para este nível de sofisticação já no começo.

Devido à ausência de desempenhos de referências e de dados ambientais, deve-se começar por um nível de ambição mais baixo, porém com escopo amplo o suficiente para abranger todas as principais aspectos ambientais e incluir temas sociais de alguma forma associados à produção de edifícios no Brasil. Itens que expressam um alto comprometimento ambiental podem ser inseridos como créditos de bônus. Desta forma, encoraja-se a adoção de certas medidas por edifícios excepcionais, sem prejudicar outros não tão avançados. Revisões regulares podem gradativamente converter créditos de bônus em requisitos e garantir a atualização necessária de metas de desempenho e nível de exigência. Finalmente, agregação de valor social pelo edifício

como treinamento e encorajamento de alfabetização de mão-de-obra devem ser inseridos no sistema, idealmente como pré-requisito. A fidelidade ao contexto real brasileiro impõe, porém, que sejam incluídos inicialmente como créditos de bônus.

Em uma cultura de curto prazo como a que ainda impera no setor de construção nacional, em que a responsabilidade termina com a entrega do projeto ou obra concluídos, a apresentação de um plano de manutenção e de um manual do usuário bem detalhado deve ser incluída no método de avaliação. Se isto poderá acontecer como pré-requisito, crédito ou bônus, é questão de julgamento, discussão ou mesmo de experimentação, de acordo com as condições reais.

Mesmo a forma de internacionalização a que se propõe o GBC deve ser entendida com cuidado. Na verdade, a idéia central que sustenta o GBC é prover o embasamento teórico-científico necessário para guiar o desenvolvimento de metodologias em diferentes regiões, mas isto não significa que ele possa ser aplicado irrefletidamente. Na SB'02 foram apresentadas avaliações de dois edifícios comerciais brasileiros, representantes das práticas típicas de projeto e construção nacionais, não pautadas por princípios de sustentabilidade.

Como primeira aproximação, a ferramenta do GBC (GBTool) foi utilizada exatamente na forma como foi apresentada às equipes, salvo pela alteração dos pesos das categorias principais. Apesar dos usos diferentes (escritório e uso misto) não permitir comparação direta dos dois edifícios, os resultados obtidos naqueles estudos foram curiosos, pelas razões apresentadas a seguir.

Um edifício de médio porte, com configuração típica de escritórios de alto padrão na cidade de São Paulo - que inclui iluminação e condicionamento artificial durante todo o período de ocupação e fachada envidraçada em orientação imprópria - e sem compromisso com sustentabilidade que fosse além de preocupações com instalação de dispositivos economizadores de água ou energeticamente eficientes, obteve nota 2,2 (para nota máxima igual a 5), resultado equivalente a edifícios estrangeiros que adotam várias práticas de excelência de projeto e construção orientados ambientalmente. Isto não significa que nossos edifícios típicos sejam vitrines de sustentabilidade, mas reforça o argumento de que não é possível simplesmente aplicar - e aceitar os resultados de - uma ferramenta, se ela for pouco aderente ao contexto de avaliação.

O segundo edifício avaliado obteve nota 1,1 (para nota máxima igual a 5). Esperava-se um resultado melhor, devido ao amplo uso de iluminação e ventilação naturais, sendo apenas uma parte do edifício condicionada artificialmente

As causas prováveis, apesar de ainda não exploradas profundamente, devem-se à diferença entre a agenda ambiental do Brasil e as dos países responsáveis pelo desenvolvimento inicial da ferramenta. Os quatro exemplos apresentados a seguir são bastante ilustrativos.

Um item decisivamente pontuado nesta ferramenta refere-se ao uso de energia, em termos de consumo e quantidade de emissões associadas. A preocupação com consumo de energia é obviamente comum a todas as agendas, mas é irrelevante pontuar desempenho em relação a emissões de combustíveis fósseis, quando a matriz energética brasileira é amplamente baseada em energia hidrelétrica. Naturalmente a pontuação dos nossos edifícios será sempre elevadíssima. E de pouco significado.

Um peso razoável é atribuído ao item “uso do solo”, resultado da indisponibilidade de área superficial em muitos países europeus, e que favorece enormemente a pontuação de edifícios em centros urbanos densos e com pouca disponibilidade de terrenos para desenvolvimento, ainda que isto não seja tão importante em muitas regiões do Brasil.

