Habitação mais Sustentável

Documento

Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios:

estado atual e discussão metodológica

documento 5

Projeto

Tecnologias para construção habitacional mais sustentável

Projeto Finep 2386/04

São Paulo
2007

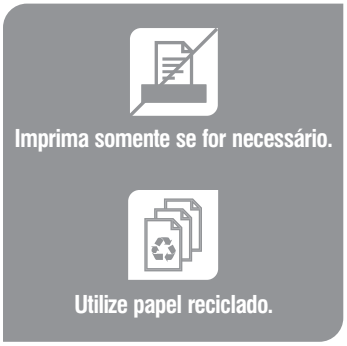
Habitação mais Sustentável

Documento 5

Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios:
estado atual e discussão metodológica

Autora

Vanessa Gomes da Silva, Dra.
(UNICAMP)



Projeto
Tecnologias para construção habitacional mais sustentável
Projeto Finep 2386/04

São Paulo
2007

Projeto

Tecnologias para construção habitacional mais sustentável

Projeto Finep 2386/04

Instituições executoras

Escola Politécnica da USP

UNICAMP

UFG

UFSC

UFU

Instituições parceiras

FINEP

HABITARE

CNPq

CAIXA

Cediplac

GÊNESIS TAKAOKA

SINDUSCON FLORIANÓPOLIS

Coordenação
Prof. Dr. Vanderley M. John

POLI / USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Pesquisadores
Prof. Dr. Alex K. Abiko
Msc. Clarice Menezes Degani
Prof. Dr. Francisco F. Cardoso
Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves
Prof. Dr. Racine T. A. Prado
Prof. Dr. Ubiraci E. L. de Souza
Prof. Dr. Vahan Agopyan
Prof. Dr. Vanderley M. John

Bolsistas
Airton Meneses de Barros Filho
Cristina Yukari Kawakita
Daniel Pinho de Oliveira
Davidson Figueiredo Deana
José Antônio R. de Lima
Msc. Vanessa M. Taborianski
Viviane Miranda Araújo

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

Pesquisadores
Prof. Dra. Marina S. O. Ilha
Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva

Bolsistas
Erica Arizono
Laís Ywashima
Marcia Barreto Ibiapina

UFG – Universidade Federal de Goiás

Pesquisadora
Prof. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

Bolsista
Ricardo Prado Abreu Reis

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Pesquisador
Prof. Dr. Roberto Lamberts

Bolsista
Msc. Maria Andrea Triana

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Pesquisador
Prof. Dr. Laerte Bernardes Arruda

Bolsista
Gabriela Salum
Larissa Oliveira Arantes

Sumário

1. Introdução 6
2. Principais iniciativas e estado atual 7
2.1 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)-1990 11
2.1.1 Estrutura e pontuação 12
2.1.2 Ponderação e comunicação de resultados 13
2.2 BRE- EcoHomes 14
2.3 Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC) - 1993 16
2.3.1 Estrutura e pontuação 17
2.3.2 Ponderação e comunicação de resultados 18
2.4 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - 1999 18
2.4.1 Estrutura e Pontuação 20
2.4.2 Ponderação e comunicação de resultados 22
2.5 LEEDTM for Homes 22
2.6 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) – 2002 25
2.6.1 Estrutura e pontuação 27
2.6.2 Ponderação e comunicação de resultados 28
2.7 NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE Bureau et Einseignement 28
2.7.1 Estrutura e pontuação 30
2.7.2 Ponderação e comunicação dos resultados 31
2.8 Certification Habitat & Environnement 33
2.8.1 Estrutura e pontuação 33
2.8.2 Ponderação e comunicação de resultados 35
2.9 Green Building Challenge (GBC) - 1996 36
2.9.1 Estrutura e Pontuação 37
2.9.2 Ponderação 40
2.9.3 Comunicação de resultados 41
2.10 Green Star (Austrália) 42
2.10.1 Estrutura e pontuação 42
2.10.2 Ponderação e comunicação de resultados 45
3. Discussão de aspectos metodológicos 47
3.1 O que os métodos existentes avaliam? 47
3.2 Como estes métodos avaliam o desempenho ambiental? 48
3.3 Quanto é preciso atingir? 52
4. Considerações sobre o assunto 54
Referências bibliográficas 57

Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica

Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva (UNICAMP)

1. Introdução

A crise do petróleo nos anos 70 desencadeou o desenvolvimento de diversas iniciativas focadas na avaliação - e maximização - da eficiência energética de edifícios. O surgimento e difusão dos conceitos de projeto ecológico (*green design*) foi uma das mais importantes respostas do meio técnico à generalização da conscientização ambiental na década de 90.

Originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, o conceito de análise do ciclo de vida forneceu a base conceitual para 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 UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*) do Rio de Janeiro. 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).

A expressão *Green Building*[1] foi então cunhada para englobar todas as iniciativas dedicadas à criação de construções que utilizem recursos de maneira eficiente, com claro foco em uso de energia; que sejam confortáveis; e que tenham maior longevidade, adaptando-se às mudanças nas necessidades dos usuários e permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem.

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram de fato os seus edifícios. Como seria comprovado mais tarde, edifícios projetados para sintetizar os conceitos de construção ecológica freqüentemente consumiam ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de projeto e construção.

O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

A experiência tem demonstrado que os saltos nos níveis mínimos de desempenho aceitáveis dependem necessariamente de alterações nas demandas do mercado, sejam elas voluntárias ou originadas de exigências normativas. Especificamente sobre o desempenho ambiental, acredita-se que estas alterações não serão possíveis até que os empreendedores da construção civil e os usuários dos edifícios tenham acesso a métodos relativamente simples que lhes permita identificar aqueles edifícios com melhor desempenho (NRC/CANMET, 1998).

[1]. Freqüentemente utilizada erroneamente em alternância com a expressão *Sustainable Building*. O termo *green* refere-se exclusivamente à dimensão ecológica (ou sustentabilidade ambiental) da construção sustentável, que é um conceito mais abrangente, que contempla ainda as dimensões social e econômica.

Sob este aspecto, o alcance das exigências normativas é limitado à garantia de um desempenho mínimo, não havendo incentivo para procurar atender a patamares superiores. Os sistemas de adoção voluntária, por outro lado, pretendem que o próprio mercado impulsione a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação mercadológica.

2. Principais iniciativas e estado atual

Atualmente, praticamente cada país europeu - além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong - possui um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios (Tabela 1).

As circunstâncias contextuais que resultaram em sua criação variam, assim como as aplicações pretendidas para estes sistemas, que vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação.

A grande maioria dos sistemas adequa-se melhor à avaliação de edifícios novos ou projetos, trabalhando no plano do **desempenho potencial**, sendo raros os exemplos de sistemas neste segundo caso. Poucos sistemas distinguem claramente entre o desempenho ambiental com base em propriedades inerentes ao edifício (desempenho potencial) e o **desempenho real** do edifício em operação (ZIMMERMANN et al., 2002).

Tabela 1 - Principais sistemas existentes para avaliação ambiental de edifícios. Destaques em negrito referem-se ao desenvolvimento específico para avaliação de habitações (uni- e multifamiliares)

País	Sistema	Comentários
Reino Unido	BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados são parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) (BALDWIN et al., 1998).
	BRE EcoHomes	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, seguindo a estrutura de categorias do BREEAM for Offices e o conceito de avaliação de edifício-base, projeto e aquisição, gestão & operação. Os créditos são ponderados para gerar um índice global de desempenho ambiental. (BRE, 2003).
	PROBE (Post-occupancy Review of Building Engineering)	Projeto de pesquisa para melhorar a retro-alimentação sobre desempenho de edifícios, através de avaliações pós-ocupação (com base em entrevistas técnicas e com os usuários) e de método publicado de avaliação e relato de energia (COHEN et al., 2001).
Internacional iiSBE	GBC (Green Building Challenge) GBTool	Sistema com base em critérios e *benchmarks* hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação (COLE; LARSSON, 2000).
Hong Kong	HK-BEAM (Hong Kong Building Environmental Assessment Method)	Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos (CET, 1999a) ou em uso (CET, 1999b) e residenciais (CET, 1999c). Não pondera.

País	Sistema	Comentários
Estados Unidos	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios e *benchmarks*. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. Na versão para edifícios existentes, a linguagem ou as normas de referência foram modificados para refletir a etapa de operação do edifício (USGBC, 2001).
	LEED™ for Homes	Variação atualmente em desenvolvimento do LEED™ especificamente para a avaliação de unidades residenciais. Objetiva reconhecer e premiar as residências que incorporem práticas de excelência ambiental. Mantém os níveis de desempenho do LEED™ e praticamente as mesmas categorias de avaliação, exceto "localização e conexões" e "conscientização do usuários", que foram adicionadas (USGBC, 2005)
	MSDG (Minnesota Sustainable Design Guide)	Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY et al. 2000).
Suécia	EcoEffect	Método de LCA para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia uso de energia, uso de materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida (LCC[2]). A avaliação de uso de energia e de uso de materiais é feita com base em LCA; enquanto a avaliação de ambiente interno e de ambiente externo é feita com base em critérios. Um software de apoio, no momento com base de dados limitada, foi desenvolvido para cálculo dos impactos ambientais e para apresentação dos resultados (GLAUMANN, 1999)
	Environmental Status of Buildings	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, modificado segundo as necessidades dos membros. Sem LCA ou ponderação (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Dinamarca	BEAT 2002 (Building Environmental Assessment Tool)	Método de LCA, desenvolvido pelo SBI[3], que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Noruega	EcoProfile	Sistema com base em critérios e *benchmarks* hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais (PETTERSEN, 2002; GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Finlândia	PromisE Environmental Classification System for Buildings	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), conseqüências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%) (AHO, 2002; HUOVILA et al., 2002).

Tabela 1 - (continuação)

[2] LCC - *Life-cycle cost analysis.*

[3] SBI – *Statens Byggeforskninginstitut,* http://www.sbi.dk (BYogBIG), ou Danish *Building and Urban Research,* http://www.dbur.dk/english/.