Não há um requisito de controle de desperdício, item fundamental na agenda brasileira para a construção sustentável (JOHN et al., 2001), mas que é pouco importante para países que há muito tempo utilizam tecnologias construtivas com baixíssimo índice de perdas e desperdício.

A exigência para atendimento do requisito de iluminação natural, parte da categoria “qualidade do ambiente interno”, reflete as latitudes pouco favoráveis dos países do hemisfério norte, mas é facilmente atingida por qualquer edifício brasileiro que atenda às exigências mínimas dos códigos de obras. Com um nível de exigência tão baixo, a pontuação invariavelmente estoura o limite superior da escala de desempenho e o emprego de estratégias de iluminação natural simplesmente não agregam diferença ao resultado do item.

Com esta breve discussão, observa-se que, apesar de não ser necessário começar o desenvolvimento de um método brasileiro totalmente do ponto zero, e da estrutura do GBC servir ao propósito de ser ponto de partida para a derivação de uma avaliação adequada ao Brasil, existe a necessidade de uma revisão criteriosa dos itens e *benchmarks* a serem

considerados nas avaliações, para obter resultados aderentes ao contexto nacional.

Como fazer no Brasil, então?

A proposta de implementação de avaliação de edifícios, sob o enfoque da construção sustentável, é pautada pelos seguintes princípios:

Salto da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade de edifícios

A Agenda 21 do CIB para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB; IETC, 2002) destaca a necessidade de integração das agendas verde e marrom.

Os sistemas existentes para avaliação de edifícios restringem-se ao componente ambiental da sustentabilidade, mas nos países em desenvolvimento, o conceito de avaliação de edifícios deve necessariamente saltar da dimensão ambiental para a avaliação da sustentabilidade e contemplar a dimensão social/democrática e a dimensão econômica.

Definição dos requisitos a avaliar

Os requisitos a avaliar, assim como o critério de ponderação, devem partir da análise dos métodos existentes, cujos requisitos deverão ser modificados, eliminados ou complementados de forma a refletir as prioridades da Agenda 21 nacional e setorial.

Minimização de subjetividade: aproximação do conceito de LCA

O primeiro ponto consensual quanto à abordagem a ser dada para avaliação de edifícios no Brasil foi que o método deveria ser o mais próximo possível dos conceitos de análise do ciclo de vida (LCA). Apesar de isto revelar-se extremamente trabalhoso para um ponto de partida, a idéia central é promover a coleção de dados ambientais de materiais e produtos de construção e utilizá-los na avaliação global dos edifícios (SILVA, 2001).

Formato de pontuação: estrutura evolutiva

Um formato de distribuição de pontos composto por uma série de pré-requisitos complementada por créditos ambientais (tipo “pré-requisitos + créditos + bônus”) pode ser positivamente incorporado no caso brasileiro (SILVA, 2001; SILVA, et al., 2002). Este formato é particularmente atraente, pois a inclusão de novos itens a avaliar e a conversão gradativa de bônus em créditos e de créditos em pré-requisitos permitem o ajuste das metas de desempenho e a atualização

continua do sistema. Dado o histórico da construção brasileira de desconsideração de procedimentos de melhoria quando estes deixam de ser exigidos, sugere-se que um item não seja eliminado do sistema como resultado desta conversão gradativa, mas que permaneça no grupo dos pré-requisitos.

Blocos conceituais de critérios: orientados ao desempenho ou a dispositivos?

Esta é uma das discussões mais efervescentes no campo das avaliações ambientais de edifícios. No estado atual de desenvolvimento da metodologia, as diferenças fundamentais na essência dos itens avaliados ainda resultam em métodos híbridos, que tentam combinar o maior número possível de critérios orientados ao desempenho com um número inevitável de itens orientados a dispositivos.

A condição ideal é obter-se um método completamente orientado à avaliação de desempenho que seja viável praticamente. A estratégia de implementação no Brasil é começar com esta base híbrida e gradualmente migrar para critérios de desempenho. O grande desafio que se apresenta é a reunião de dados acumulados para geração de *benchmarks*, dificultada principalmente por:

- (a) Falta de normas brasileiras sobre eficiência energética e desempenho global de edifícios;
- (b) Desatualização das normas existentes; e
- (c) Falta de perfis ambientais de edifícios, materiais e produtos de construção.

Estabelecendo um critério para ponderação

Este é um segundo tema controverso em avaliação ambiental, uma vez que até o momento não existe um método consensual para comparação relativa de impactos (ambientais ou não) diferentes. Um procedimento relativamente simples é consultar um painel de especialistas que - por sua composição e conhecimento - sugere diretamente fatores de ponderação para as diferentes categorias, como feito pelo BRE para gerar o indicador único de desempenho ambiental utilizado pelo BREEAM. Já o GBC introduziu uma planilha de votação para definir pesos para as categorias de impacto, de acordo com o contexto de avaliação.

Uma ferramenta de análise hierárquica (AHP) foi desenvolvida para facilitar a derivação inicial de ponderação mais adequada para o Brasil, mediante consulta a painel com representantes das principais

partes interessadas do setor de construção: universidades, projetistas, construtores, indústria etc. A ferramenta é composta por sete matrizes de comparação, organizadas hierarquicamente segundo os temas contemplados na *GBTool* (uso de recursos, cargas ambientais, qualidade do ambiente interno, qualidade dos serviços, desempenho econômico, gerenciamento e comutação/transporte). Os temas são comparados em pares, segundo uma escala de importância relativa de cinco intervalos: $\frac{1}{4}$ (muito menos importante), $\frac{1}{2}$ (menos importante), 1 (importância igual), 2 (mais importante) e 4 (muito mais importante). A importância relativa das categorias e subcategorias é calculada automaticamente, a partir das comparações pareadas feitas pelos agentes de decisão.

Conclusões

A SB2000 marcou também pelo início da integração de países em desenvolvimento a uma pesquisa de interesse global, mas até então exclusivamente conduzida por países desenvolvidos, movidos por uma pressão ambiental muito elevada. Naturalmente, os países que já vinham integrando o GBC passaram por estágios de amadurecimento e conscientização ambiental, estabelecimento de políticas ambientais e investimento em pesquisa orientada ao setor de construção civil que constituíram uma base sólida para permitir o início imediato de atividades de avaliação de edifícios.

No caso do Brasil, ainda é necessária pesquisa de base considerável. Afora o selo PROCEL, não contamos com esquemas de certificação ou classificação de desempenho ambiental. O Programa Brasileiro de Reciclagem ainda não decolou, apesar de representar um avanço considerável, e as iniciativas do governo federal são ainda incipientes, restritas basicamente à criação do Fórum Permanente para o Desenvolvimento Sustentável do Brasil e à organização de evento para sistematizar a discussão de um selo ambiental nacional, via ABNT, a partir de experiências internacionais em rotulagem ambiental.

Por essa razão são tão importantes os esforços para construção de bases de dados ambientais (LCA) de produtos disponíveis nos níveis regional e nacional e, principalmente, para o estabelecimento de desempenhos de referência que orientem a confecção de novos projetos e a definição de políticas e regulações específicas para o setor de construção (energia, teor mínimo de

resíduos/reciclados etc) ou mesmo de esquemas de certificação ambiental de edifícios.

A análise dos métodos existentes demonstra que eles são naturalmente diferentes, por que as agendas ambientais variam de um país a outro; assim como as práticas construtivas e de projeto, o clima e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos. Apesar do detalhamento das agendas variar de um país a outro, isto ocorre dentro de blocos de discussão relativamente comuns, que estão presentes em qualquer contexto. Não é possível, no entanto, importar um método pronto e utilizá-lo no Brasil. Devemos necessariamente passar pelo mesmo processo de amadurecimento por que passaram os países de origem dos métodos existentes. Mas contamos com as vantagens importantes de não precisarmos começar do zero e de podermos aprender com as experiências anteriores.

De toda forma, os sistemas de avaliação existentes contemplam apenas os impactos ambientais dos edifícios. A questão central em países em desenvolvimento é saltar da avaliação ambiental para a avaliação da sustentabilidade dos edifícios e contemplar também os aspectos sociais e econômicos relacionados à produção, operação e modificação do ambiente construído.

O interesse pelo tema está finalmente se consolidando no país. No último ano, dois edifícios foram avaliados. Outros três estão em perspectiva para avaliação e empresas de construção líderes de mercado começam a demonstrar interesse. A introdução e a aceitação da avaliação de edifícios pelo mercado é fundamental para a sua viabilização, mas o desafio brasileiro compreende ainda a inserção dos conceitos de construção sustentável na formação acadêmica dos profissionais de construção e a sua assimilação como parte integrante da prática cotidiana de projeto.