País	Sistema	Comentários
Canadá	BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Inspirado no BREEAM e dedicado a edifícios comerciais novos ou existentes. O sistema é orientado a incentivos, e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993)
	BREEAM Canada	Adaptação do BREEAM (SKOPEK, 2002)
Áustria	Comprehensive Renovation	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais (GEISSLER, 2002)
Alemanha	EPIQR	Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo (LÜTZKENDORF, 2002)
França	NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE	Sistema com base em critérios e *benchmarks*. Sua ponderação é baseada no perfil de desempenho específico definido para cada projeto. Inclui avaliação da gestão do desenvolvimento do empreendimento. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado pelas 14 preocupações ambientais definidas pela Associação HQE (CSTB, 2005)
	Certification Habitat & Environnement	Sistema desenvolvido especificamente para a certificação de edifícios habitacionais novos, coletivos e multifamiliares. O resultado apresenta-se sob a forma de um perfil de desempenho mínimo considerando 7 temas (QUALITEL, 2005)
Japão	CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	Sistema com base em critérios e *benchmarks*. Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. Inspirada na GBTool, a ferramenta de projeto trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (BEE), e aplica ponderação fixa e em todos os níveis (JSBC, 2002).
	BEAT (Building Environmental assessment Tool)	Ferramenta LCA publicada pelo BRI (Building Research Institute), em 1991.
Austrália	NABERS (National Australian Building Environment Rating Scheme)	Sistema com base em critérios e *benchmarks*. Para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio-piloto. Os níveis de classificação são revisados anualmente (VALE et al , 2001)
	Green Star	Sistema com base em critérios e *benchmarks*, que pretende abranger várias tipologias de edifícios. No momento, apenas a versão para escritórios está implementada. (GBCA, 2005)

Tabela 1 - (continuação)

Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os sistemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente distintos em duas categorias. De um lado, estão os sistemas que promovem a construção sustentável através de *mecanismos de mercado*. O Building Research Establishment Environmental Assessment Method - **BREEAM** (BALDWIN et al., 1998), foi pioneiro e lançou as bases de todos os sistemas de avaliação *orientados para o mercado* que seriam posteriormente desenvolvidos em todo o mundo, como o **HK-BEAM** (CET, 1999a; CET, 1999b; CET, 1999c), do **LEED™** (USGBC, 1999; USGBC, 2001), do **NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE** (CSTB, 2005) e do **CASBEE** (JSBC, 2002). Estes sistemas foram desenvolvidos para serem facilmente absorvidos por projetistas e pelo mercado em geral, e têm, portanto, uma estrutura mais simples, normalmente formatada como uma lista de verificação. Para divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental de projetos, execução e gestão operacional, todos eles são vinculados a algum tipo de certificação de desempenho.

No segundo grupo estão os métodos *orientados para pesquisa*, como o Building Environmental Performance Assessment Criteria - **BEPAC** (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993) e seu sucessor, o Green Building Challenge - **GBC** (COLE; LARSSON, 2000), centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica.

Para construir um panorama abrangente das metodologias existentes para a avaliação do desempenho ambiental de edifícios, o detalhamento e a discussão metodológica que o segue serão concentrados nos seguintes métodos:

- BREEAM, o primeiro deles e que embasou os vários sistemas orientados ao mercado subseqüentes;
- BRE EcoHomes, derivado do BREEAM, específico para edifícios residenciais;
- BEPAC, o primeiro sistema orientado a pesquisa metodológica;
- LEED™, atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
- LEED for Homes, derivado do LEED específico para edifícios residenciais;
- CASBEE, o método lançado mais recentemente, que introduziu alguns conceitos inovadores à avaliação de edifícios;
- NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE, metodologia inovadora que avalia o sistema de gestão do desenvolvimento do empreendimento, além de suas características de desempenho, as quais são priorizadas em função do contexto e dos princípios de sustentabilidade do empreendedor;
- Certification Habitat & Environnement, avalia o desempenho ambiental de edifícios residenciais franceses;
- GBC - GBTool, sucessor do BEPAC e utilizado no estudo exploratório;
- Green Star – combina aspectos do BREEAM e do LEED.

Esta seleção exclui os sistemas em idiomas pouco acessíveis (Eco-profile, da Noruega; Environmental Status of Buildings e EcoEffect, da Suécia; PromisE, da Finlândia; e o Rotterdams Puntensysteem, da municipalidade de Rotterdam, na Holanda); os em desenvolvimento e aqueles derivados de sistemas que serão descritos detalhadamente (HK-BEAM, de Hong Kong, e MSDG, dos EUA, derivados respectivamente do BREEAM e do LEED™).

2.1 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) – 1990

O primeiro e mais conhecido dos métodos de avaliação ambiental de edifícios é o BREEAM, lançado no Reino Unido em 1990 (BALDWIN et al., 1990) por pesquisadores do BRE e do setor privado, em parceria com a indústria, visando especificação e mensuração de desempenho. O BREEAM fornece um processo formal de avaliação embasado em uma auditoria externa. O edifício é avaliado independentemente por avaliadores treinados e indicados pelo BRE, que, por sua vez, é responsável por especificar os critérios e métodos de avaliação e pela garantia da qualidade do processo de avaliação utilizado.

Dentro do objetivo geral de fornecer orientação sobre maneiras de minimizar os efeitos adversos dos edifícios nos ambientes local e global e, ao mesmo tempo, promover um ambiente interno saudável e confortável, os objetivos específicos deste método são (BALDWIN et al., 1998):

a) Distinguir edifícios de menor impacto ambiental no mercado.

b) Encorajar práticas ambientais de excelência no projeto e execução, gestão e operação.

c) Definir critérios e padrões indo além daqueles exigidos por lei, normas e regulamentações.

d) Conscientizar proprietários, ocupantes, projetistas e operadores quanto aos benefícios de edifícios com menor impacto ambiental.

Os créditos são ponderados para obtenção de um índice de desempenho ambiental (EPI [4]), que habilita à certificação em uma das classes de desempenho e permite comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema.

O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) para beneficiar-se de avanços em pesquisa, para refletir a experiência acumulada e alterações nas prioridades de regulamentações e do mercado, e para garantir que continue representando práticas de excelência no momento da avaliação. A primeira revisão ocorreu em 1993 (PRIOR, 1993; BALDWIN et al., 1993) e, atualmente em sua terceira versão (BREEAM 98), o sistema conta com significativa penetração no mercado, é um componente importante de política ambiental em diversos negócios e foi aceito como representação de prática de excelência no Reino Unido.

As principais alterações introduzidas no BREEAM 98 em relação a sua versão anterior (BREEAM 93) relacionam-se a:

[4] EPI - Environmental Performance Index. Ver item 2.2.1.2.

a) As versões anteriores para edifícios novos e existentes foram consolidadas em um sistema único;

b) O sistema consiste em um bloco central de avaliação, com dois blocos opcionais relacionados à qualidade do projeto e execução e a procedimentos de gestão e operação.

c) Aspectos que foram absorvidos pela legislação ou pela prática geral foram eliminados;

d) Novos itens foram adicionados nos campos em que houve avanço no conhecimento (entre eles, a especificação de materiais e a consideração de comutação de transporte), para assegurar a cobertura abrangente dos aspectos ambientais e de sustentabilidade; e

e) Um método de ponderação foi introduzido para determinar objetivamente um índice de desempenho que define a classificação do edifício.

Estima-se hoje que entre 30% e 40% dos novos edifícios de escritórios do Reino Unido sejam submetidos a esta avaliação anualmente (HOWARD, 2001). O BREEAM é também a metodologia de maior aceitação internacional. Versões deste sistema foram adaptadas às condições do Canadá e Hong Kong, com o objetivo de priorizar aspectos de relevância regional na avaliação. Segundo DOGGART; BALDWIN (1997), outras versões estão sendo desenvolvidas na Dinamarca, Noruega, Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos, e o BREEAM teria sido aplicado em mais de mil casos na Europa, Ásia e América do Norte. Não há, no entanto, publicações relatando os resultados destas experiências.

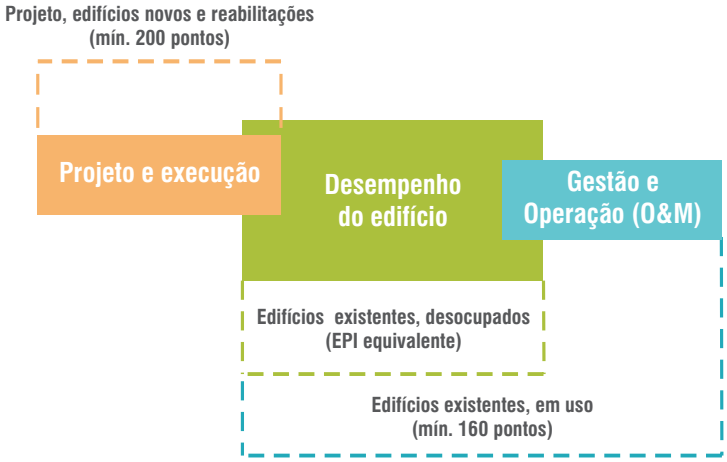
A popularidade do BREEAM deve-se, em grande parte, a: (1) abordagem de desempenho de referência (benchmark); (2) cobertura abrangente de aspectos relacionados a energia, impacto ambiental, e saúde e produtividade; e (3) identificação de oportunidades realistas para melhoria, assim como de potenciais vantagens financeiras adicionais.

2.1.1 Estrutura e pontuação

O processo de avaliação utilizando o BREEAM 98 for offices é composto pelos três blocos de critérios ilustrados na Figura 1. A versão 98 mesclou os dois sistemas que - até a versão 93 - avaliavam separadamente edifícios de escritórios novos e existentes. Desta forma, um conjunto básico de critérios de desempenho do edifício é avaliado em todos os casos, e os blocos 'Projeto e Execução e Operação e Gestão' (O&M) são incluídos nos casos em que o objeto avaliado for, respectivamente, um edifício novo ou um edifício em uso.

No caso de edifícios existentes, porém desocupados ou alvo de modernização parcial, não se atribui certificação, mas o total de pontos dos itens de desempenho básico do edifício é lançado em um ábaco para obtenção do EPI equivalente.

Figura 1 - Blocos de critérios no processo de avaliação do BREEAM (edifícios de escritórios).



Os créditos ambientais estão distribuídos em nove categorias de avaliação (Tabela 2). Dentro de cada categoria há requisitos pra a obtenção de créditos que refletem as opções disponíveis para projetistas e gestores de edifícios. A quantidade de créditos em cada categoria não reflete a importância relativa entre elas, que é dada por fatores de ponderação que passaram a ser atribuídos a cada categoria, com a vigência do BREEAM 98. O critério de ponderação utilizado tem base consensual e resulta de trabalho conduzido pelo BRE (DICKIE; HOWARD, 2000).

Tabela 2 - Estrutura de avaliação do BREEAM 98 (BALDWIN et al., 1998).

Categorias (% total de pontos)	**Pontos (máx 1062 pts)**
Gestão (14,1%) Aspectos globais de política e procedimentos ambientais	150 pts
Saúde/conforto (14,1%) Ambiente interno e externo ao edifício	150 pts
Uso de energia (19,6%) Energia operacional e emissão de CO2[5]	208 pts
Transporte (11,3%) Localização do edifício e emissão de CO2 relacionada a transporte	120 pts
Uso de água (4,5%) Consumo e vazamentos	48 pts
Uso de materiais (9,8%) Implicações ambientais da seleção de materiais	104 pts
Uso do solo (3%) Direcionamento de crescimento urbano (evitando greenfields e encorajando a recuperação de brownfields[6] e uso de vazios urbanos)	32 pts
Ecologia local (9%) Valor ecológico do sítio	96 pts
Poluição (14,5%) Poluição de água e ar, excluindo CO2 (tratado no item Energia)	154 pts

2.1.2 Ponderação e comunicação de resultados

Nas versões anteriores, os critérios de avaliação eram agrupados segundo a escala dos impactos (global, local e interna[7]). Uma das principais modificações da versão 98 em relação às versões anteriores do BREEAM foi a introdução de fatores de ponderação para as categorias de créditos ambientais para chegar a um índice de desempenho ambiental (EPI), com valor entre zero e 10 (Figura 2).