Referências

BALDWIN, R.; LEACH, S.J.; DOGGART, J.V.; ATTENBOROUGH, M.P. **BREEAM 1/90**: an environmental assessment for new office designs. Garston: CRC, 1990. (BRE Report).

BALDWIN, R.; YATES, A.; HOWARD, N.; RAO, S. **BREEAM 98 for offices**: an environmental assessment method for office buildings. Garston: CRC, 1998. 36 p. (BRE Report).

CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, LTD. **HK-BEAM (New**

Offices): an environmental assessment for new office designs. Version 1/96r. Hong Kong: CET, 1999. 47 p.

COLE, R.J.; LARSSON, N. Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000. In: SUSTAINABLE BUILDINGS, 2000, Maastricht. **Proceedings...** Maastricht: NOVEM; CIB; GBC, 2000. p.213-215.

_____. Green Building Challenge'98. In: INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT, 2., 1997, Paris. **Proceedings...** Paris: CIB Task Group 8; Environmental Assessment of Buildings, 1997. p.19-29.

COLE, R.J.; ROUSSEAU, D.; THEAKER, I.T. **Building Environmental Performance Assessment Criteria**. Version 1, Office Buildings. Vancouver: The BEPAC Foundation, 1993.

CRAWLEY, D.; AHO, I. Building environmental assessment methods: applications and development trends. **Building Research and Information**, London, v.27, n.4/5, p.300-308, 1999.

DICKIE, I.; HOWARD, N. **Assessing environmental impacts of construction**: industry consensus, BREEAM and UK ecopoints. Garston: BRE Centre for Sustainable Construction, 2000. 12 p. (BRE Digest 446).

DOGGART, J.; BALDWIN, R. BREEAM International: regional similarities and differences of an international strategy for environmental assessment of buildings. In: INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT, 2., 1997, Paris. **Proceedings...** Paris: CIB Task Group 8; Environmental Assessment of Buildings, 1997. p.83- 90.

GREEN BUILDING CHALLENGE'98: an international conference on the Performance Assessment of Buildings, 1998, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: NRC; CANMET, 1998.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB); CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (Eds.). INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT, 2., 1997, Paris. **Proceedings...** Paris: CIB Task Group 8; Environmental Assessment of Buildings, 1997.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB); UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE (UNEP-IETC) (Ed.). **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**: a discussion document. Pretoria, 2002. (BOUTEK Report no. Bou/E0204).

JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2001, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; UFRGS, 2001. p.91-98.

NIBEL S.; CHATAGNON N.; ACHARD G. ESCALE, assessment method of buildings environmental performance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SUSTAINABLE BUILDING, 2000, Maastricht. **Proceedings...** Maastricht: NOVEM; CIB; GBC, 2000.

SILVA, V.G. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. **Revista Qualidade na Construção**, São Paulo, n.25, p.14-22, 2000.

_____. **Environmental assessment of buildings**: towards an appropriate approach to Brazilian Agenda. Rotterdam: The Institute of Housing and Urban Studies (IHS), 2001. 10 p. (SBUD Course Report).

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. Environmental assessment of buildings: towards an appropriate approach to

Brazilian environmental Agenda. In: SUSTAINABLE BUILDING, 2002, Oslo. **Proceedings...** Oslo: iiSBE; CIB; Biggforsk, 2002.

_____. Perspectives for development of environmental assessment of buildings in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SUSTAINABLE BUILDING, 2000, Maastricht. **Proceedings...** Maastricht: NOVEM; CIB; GBC, 2000.

TODD, J.A.; LINDSAY, G. Comparative assessment of GBC2000 and LEED: lessons learned for international and national systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SUSTAINABLE BUILDING, 2000, Maastricht. **Proceedings...** Maastricht: NOVEM; CIB; GBC, 2000. p. 210-212.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)**: Environmental building rating system criteria. San Francisco: USGBC, April 1996. (Third Ballot Draft, Appendix 1: Scoring Statements & Related Information for Sub-Criterion)

_____. **LEED Green Building Rating System™ 1.0**. San Francisco: USGBC, January 1999. 37 p. (Pilot version)

_____. **LEED Green Building Rating System™ 2.0**. San Francisco: USGBC, March 2000. 25 p.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo financiamento de pesquisa, que originou o Programa BRAiE; e a iiSBE e à Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST, pelos recursos para a participação em eventos importantes.