[5] CO2 - Dióxido de carbono.

[6] Em alguns países, a expressão "*brownfield site*" é usada, em legislação específica, para designar propriedades imobiliárias em que expansão, redesenvolvimento ou reúso possam ser complicados pela presença potencial ou verificada de substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes.

[7] O HK-BEAM vigente ainda mantém este formato.

De acordo com o EPI obtido, são atribuídos quatro níveis de certificação.

A Tabela 3 mostra a classificação provável do edifício, a partir do número de pontos obtidos em uma lista de verificação (*checklist*) simplificada [8].

O número de critérios em cada uma destas categorias implicava em um certo grau de ponderação, mas até o BREEAM 98 não havia nenhuma tentativa de ponderar os aspectos em uma escala comum para obter uma nota para o edifício.

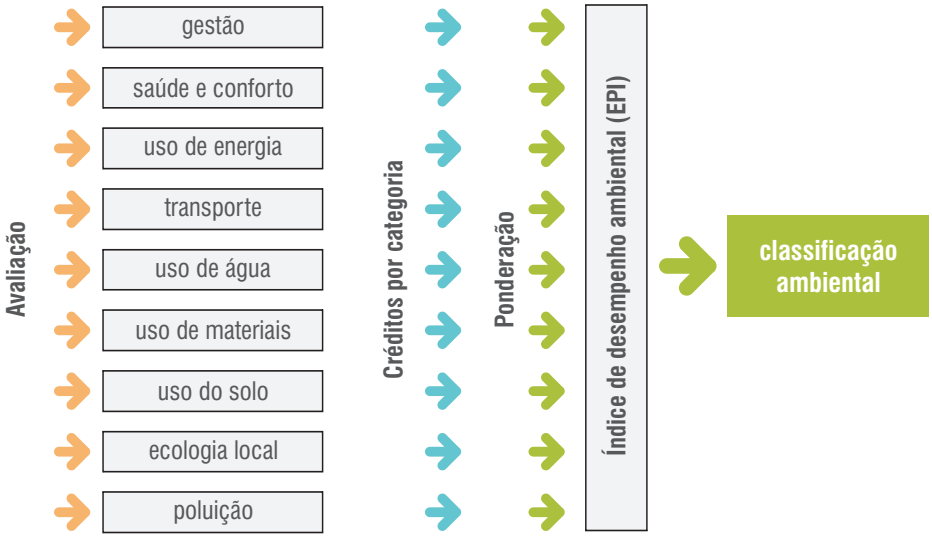


Figura 2 - Esquema da obtenção do Índice de Desempenho Ambiental (EPI), utilizado pelo BREEAM (BALDWIN et al., 1998).

Tabela 3 - Esquema da obtenção do Índice de Desempenho Ambiental (EPI), utilizado pelo BREEAM (BALDWIN et al., 1998).

Nível de classificação	Projeto e execução	Gestão e Operação
Aprovado	> 200 pts (25%)	> 160 pts (21,1%)
Bom	> 300 pts (37,5%)	> 280 pts (36,9%)
Muito bom	> 380 pts (47,5%)	> 400 pts (52,8%)
Excelente	> 490 pts (61,3%)	> 520 pts (68,6%)

2.2 BRE- EcoHomes

O BRE EcoHomes aplica-se a todos os empreendimentos residenciais padrão na Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte, que constituam empreendimentos privados e habitação de interesse social; apartamentos e casas; novas construções e grandes reformas. Outras tipologias (abrigos, casas de repouso, moradia estudantil etc.) requerem uma avaliação especial pelo BRE.

[8] Para orientar as equipes de projeto e gestão do edifício, o BREEAM fornece uma lista de verificação (*checklist*) simplificada, que detalha os requisitos específicos para a obtenção dos créditos ambientais. A metodologia completa é acessível apenas aos avaliadores credenciados, que verificam o atendimento de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios e atribuem os créditos correspondentes.

A estrutura do BRE EcoHomes está apresentada na Tabela 4 e segue exatamente as mesmas categorias do BREEAM for *Offices*, v.2004 (BRE, 2004).

Tabela 4 - Estrutura do BRE EcoHomes (BRE, 2005).

Categoria	Título	Código	Créditos disponíveis
Energia (20 pts; 21,42%)	Emissão de CO2	Ene 1	10
	Envelope	Ene 2	5
	Espaço para secagem de roupas	Ene 3	1
	Eletrodomésticos certificados	Ene 4	2
	Iluminação externa	Ene 5	2
Transporte (8 pts; 8,56%)	Transporte público	Tra1	2
	Armazenamento de bicicletas	Tra 2	2
	Proximidade de amenidades locais	Tra 3	3
	Home Office	Tra 4	1
Poluição (6 pts; 14,99%)	ODP e GWP dos isolantes utilizados	Pol 1	1
	Emissão de NOx	Pol 2	3
	Redução de escoamento superficial de água de chuva	Pol 3	2
	Fonte de energia com emissão zero	Pol 4	1
Materiais (31 pts; 14,98%)	Uso de madeira: elementos básicos	Mat 1	6
	Uso de madeira: elementos de acabamento	Mat 2	3
	Facilidades para reciclagem	Mat 3	6
	Impacto ambiental dos materiais	Mat 4	16
Água (6 pts; 10%)	Uso de água internamente na UH	Wat 1	5
	Uso de água internamente à UH	Wat 2	1
Uso de solo e ecologia (9 pts; 15,01%)	Valor ecológico do sítio	Eco 1	1
	Melhoria do valor ecológico do sítio	Eco 2	1
	Proteção de aspectos ecológicos	Eco 3	1
	Mudança do valor ecológico do sítio	Eco 4	4
	Building Footprint	Eco 5	2
Saúde e bem estar (8 pts; 15,04%)	Iluminação natural	Hea1	3
	Isolamento acústico	Hea2	4
	Espaço privativo	Hea 3	1

Além das categorias obviamente relacionadas a conservação de recursos e ecologia local e global, o EcoHomes procura:

a) encorajar a melhoria da eficiência energética ao longo de vida útil, além da usual preocupação com o isolamento do envelope, e considerando aspectos intrínsecos de construções residenciais, como: provisão de espaço de secagem natural de roupas, do encorajamento à aquisição de eletrodomésticos e iluminação externa energeticamente eficientes;

b) minimizar a dependência de automóveis para deslocamentos cotidianos e de comutações para o trabalho;

c) encorajar a especificação de materiais que minimizem impactos local e globalmente;

d) garantir ou aumentar a qualidade de vida dos moradores, incluindo aspectos bem particulares à realidade cultural do Reino Unido.

Da Tabela 4, percebe-se que o foco continua sendo mais pesado na categoria "energia" (~21,5%), seguida por "saúde e bem-estar", "uso do solo e ecologia", "poluição" e "materiais", com pesos praticamente idênticos (~15%) e, finalmente, "uso de água", com 10%.

2.3 Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC) - 1993

> O BEPAC foi o primeiro método canadense para avaliação abrangente do desempenho ambiental de edifícios. A primeira versão foi lançada em dezembro de 1993 para edifícios na província de British Columbia. Versões regionais foram posteriormente derivadas para as províncias de Ontário e The Maritimes, para considerar variações nas matrizes energéticas e nas prioridades ambientais (COLE, s.d.)

Trata-se de um método padronizado e abrangente desenvolvido exclusivamente para a avaliação do desempenho ambiental de edifícios comerciais novos ou existentes. O método é orientado a incentivos, para guiar e encorajar o mercado a valorizar práticas com maior responsabilidade ambiental e padrões de desempenho mais elevados. Os edifícios poderão ser certificados de acordo com a qualidade ambiental de seu projeto e gestão (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993).

O BEPAC foi desenvolvido à luz do BREEAM, sendo as semelhanças conceituais mais notáveis:

a) O BEPAC é um programa de adoção voluntária;

b) O desempenho do edifício é dado pelo conjunto de desempenho potencial e práticas de gestão da operação;

c) A base para avaliação (sejam edifícios novos ou existentes) é o desempenho esperado da congregação de práticas de excelência, em função das normas disponíveis que orientem projeto e operação de edifícios e do conhecimento consolidado e de tecnologias/conceitos emergentes nestas áreas;

d) Os itens avaliados são agrupados conforme a escala do impacto; e

e) A avaliação é de terceira parte, feita por avaliadores treinados pelo BEPAC ou que demonstrem conhecimento reconhecido em todos nos campos avaliados.

No BEPAC, optou-se por conduzir avaliações em menor número, porém mais detalhadas e abrangentes que o BREEAM. Ao ampliar o escopo da avaliação, obviamente cresceram o custo e a complexidade de aplicação do sistema, mas neste caso, o objetivo era, antes de produzir um sistema de certificação ambiental com maior flexibilidade de aplicação, delinear melhor uma metodologia que pudesse orientar o desenvolvimento de novos sistemas de avaliação.

O projeto para desenvolvimento do BEPAC foi encerrado em 1993. Este método foi o embrião do que mais tarde seria o projeto Green Building Challenge (ver item 2.9). O GBC também foi iniciado no Canadá, sob a coordenação de desenvolvedores do BEPAC e de iniciativas do NRCan [9], como o C-2000 (Integrated Design Process) e o CBIP (Commercial Buildings Incentive Program) [10]. A GBTool (Green Building Tool), ferramenta utilizada no GBC, foi desenvolvida a partir de uma combinação do BEPAC com o C-2000.

2.3.1 Estrutura e pontuação

O desempenho ambiental de um edifício resulta da interação do edifício e seus sistemas principais (denominado no BEPAC de "edifício-base") e com a maneira com que o edifício é utilizado e gerido/operado. A estrutura do BEPAC então distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para a tipologia de ocupação (Figura 3) (COLE, s.d.). Estes créditos estão distribuídos em quatro módulos: (1) projeto do edifício base; (2) gestão do edifício-base; (3) projeto da ocupação (defaults de ocupação); e (4) gestão da ocupação. Cada módulo é avaliado segundo cinco categorias:

1. proteção da camada de ozônio;
2. impacto ambiental do uso de energia;
3. qualidade do ambiente interno;
4. conservação de recursos; e
5. contexto de implantação e transporte.

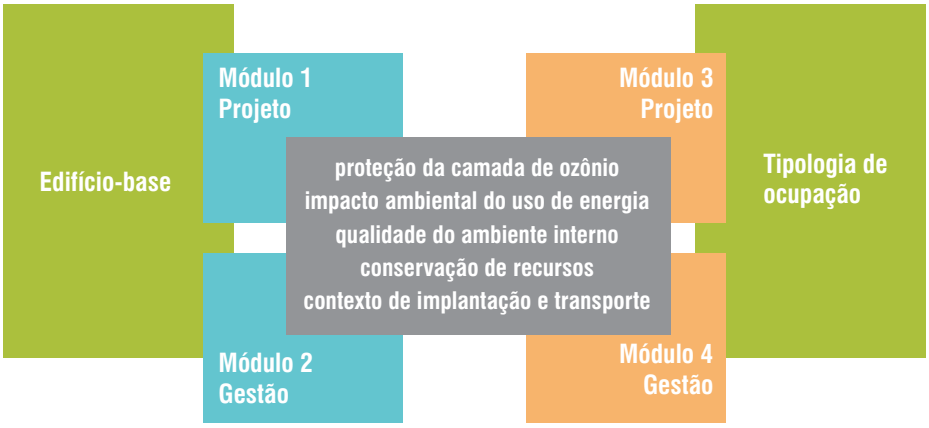


Figura 3 – Estrutura do BEPAC

[9] Natural Resources Canadá.

[10] Estes são programas complementares do NRCan. O C-2000 é um programa de demonstração (projeto integrado) aplicado a edifícios de alto desempenho, conceito que engloba, entre outros, redução no consumo de energia e liberação de emissões, consumo de recursos, melhoria da qualidade do ar interno e aspectos como funcionalidade, adaptabilidade e mantenabilidade. O CBIP tem natureza similar ao C-2000 (ênfase no apoio ao processo de projeto), porém restrito a questões energéticas (prevê incentivos de até 3 vezes o custo da energia economizada pelo projeto).

As categorias de impacto cobrem um conjunto abrangente de aspectos ambientais que percorrem as escalas global, local e interna (como no BREEAM versão1/90), e para permitir maior detalhamento da avaliação, algumas delas são subdivididas. Para cada categoria de impacto existem critérios formulados apropriadamente para avaliação por projetistas ou por gerentes de operação. Estes critérios incorporam referências objetivas de desempenho, utilizando avaliações numéricas sempre que possível.

Apesar de os aspectos ambientais alterarem-se com o tempo, as categorias são suficientemente amplas para continuar a englobar todas as considerações potencialmente relevantes. O BEPAC não hierarquiza as categorias de impacto, mas destaca que Proteção da camada de ozônio e Impactos ambientais do uso de energia têm implicações profundas, globais, e, portanto, são alvos de regulamentações internacionais (COLE, s.d.).

Em cada categoria, os critérios de avaliação são divididos em essenciais, importantes ou suplementares, e podem receber de 1 a 10 pontos. A série ampla de categorias cobertas pelo BEPAC inviabiliza o uso de um sistema único de atribuição de créditos para critérios de naturezas tão diferentes. Por essa razão, as categorias Proteção da camada de ozônio e Impactos ambientais do uso de energia são predominantemente orientadas a desempenho, e os pontos são atribuídos de acordo com o desempenho mensurado/estimado. Por outro lado, as seções Qualidade do ambiente interno, Conservação de recursos e Contexto de implantação e transporte são predominantemente prescritivas, i.e., os pontos são atribuídos apenas diante da presença de determinado dispositivo ou estratégia (COLE, s.d.).

2.3.2 Ponderação e comunicação de resultados

Para determinar os créditos correspondentes, os pontos obtidos em cada critério são multiplicados por fatores de ponderação. Esta ponderação procura refletir a *significância e prioridade em relação aos demais critérios na mesma categoria, ou o esforço necessário para atender ao critério estipulado.*

A ponderação de critérios é conduzida apenas dentro das categorias de impacto. Devido às diferenças fundamentais entre as categorias, elas não são ponderadas entre si. O resultado final da avaliação traz, portanto, o total de créditos obtidos em cada uma das cinco categorias e, no certificado concedido, os créditos obtidos são mostrados em relação ao valor máximo possível para cada critério.

2.4 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - 1999

Em 1994 o US Green Building Council (USGBC), instituição financiada pelo NIST (National Institute of Standards and Technology), iniciou um programa para desenvolver, nos Estados Unidos, um sistema de classificação de desempenho consensual e orientado para o mercado, visando acelerar o desenvolvimento e a implementação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis.

Acreditava-se que, enquanto os métodos tradicionais de regulamentação ajudaram a melhorar as condições, a eficiência energética e o desempenho ambiental dos edifícios, programas voluntários permitiriam estimular o mercado para acelerar o alcance das metas estabelecidas, ou mesmo

ultrapassá-las (USGBC, 2001). O desenvolvimento e implementação bem-sucedida de iniciativas anteriores de aplicação de sistemas voluntários de classificação de desempenho ambiental de edifícios no Reino Unido (BREEAM) e em British Columbia, no Canadá (BEPAC), demonstraram que a identificação e comunicação da eficiência e desempenho ambiental de edifícios (1) elevou a conscientização e o critério de seleção dos consumidores e (2) estimulou os esforços de proprietários e construtores em produzir edifícios ambientalmente avançados.

Acreditava-se, ainda, que o desenvolvimento de sistemas de classificação de desempenho ambiental de edifícios tecnicamente consistentes, implicam necessariamente em incentivar outros segmentos da indústria da construção a desenvolver produtos e serviços de maior qualidade ambiental (USGBC, 2001).

Estas foram as bases para o desenvolvimento do LEED , um sistema de classificação e certificação ambiental projetado 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 (USGBC, 1999). Os trabalhos foram iniciados em 1996, voltados inicialmente para edifícios de ocupação comercial.[11]

Assim como o BREEAM, este sistema concede créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos. A certificação é válida por um período de cinco anos, quando deverá ser encaminhada uma nova solicitação de avaliação por um programa apropriado do USGBC, desta vez centrado na avaliação da operação e gestão do empreendimento. A partir de janeiro de 2000, foram previstas revisões regulares do sistema de certificação a cada 3 ou 5 anos ou em período inferior, caso uma decisão consensual do USGBC ou alguma regulamentação local assim o exigir (USGBC, 1999).

O LEED é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Com uma estrutura simples a ponto de ser, por isso, criticada, o LEED é baseado em especificação de desempenho em vez de critérios prescritivos, 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 ASHRAE[12]; a ASTM[13]; a EPA[14]; e o DOE[15]. Estas práticas de efetividade já conhecida são então balanceadas com princípios emergentes, de forma a estimular a adoção de tecnologias e conceitos inovadores. 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 sistema. O apoio de associações e fabricantes de materiais e produtos favoreceu a ampla disseminação deste sistema nos EUA, que agora começa a estender-se para o Canadá[16].

[11] O LEED considera como "ocupação comercial" os edifícios de escritórios, institucionais (bibliotecas, museus, igrejas, entre outros), hotéis e edifícios residenciais com mais de quatro pavimentos. Até o momento, o USGBC conta com outros dois programas de avaliação de edifícios: (1) LEED™ Commercial Interiors/Renovations (CI/R), direcionado a projetos de renovações e reabilitações de maiores proporções, não necessariamente em *green buildings*; e (2) LEED™ for Homes, dedicado ao desenvolvimento e construção de residências unifamiliares ou edifícios residenciais com até 3 pavimentos. Renovações de edifícios residenciais, assim como a avaliação da operação e manutenção de edifícios serão alvo de sistemas futuros ou em desenvolvimento (site USGBC, http://www.usgbc.org).

[12] American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditionning Engineers.

[13] American Society for Testing and Materials.

[14] U.S. Environmental Protection Agency.

[15] U.S. Department of Energy.

[16] Em uma versão resultante da fusão do LEED™ com o BREEAM-Canada.

2.4.1 Estrutura e Pontuação

A versão-piloto (LEED 1.0) foi lançada em janeiro de 1999 (USGBC, 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, o edifício torna-se elegível a passar para a etapa de análise e *classificação de desempenho,* dada pelo número de créditos obtidos. Na versão atual do sistema - LEED 2.0 (USGBC, 2000) - existem 7 pré-requisitos e 69 pontos possíveis (Tabela 5). A versão 3.0 está sendo preparada e deverá ser lançada em breve.

Tabela 5 - Estrutura de avaliação do LEED 2.0 (USGBC, 2000)

Categorias (% total de pontos)	Requisitos (7 PReq)	Pontos (máx. 69 pts)
Sítios sustentáveis (20%)		**até 14 pts.**
1. Seleção de área	Controle de erosão e sedimentação	01
2. Redesenvolvimento urbano		01
3. Redesenvolvimento de áreas contaminadas (*brownfields*)		01
4. Transporte alternativo		até 04
5. Redução de perturbação no sítio original		até 02
6. Gestão de água da chuva		até 02
7. Paisagismo e projeto de áreas externas para redução de ilhas de calor		até 02
8. Redução de poluição luminosa		01
Uso eficiente de água (7%)		**até 05 pts.**
1. Paisagismo com uso eficiente de água		até 02
2. Tecnologias inovadoras para reutilização de água		01
3. Conservação de água		até 02
Energia e atmosfera (25%)		**até 17 pts.**
1. Otimização do desempenho energético	Verificação de conformidade pré-entrega (commissioning) Eficiência energética mínima Redução de CFCs nos equipamentos de condicionamento e ventilação artificial	02 a 10
2. Uso de energia renovável		até 03
3. Verificação de conformidade pré-entrega adicional (01 ponto)		01
4. Redução de HCFC [17]		01
5. Mensuração e verificação de desempenho		01
6. Uso de tecnologias renováveis e de poluição zero: solar, eólica, geotérmica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto		01

[17] HCFC - Hidroclorofluorcarbono.

Categorias (% total de pontos)	Requisitos (7 PReq)	Pontos (máx. 69 pts)
Materiais e recursos (19%)		**até 13 pts.**
1. Reutilização de edifício	Coleta e armazenamento de material reciclável produzido pelos usuários do edifício	até 03
2. Gestão de RCD		até 02
3. Reutilização de recursos		até 02
4. Materiais com conteúdo reciclado		até 02
5. Materiais regionais/locais		até 02
6. Materiais rapidamente renováveis		01
7. Uso de madeira certificada		01
Qualidade do ambiente interno (22%)		**até 15 pts.**
1. Monitoramento de CO2	Qualidade do ar interno mínima Controle ambiental de fumaça de cigarros	01
2. Aumento eficiência de ventilação		01
3. Plano de gestão da qualidade do ar interno no processo de construção		até 02
4. Materiais com baixa liberação de VOCs [18]		até 04
5. Controle de poluição interna por origem química		01
6. Controlabilidade dos sistemas pelos usuários		até 02
7. Conforto térmico		até 02
8. Luz natural e vista para o exterior		até 02
Inovação e processo de projeto (7%)		**até 05 pts.**
1.Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)		até 04
2.Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED		01

Tabela 15 - (continuação)

As principais alterações em relação à Versão 1.0 relacionam-se a (1) redução do número de pré-requisitos a serem satisfeitos (de 11 para 07); (2) aumento do número de itens considerados na classificação de desempenho (de 50 para 69); (3) substituição do nível de desempenho Bronze (acima de 50% dos pontos [19]) pelo nível LEED Certified [20], e (4) redistribuição de pontuação entre as categorias avaliadas. Convém notar que, com esta primeira revisão:

- a pontuação necessária para obtenção de certificação tornou-se proporcionalmente menor, já que o primeiro nível de certificação (LEED Certified) requer apenas 40% dos pontos. Isto parece indicar rigor excessivo nos critérios da versão-piloto e/ou uma certa dificuldade inicial no cumprimento de determinados itens;

[18] VOCs (Volatile Organic Compounds) - Compostos orgânicos voláteis.

[19] Nos três primeiros anos. Após este período, a certificação Bronze seria atribuída a edifícios que atingissem pelo menos 60% dos créditos (USGBC, 1999).

[20] Principalmente por razões mercadológicas, devido ao desconforto causado pela certificação Bronze. (Fonte: contato pessoal com Gail Lindsay, parte do corpo de implementadores do LEED, durante a reunião do GBC International Framework Committee, em Santiago - Chile, em março de 2001).

• especificamente quanto à redistribuição dos pesos entre as categorias avaliadas, as alterações mais notáveis referem-se ao aumento do peso das categorias *Qualidade do ar interno* (8 pontos porcentuais) e *Inovação do processo de projeto e construção* (5 pontos porcentuais); com correspondente redução do peso das categorias *Materiais e Recursos* (5 pontos porcentuais) e *Qualidade e uso de Água* (9 pontos percentuais). Isto demonstra tanto (1) a elevação do desempenho ambiental em determinadas áreas, de forma que o cumprimento de determinados quesitos já não representariam um diferencial em relação à prática de mercado, quanto (2) um correspondente redirecionamento da preocupação para determinados itens; e

• itens que eram parte dos pré-requisitos da versão 1.0 desapareceram, como no caso de *Qualidade da água* (isenção de chumbo) e *Eliminação (ou programa de gestão) de asbestos*, também indicando elevação na qualidade ambiental das construções; ou então foram remanejados e (1) incluídos em itens de *desempenho mínimo aceitável* ou (2) tornaram-se item pontuado, como no caso de *Conforto térmico*, da categoria *Qualidade do ar interno*.

2.4.2 Ponderação e comunicação de resultados

Por ter sido projetado também para funcionar como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, os aspectos avaliados no LEED têm peso idêntico, isto é: o LEED não aplica um critério explícito de ponderação entre categorias, mas o número variável de itens dentro das categorias define implicitamente pesos para cada uma delas. A sua estrutura permite que apenas os quesitos para que se pretende obter a certificação sejam avaliados. Isto significa que somente os aspectos de projeto, por exemplo, podem ser sejam avaliados (não considerando aspectos controlados pelos executores ou planejadores) *sem que o resultado final seja afetado* (TODD, LINDSAY, 2000). Deve-se ter sempre em mente, portanto, que, em determinadas condições, o resultado da avaliação pode ser incompleto e não necessariamente *refletir o desempenho global do edifício*. Na etapa de *análise e classificação de desempenho*, caso o edifício atinja um mínimo de 40% dos pontos, ele será certificado em um dos quatro níveis mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Níveis de classificação do LEED™.

Nível de classificação	Pontos (total 69 pts)
LEED Certified	26 a 32 pts (40-50%)
Silver	33 a 38 pts (51-60%)
Gold	39 a 51 pts (61-80%)
Platinum	> 52 pts (> 81%).

2.5 LEED™ for Homes

O LEED for Homes, variação atualmente em desenvolvimento do LEED™ especificamente para a avaliação de unidades residenciais, objetiva reconhecer e premiar as residências que incorporem práticas de excelência ambiental (*top* 25%), incluindo:

• uso eficiente de recursos energéticos;

• uso eficiente de recursos hídricos;

• uso eficiente de recursos de construção, através de melhoria de projeto, seleção e utilização de materiais e práticas de construção;

• uso eficiente do solo, e

• melhoria na qualidade do ambiente interno, para preservar a saúde dos ocupantes.

A fase inicial do LEED™ for Homes enfocará o segmento de habitações unifamiliares. Habitação de interesse social e habitações multifamiliares serão incluídas no programa-piloto. A partir deste ano, serão desenvolvidas especificações para unidades multifamiliares (até 3 pavimentos). Habitação multifamiliar acima de 3 pavimentos será coberta pelo LEED™ for New Construction (LEED-NC) (USGBC, 2005).

A estrutura em quatro níveis de certificação (platina, ouro, prata, certificado), característica do LEED™, e praticamente as mesmas categorias de avaliação foram mantidas, exceto "**localização e conexões**" e "**conscientização dos usuários**", que foram adicionadas (em negrito, na Tabela 7).

Tabela 7 – Estrutura de créditos do LEED™ for Homes (em desenvolvimento).

O sistema prevê um total de 110 pontos, e a pontuação necessária para obtenção de certificação em cada nível está mostrada na Tabela 8.

Categoria	Título do crédito	Nº. máximo de pontos
Localização e vínculos e conexões/acessos (até 20 pts)	Conformidade com o LEED–ND Neighborhood	Ainda não aplicável (10 pts)
	Seleção de área	2
	Infra-estrutura	2
	Recursos da comunidade (amenidades)	3
	Compacidade do desenvolvimento	
Sustentabilidade do Sítio (até 9pts)	Minimização do impacto de construção no sítio	preq.
	Paisagismo eficiente	5
	Sombreamento de áreas pavimentadas (minimizar ilhas de calor)	1
	Gestão da água superficial (controle de erosão e escoamento água de chuva)	1
	Controle de pragas sem uso de substâncias tóxicas	2
Eficiência no uso de água (até 11 pts)	Reuso de água	2
	Sistema de irrigação	5
	Uso de água internamente à UH	6
Qualidade do ambiente interno (até 24 pts)	Atendimento do ENERGY STAR com o pacote de ar interno	10
	Exaustão de gases de combustão	preq
	Controle de umidade	1
	Renovação com ar externo	3
	Exaustão local em cozinhas e banheiros	2
	Distribuição de ar insuflado	2

Categoria	Título do crédito	Nº. máximo de pontos
Qualidade do ambiente interno (até 24 pts)	Filtragem de ar insuflado	2
	Controle de contaminantes	2
	Proteção contra exposição a radônio	1
	Proteção contra emissões veiculares	1
Materiais e Recursos (até 26 pts)	Tamanho da UH	10
	Sistema estrutural eficiente quanto ao uso de materiais	2
	Materiais locais	3
	Plano de durabilidade	5
	Produtos ambientalmente preferíveis	4
	Gestão de resíduos	2
Energia e Atmosfera (até 45 pts)	Certificação pelo ENERGY STAR	16
	Isolamento	1
	Controle de infiltração de ar	2
	Janelas	2
	Estanqueidade de dutos de sistemas condicionamento artificial	2
	Condicionamento artificial	3
	Aquecimento de água	6
	Iluminação artificial	3
	Equipamentos energeticamente eficientes	3
	Uso de energia renovável	6
	Gestão/seleção de refrigerantes	1
Conscientização do proprietário (até 1 pt)	Instrução dos proprietários	
Inovação e processo de projeto (até 4 pts)		4

Tabela 7 – (continuação).

Tabela 8 - Número mínimo de pontos a alcançar em cada nível de desempenho do LEED™ for Homes.

Nível de desempenho	Número mínimo de pontos
Certificado	30/110
Prata	50/110
Ouro	70/110
Platina	90/110

2.6 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) – 2002

A mais recente inovação no campo das avaliações ambientais de edifícios é o Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – CASBEE (JSBC, 2002), apresentada publicamente pelo Japan Sustainability Building Consortium - durante a SB'02 em Oslo.

Na verdade, o CASBEE não é uma, mas quatro ferramentas de avaliação, cada uma delas destinada a usuários bem-definidos, que podem avaliar o projeto ou edifício existente em estágios específicos de seu ciclo de vida (Tabela 9).

Esta suíte de ferramentas destina-se à avaliação de edifícios de escritórios, escolares e multi-residenciais. A ferramenta de projeto para o ambiente - aqui chamada DfE [21] CASBEE - é o alvo do detalhamento feito na Figura 5.

Tabela 9 - Suíte de ferramentas de avaliação que compõem o CASBEE.

	Ferramenta	Usuários	Objetivos/características
Edifícios novos	Ferramenta de avaliação pré-projeto	Proprietários planejadores projetistas	Identificação do contexto básico do projeto, com ênfase em seleção de área e impactos básicos do projeto.
	Ferramenta de projeto para o ambiente (DfE)	Projetistas construtores	Teste simples de auto-avaliação para auxiliar a melhorar a eficiência ambiental do edifício (BEE) durante o processo de projeto
Edifícios existentes	Ferramenta de certificação ambiental	Proprietários, projetistas, construtores, agentes imobiliários	Para classificar edifícios concluídos, segundo sua eficiência ambiental Determinar o valor básico de mercado do edifício certificado
	Ferramenta de avaliação pós-projeto (operação e renovação sustentáveis)	Proprietários projetistas operadores/gestores	Prover informações sobre como melhorar a BEE durante a etapa de operação

A estrutura conceitual do CASBEE caracteriza-se por dois pontos focais: a definição de limites do sistema analisado (o edifício); e o levantamento e balanceamento entre impactos positivos e negativos gerados ao longo de seu ciclo de vida.

O CASBEE propõe aplicar o conceito de *sistemas fechados* [22] (um espaço hipotético encerrado pelos limites do terreno) para determinar a *capacidade ambiental* relacionada ao edifício a ser avaliado (Figura 4). Este limite hipotético define e distingue claramente o espaço *dentro dos limites* do terreno (ambiente como propriedade privada), e o espaço *fora dos limites* do terreno (ambiente como propriedade pública).

21. DfE - Design for environment.

22. O conceito de ecossistemas fechados tem sido usado em avaliações ambientais para determinar a capacidade (de suporte) ambiental, diante da constatação que a capacidade ambiental local e do planeta estão próximas de seus limites. Ver, por exemplo, o conceito de Environmental footprint em REES (1992); WACKERNAGEL;REES (1995) e REES (1999).

Em relação a estes dois tipos de espaços, o CASBEE define dois fatores:

L (cargas ambientais) - impactos negativos que se estendem para fora do espaço hipotético (i.e.: para o ambiente público)

Q (qualidade ambiental) - qualidade e desempenho ambiental do edifício (dentro do espaço hipotético).

Figura 4 - Estrutura conceitual do CASBEE.

O conceito original de eco-eficiência (SCHMIDHEINY, 1992; VERFAILLIE; BIDWELL, 2000) expressa o valor do produto ou serviço às cargas ambientais a ele associadas. Para integrar a avaliação destes dois fatores, associados aos espaços dentro e fora do limite do sistema (edifício), o CASBEE modifica o conceito e cria um *indicador de eficiência ambiental do edifício* (BEE) [23]. Quanto maior o quociente do BEE (qualidade/cargas, onde qualidade enfatiza a *qualidade* do ambiente interno, e as *cargas,* o uso de energia), maior a sustentabilidade ambiental do edifício.

Tabela 10 – Modificação proposta pelo CASBEE para aplicação do conceito de eco-eficiência em avaliações ambientais de edifícios (JSBC, 2002).

Definição de eco-eficiência	
Definição original (WBCSD [24])	$\frac{\text{Valor do produto ou serviço}}{\text{Unidade de carga ambiental}}$
Definição modelada	$\frac{\text{Saídas benéficas}}{\text{Entradas + Saídas não-benéficas}}$
Definição usada no CASBEE	$\frac{\text{Qualidade e desempenho ambiental do edifício}}{\text{Cargas ambientais causadas pelo edifício}}$

[23] BEE - Building Environmental Efficiency

[24] WBCSD - World Business Council for Sustainable Development.

2.6.1 Estrutura e pontuação

A inovação do CASBEE não está nas categorias avaliadas, mas em implementar avaliações ambientais com base no conceito de eficiência ambiental do edifício. A sua estrutura de avaliação (Tabela 11) e apresentação de resultados (salvo uma saída gráfica específica) derivam claramente da GBTool, e são exemplos de cumprimento do objetivo principal do Green Building Challenge em fornecer uma base metodológica sólida, para orientar o desenvolvimento de métodos de avaliação locais.

Tabela 11 – Estrutura de avaliação do CASBEE.

Aspectos avaliados	Categorias para derivar o BEE Categoria (peso)	Pontos	BEE
Consumo de energia **Uso de recursos críticos** **Ambiente local** **Ambiente interno**	**Qualidade ambiental** **Q1: Ambiente interno (0,5)** Ruído e acústica Conforto térmico Iluminação Qualidade do ar **Q2: Qualidade dos serviços (0,35)** *Serviceability* (funcionalidade, aconchego) Durabilidade Flexibilidade e adaptabilidade **Q3: Ambiente externo (ao edifício) no terreno (0,15)** Manutenção e criação de ecossistemas Paisagem Características locais e culturais	 15 15 20 15 10 10 15 5 5 5	Numerador BEE
	Cargas ambientais **L1: Energia (0,5)** Carga térmica do edifício Uso de energia natural Eficiência dos sistemas prediais Operação eficiente **L2: Recursos e materiais (0,3)** Água Eco-materiais **L3: Ambiente fora do terreno (0,2)** Poluição do ar Ruído e odores Acesso a ventilação Acesso a iluminação Efeito de ilhas de calor Carga em infraestrutura local	 10 5 10 10 30 5 10 5 5 5 5	Denominador BEE
80 subitens	**18 categorias**	**220**	

Nos três estágios principais de projeto (estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo), duas fichas são preenchidas: o formulário de pontuação e o formulário de resultado.

Para cada item, são atribuídos até cinco pontos, segundo critérios de pontuação determinados de acordo com os padrões técnicos e sociais vigentes no momento da avaliação. Os resultados para cada item avaliado são dados no formulário de pontuação em termos de Q (qualidade e desempenho) e LR (redução das cargas ambientais). Neste ponto, o LR ainda não é o fator L (cargas ambientais), e sim o nível de redução das cargas ambientais, em relação a um edifício de referência (pontuação igual a 3) suposto no mesmo terreno.

2.6.2 Ponderação e comunicação de resultados

Cada item avaliado é ponderado de forma que a soma dos coeficientes de ponderação dentro de uma categoria de avaliação seja igual a 1. A pontuação de cada item é multiplicada pelo coeficiente de ponderação correspondente (pré-definido), e agregada em totais de pontos por categoria de Q (Equação 1) ou LR (Equação 2).

O indicador de eficiência ambiental (BEE) é obtido pela Equação 3 (JSBC, 2002).

Além dos valores numéricos, os resultados são sumarizados em gráficos de radar, de colunas e no

$S_Q = \sum_{1}^{3} (Q \times C_{pond})$	Equação 1
$S_{LR} = \sum_{1}^{3} (LR \times C_{pond})$	Equação 2
$BEE = Q/L$, onde $Q = 25\ (S_Q - 1)$ $L = 25\ (5 - S_{LR})$	Equação 3

diagrama de BEE (Figura 5). O CASBEE classifica o desempenho do edifício em *cinco níveis*: S (superior), A, B+, B- e C, onde S é a melhor classificação possível.

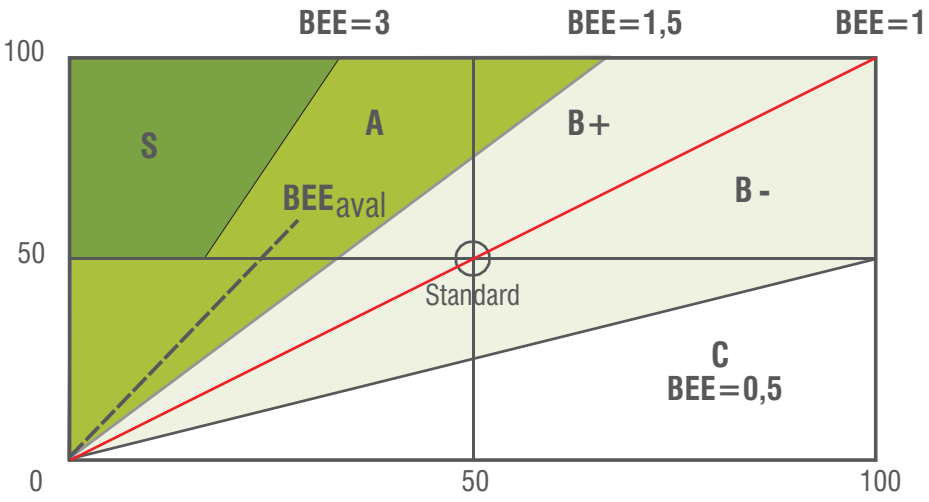


Figura 5 - Diagrama de eficiência ambiental do edifício (BEE).

2.7 NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE Bureau et Einseignement

Na França, a iniciativa do setor da construção civil em prol do meio ambiente partiu do programa "Écologie et Habitat" lançado pelo Plan Urbanisme, Construction et Architecture (PUCA) em 1992. A Associação HQE surgiu deste programa em 1996 e se desenvolveu graças aos trabalhos do Atelier d'Évaluation de la Qualité Environnementale des Bâtiments (ATEQUE). Hoje a Associação HQE reúne diversos agentes do setor, tais como instituições públicas e privadas, associações, empreendedores, industriais e organizações profissionais.

A iniciativa francesa, denominada "Démarche HQE®", integra-se ao desenvolvimento sustentável nos aspectos ambiental (meio ambiente exterior, emissões ao ar e água, canteiro de obra com poucas interferências), social (conforto e saúde, meio ambiente interior) e econômico (gestão de recursos). Seu objetivo principal não é a certificação de edificações, mas sim a promoção de ações voluntárias e o envolvimento de todos os agentes do setor (Hetzel, 2003).

A partir de um estudo financiado pela Agence Régionale de l'Environnement et les Nouvelles Énergies d'Ile-de-France (ARENE IDF), em uma visão prospectiva para 2010 e para 100% das edificações na região de Ile-de-France, Hetzel (2003) aponta as seguintes conseqüências da introdução da démarche HQE : 30% de redução no consumo de energia nos setores residencial e terciário; 40% de redução na emissão de gases contribuintes para o efeito estufa (o que permitiria à França alcançar as metas definidas no protocolo de Kyoto); 16% de economia de água potável; um ganho de mais de 228 euros por ano e por habitante sobre os custos de utilização e manutenção dos edifícios; e 40000 empregos diretos e indiretos.

Entretanto, o projeto de certificação surgiu da necessidade de garantir-se a qualidade dos inúmeros empreendimentos que começaram a surgir na França e ditos HQE. O projeto baseou-se nos referenciais elaborados em 2002 pelo Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), e foi experimentado, no período de 2003 a 2004, em cerca de 20 empreendimentos franceses, selecionados pela Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) com a finalidade de validar a metodologia de certificação de operações HQE na França.

Sua versão oficial, como norma integrante da Associação Francesa de Normatização (AFNOR), foi publicada em fevereiro de 2005. Assim, o primeiro certificado da norma NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE foi emitido em março de 2005.

Ao abordar os diferenciais da metodologia francesa, evidencia-se a exigência da implementação de um sistema de gestão da operação. Sua finalidade é auxiliar o empreendedor na elaboração de um perfil ambiental desejado para a operação, de modo adequado às suas especificidades e aos seus aspectos ambientais significativos. Como ferramenta de gestão, o método francês atua no acompanhamento e na garantia do atendimento ao perfil estabelecido. Os requisitos para o sistema de gestão da operação estão descritos na parte II do referencial técnico (CSTB, 2005).

Outros diferenciais da metodologia são percebidos pela própria abrangência das preocupações ambientais especificadas na parte III do referencial, a qual especifica os critérios para avaliação da qualidade ambiental do empreendimento ao longo de seu desenvolvimento (CSTB, 2005). Entretanto, o que determina seu caráter inovador é o fato desta avaliação ir além de simplesmente verificar o atendimento dos índices de desempenho relativos às características do produto final, mas inclusive de avaliar as disposições e escolhas realizadas ao longo das fases de planejamento, concepção e realização. A inserção das categorias de conforto e de saúde dos usuários também amplia o foco do método francês para além dos limites puramente ambientais da sustentabilidade e, de modo semelhante, o método ainda requer a realização de análise de custos globais da operação (CARDOSO; DEGANI, 2004).

E, finalmente, outra característica bastante importante do referencial é a flexibilidade garantida pela possibilidade de aplicação do 'princípio de equivalência', o qual consiste na apresentação de propostas alternativas para o atendimento de preocupações ambientais – desde que devidamente acompanhadas por justificativas.

Esta opção foi inserida na metodologia francesa em consideração à variedade de soluções técnicas e arquitetônicas capazes de contribuir na qualidade ambiental do edifício e, do mesmo modo, para promover as inovações no setor.

Ressalta-se, ainda, que as alternativas apresentadas por meio do 'princípio de equivalência', bem como as soluções e as discussões técnicas observadas nas auditorias, são registradas para utilização posterior nos processos de revisão anual dos referenciais técnicos do método – o que confere à metodologia francesa um caráter evolutivo.

Deste modo, a metodologia francesa para a avaliação ambiental de edifícios envolve a implementação de um sistema de gestão da operação e estabelece, no mínimo, três ocasiões distintas para a realização de avaliações de desempenho ambiental, conforme ilustrado na Figura 6.

2.7.1 Estrutura e pontuação

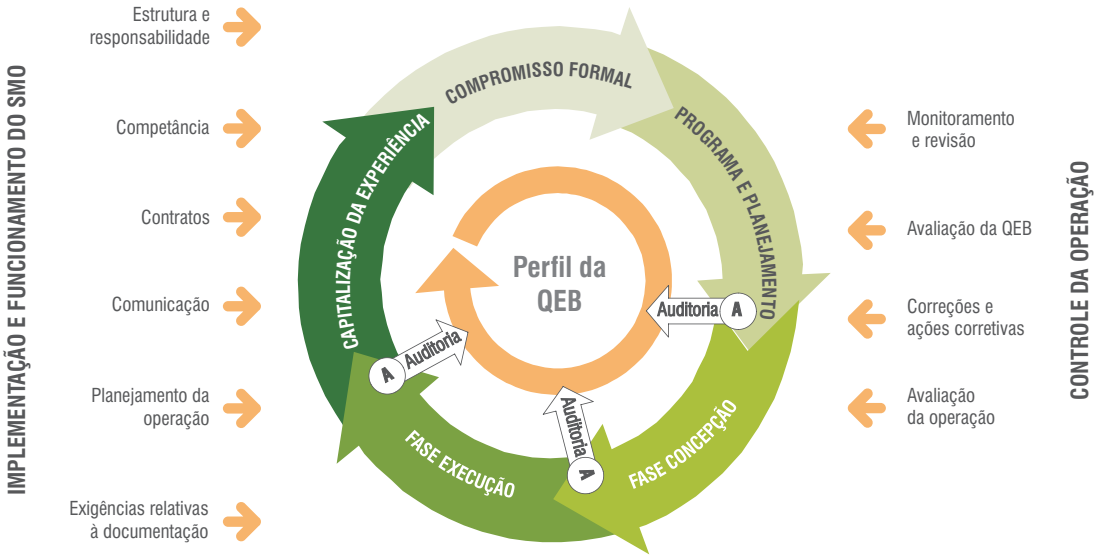


Figura 6 – Representação do modelo de sistema de gestão do empreendimento e as ocasiões das avaliações de desempenho (auditorias)

A estrutura de avaliação francesa fundamenta-se em 14 categorias de preocupações ambientais definidas pela Associação HQE e denominadas '*cibles*'. Estas 14 *cibles* visam a obtenção de uma elevada qualidade ambiental (Haute Qualité Environnementale - HQE) e agrupam-se em 2 domínios e 4 famílias: (1) controle dos impactos sobre o ambiente exterior (famílias Eco-construção e Eco-gestão) e (2) criação de um ambiente interior satisfatório (famílias Conforto e Saúde), os quais se organizam da seguinte maneira:

Eco-construção

(1) Relação do edifício com seu ambiente imediato;

(2) Escolha integrada de produtos, sistemas e processos de construção;

(3) Canteiro de baixo impacto ambiental;

Eco-gestão

(4) Gestão de energia;

(5) Gestão de água;

(6) Gestão de resíduos do uso;

(7) Manutenção – extensão do desempenho ambiental;

Conforto

(8) Conforto higrotérmico;

(9) Conforto acústico;

(10) Conforto visual;

(11) Conforto olfativo;

Saúde

(12) Qualidade sanitária dos espaços;

(13) Qualidade sanitária do ar;

(14) Qualidade sanitária da água.

Cada uma das 14 *cibles* se declina em *sous-cibles* as quais são representadas por preocupações elementares. Para cada preocupação elementar são definidas as características e os critérios de avaliação, os quais tem caráter operacional ou simplesmente apontam as disposições técnicas ou arquitetônicas desejadas. Considerando esta estrutura, a avaliação do desempenho ambiental da operação é feita inicialmente pelo próprio empreendedor, no mínimo ao final de cada uma das fases planejamento, concepção e realização, e consiste em atribuir um dos três níveis de desempenho possíveis a cada avaliação de preocupação elementar.

Os níveis de desempenho possíveis são: Base (desempenho de nível regulamentar, se houver, ou correspondente à prática corrente), *Performant* (desempenho superior à pratica corrente), Très Performant (nível calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de alto desempenho ambiental). Em seguida, o nível de desempenho atribuído a cada uma das 14 *cibles* é comparado ao perfil ambiental desejado estabelecido inicialmente.

Nota-se que, para a certificação da operação é necessário alcançar um perfil ambiental mínimo, no qual são exigidas no mínimo 7 *cibles* respondendo às exigências do nível *Performant*, sendo que dentre elas no mínimo 3 respondam ao nível *Très Performant*. Das outras restantes, no máximo 7 devem responder às exigências do nível Base, conforme ilustrado na Figura 7.

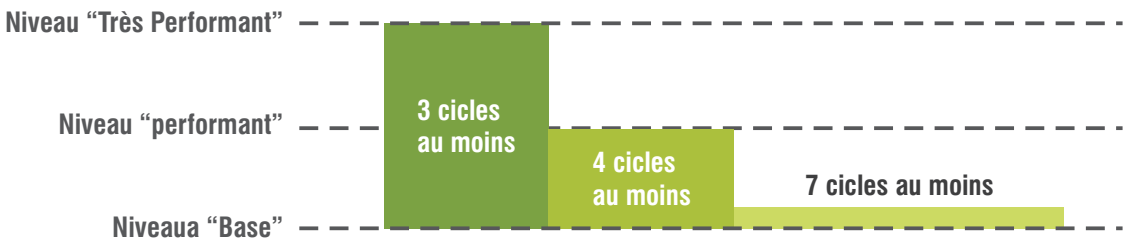


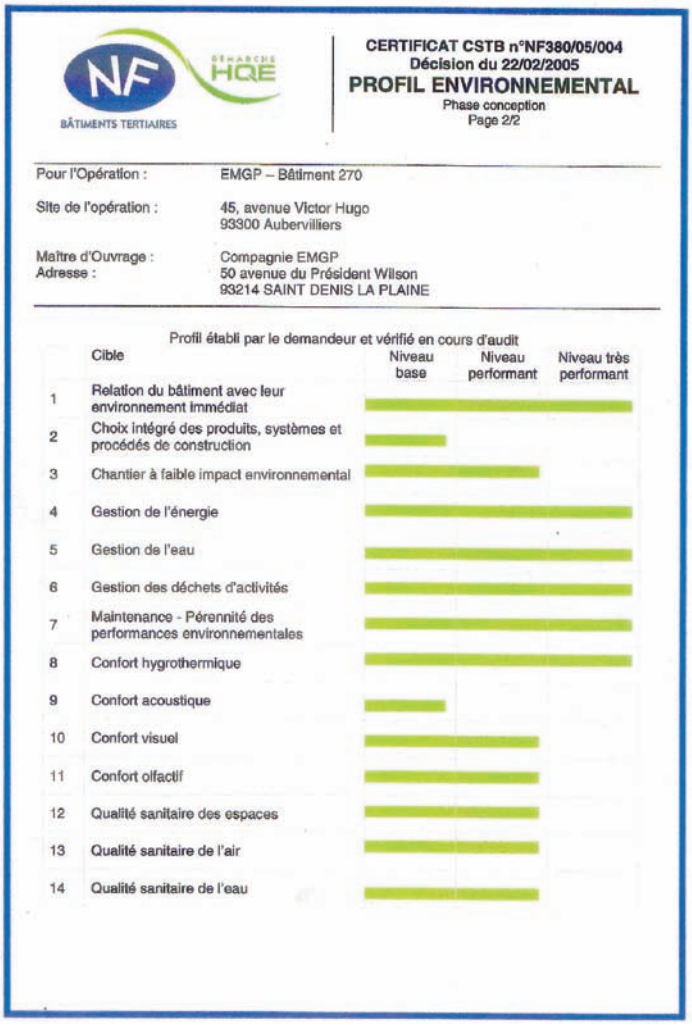
Figura 7 – Perfil ambiental mínimo para a certificação

2.7.2 Ponderação e comunicação dos resultados

A análise das categorias de preocupações ambientais aponta a interação existente entre elas, o que evidencia o fato de que o tratamento de uma poderá interferir no tratamento de outras de modo favorável ou desfavorável conforme o contexto. Por esta razão, ao invés de propor um método de ponderação dos critérios de avaliação, a metodologia francesa preconiza a realização de uma hierarquização destas categorias de preocupações, tendo como finalidade identificar as prioridades e definir o perfil ambiental desejado para cada operação (conforme exemplo na Figura 8).

Esta hierarquização é feita pelo empreendedor e baseia-se na sua política ambiental, nas necessidades e expectativas das partes interessadas, nas características específicas do empreendimento (função de uso e contexto em que se insere) e, ainda, nas exigências legais, financeiras, operacionais e comerciais identificadas e relacionadas ao meio ambiente interno e externo.

Quanto à certificação, ela consiste em fornecer ao empreendedor o direito de uso da marca [25] "NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE" ao longo de toda a operação. Para tanto, a operação deve se submeter a três auditorias, realizadas pelo organismo de certificação (CSTB), ao final das fases planejamento, concepção e realização. As auditorias devem verificar a adequação, tanto do sistema de gestão implementado quanto das avaliações ambientais feitas pelo empreendedor, atestando a sua conformidade ao perfil ambiental mínimo (CSTB, 2005).



NF BÂTIMENTS TERTIAIRES — DÉMARCHE HQE

CERTIFICAT CSTB n°NF380/05/004
Décision du 22/02/2005
PROFIL ENVIRONNEMENTAL
Phase conception
Page 2/2

Pour l'Opération :	EMGP – Bâtiment 270
Site de l'opération :	45, avenue Victor Hugo 93300 Aubervilliers
Maître d'Ouvrage : Adresse :	Compagnie EMGP 50 avenue du Président Wilson 93214 SAINT DENIS LA PLAINE

Profil établi par le demandeur et vérifié en cours d'audit

	Cible	Niveau base	Niveau performant	Niveau très performant
1	Relation du bâtiment avec leur environnement immédiat			■
2	Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction		■	
3	Chantier à faible impact environnemental		■	
4	Gestion de l'énergie			■
5	Gestion de l'eau			■
6	Gestion des déchets d'activités			■
7	Maintenance - Pérennité des performances environnementales			■
8	Confort hygrothermique			■
9	Confort acoustique		■	
10	Confort visuel		■	
11	Confort olfactif		■	
12	Qualité sanitaire des espaces		■	
13	Qualité sanitaire de l'air		■	
14	Qualité sanitaire de l'eau		■	

Figura 8 – Exemplo de perfil ambiental de empreendimento

[25] A marca NF é propriedade da Association Française de Normalisation (AFNOR), a qual concede à AFNOR Certification uma licença de exploração desta marca coletiva de certificação. A marca Démarche HQE caracteriza a imagem ambiental da certificação e é promovida pela Association HQE e pela AFNOR Certification.

2.8 Certification Habitat & Environnement

A metodologia de certificação francesa Habitat & Environnement foi desenvolvida pela Qualitel [26] com a finalidade de solucionar a problemática do desenvolvimento sustentável no setor da habitação. Sua iniciativa foi conduzida em articulação com a Associação HQE (também envolvida na certificação NF Bâtiments Tertiaires – detalhada no item 2.2.7) e aproveitou toda a experiência da Qualitel em termos de certificação de desempenho de empreendimentos habitacionais.

A parceria entre a Qualitel e a Cerqual [27] foi formada para as atividades de certificação e, a partir de abril de 2003, tornaram-se responsáveis pela certificação Habitat & Environnement.

A metodologia francesa Habitat & Environnement está direcionada para o produto e seus objetivos são:

• Propor uma ferramenta para a avaliação e medida da qualidade ambiental das unidades habitacionais;

• Contribuir para a difusão das práticas ambientais junto a empreendedores por meio de um método pragmático;

• Acompanhar boas práticas em termos de gestão ambiental, de organização e de soluções técnicas, por meio do Observatoire Habitat et Environnement;

• Contribuir para a sensibilização dos habitantes quanto à questão do desenvolvimento sustentável.

A metodologia proposta foi testada por um ano, junto a 70 empreendedores, antes de ser validada. Ela incorpora da Certification NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE®(detalhada no item anterior) a idéia de se estabelecer um perfil ambiental para o empreendimento, e considera três níveis de decisão:

• Ambiente externo;

• Ambiente interno no que se refere ao conforto e saúde dos ocupantes;

• Boas atitudes do empreendedor com relação a precauções e respeito ao ambiente.

2.8.1 Estrutura e pontuação

O referencial normativo compõe-se de sete temas ou categorias, sendo que o empreendimento deve atender no mínimo a seis deles, sendo os temas 1, 3 e 7 obrigatórios, e observando, que o tema eventualmente não considerado deva respeitar ao menos as exigências mínimas fixadas. São os seguintes os temas:

Temas organizacionais

1) Gestão ambiental do empreendimento.

2) Canteiro de obras limpo.

[26] A Qualitel é uma Associação, inicialmente concebida para se dedicar à melhoria da qualidade da habitação de interesse social francesa, especialmente em termos de desempenho, conferindo aos empreendimentos habitacionais o "Selo Qualitel".

[27] Organismo francês responsável pelas certificações de empreendimentos habitacionais unifamiliares.

Temas técnicos

3) Energia e redução do efeito estufa.

4) Cadeia produtiva / escolha de materiais.

5) Água.

6) Conforto e saúde.

Tema informativo

7) Gestos verdes.

Tais temas / *categorias* se desmembram nas seguintes exigências:

1) Gestão ambiental do empreendimento

• comprometimento e política do empreendedor;

• análise do terreno e das expectativas das partes interessadas;

• programa do projeto;

• planejamento.

2) Canteiro de obras limpo

• objetivos do empreendedor;

• triagem de resíduos de demolição e construção;

• organização do canteiro;

• impactos ambientais do canteiro;

• balanço do canteiro, medindo os esforços e disposições implementadas.

3) Energia e redução do efeito estufa

• aquecimento no inverno;

• proteções solares no verão;

• controle do consumo de energia: iluminação de áreas comuns e de uso privativo;

• equipamentos de ventilação forçada e elevadores.

4) Cadeia produtiva / escolha de materiais

• escolha dos materiais com base na norma NF P 01-010;

• durabilidade do envelope do edifício.

5) Água

• instalações hidráulicas, de aquecimento de água e metais;

• economia de água: bacia acoplada, reúso de águas pluviais, produção de água quente.

6) Conforto e saúde

• acústica (interna e externa);

• conforto térmico (verão e inverno);

• aeração e ventilação;

• coleta seletiva nas unidades habitacionais (áreas de estocagem, coleta seletiva no interior das unidades habitacionais).

7) Gestos verdes

• manual entregue pelo empreendedor com informações a serem passadas aos ocupantes e ao gerente de facilidades.

Quanto à pontuação, cada um dos temas recebe uma nota de 1 a 5, após a realização dos cálculos e verificações dos critérios de avaliação específicos, os quais podem ser quantitativos e qualitativos. Ao final, sobre cada tema, é verificada se a pontuação obtida é superior à mínima requerida e traça-se o perfil de desempenho do empreendimento.

2.8.2 Ponderação e comunicação de resultados

A certificação é atribuída com base em ações de auditoria, avaliação e verificação (medidas *in situ*). Ela é feita por etapas:

• auditoria e avaliação da organização implementada e da etapa de projeto;

• relatório de auditoria do anteprojeto;

• relatório técnico provisório: exame dos projetos antes do início da obra;

• relatório técnico final: novo exame dos projetos após do início da obra;

• verificação e validação dos projetos após início das obras;

• outorga do Certificado, após início das obras;

• relatório de vista: verificações *in situ* e validação dos compromissos estabelecidos pelo empreendedor para o empreendimento, após a conclusão da obra (balanço do canteiro e manual entregue pelo empreendedor).

As verificações *in situ* não são feitas por funcionários do CEQUABAT, mas por terceirizados, normalmente empresas de controle que são contratadas (*bureaux de contrôle*).

Quanto à ponderação, do mesmo modo que para a certificação NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE®, não há fatores a serem aplicados na pontuação obtida. Os temas são priorizados de acordo com o seu grau de relevância sobre o contexto no qual se insere o empreendimento, e de acordo com o perfil ambiental desejado.

A comunicação de resultados, como foi dito, é feita pela representação do perfil de desempenho do empreendimento. Podendo ser classificado pelos perfis A, B, C, D ou E, conforme ilustra a Figura 9.

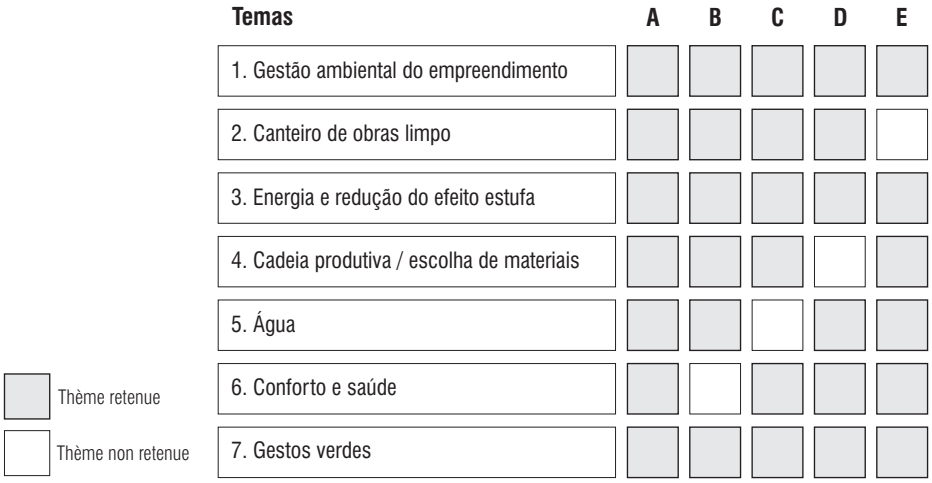


Figura 9 – Perfis de desempenho ambiental possíveis para a certificação H & E.

2.9 Green Building Challenge (GBC) - 1996

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 Sustainable Buildings 2000. 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 seqüência de conferências Sustainable Buildings (SB) foi absorvida pela iiSBE (International Iniciative 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 nova conferência internacional (SB'02/GBC'02), realizada em Oslo, Noruega. O quarto ciclo iniciou-se em 2003 e será concluído com a SB'05, em Tókio.

Uma diferença notável entre o GBC e a primeira geração de sistemas de avaliação ambiental de edifícios é que estes últimos fornecem alguma forma de classificação de desempenho, vinculada a um sistema de certificação. O objetivo geral do GBC é prover uma base metodológica sólida e a mais científica possível, dentro das limitações do estado atual do conhecimento.

O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para ser capaz de refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. A pontuação é dada por comparação com desempenhos de referência (*benchmarks*), e as equipes de avaliação são encorajadas a indicar a melhor ponderação entre as categorias de impacto em cada caso.

As principais características da avaliação utilizada no GBC são:

1) Para realizar comparação internacional de edifícios, o GBC utiliza indicadores de sustentabilidade ambiental. Até a versão GBTool 2K (2000), eram utilizados quatro indicadores: consumo anual de energia, consumo anual de água, consumo (área) de solo, emissão anual de GHG[28]. Na versão 2002, doze indicadores foram testados (Tabela 12).

2) Para fornecer resultados aderentes às particularidades locais, o GBC estabelece:

• ponderação personalizável: a pontuação das categorias principais é multiplicada pelos fatores de ponderação correspondentes, definidos pelas equipes de avaliação segundo condições específicas do contexto. No momento, os pesos dos itens dentro das categorias não são alterados pelo usuário;

[28] GHG – *Green house gases* (substâncias causadoras de efeito estufa).

Indicadores de sustentabilidade (os valores são normalizados por área e por área e ocupação)	
ESI-1	Consumo total de energia primária incorporada, GJ
ESI-2	Consumo anual de energia primária incorporada, MJ
ESI-3	Consumo anual de energia primária para operação do edifício, MJ
ESI-4	Consumo anual de energia primária não-renovável para operação do edifício, MJ
ESI-5	Consumo anual de energia primária incorporada e para operação do edifício, MJ
ESI-6	Área de solo consumida pela construção do edifício e serviços relacionados, m^2
ESI-7	Consumo anual de água potável para operação do edifício, m^3
ESI-8	Uso anual de água cinza e água da chuva para operação do edifício, m^3
ESI-9	Emissão anual de gases de efeito estufa pela operação do edifício, kg. CO^2 equivalente
ESI-10	Vazamento previsto de CFC[29]-11 equivalente por ano, gm.
ESI-11	Massa total de materiais reutilizados empregados no projeto, vindos do próprio terreno ou de fontes externas, kg.
ESI-12	Massa total de novos materiais (não reutilizados) empregados no projeto, vindos de fontes externas, kg.

Tabela 12 - Indicadores de sustentabilidade ambiental utilizados pela GBTool v 1.81 (2002).

• pontuação atribuída segundo uma escala de graduação de desempenho. Os resultados são posteriormente comparados a desempenhos de referência (*benchmarks*).

3) Para fornecer resultados com maior embasamento científico:

• maior uso possível de critérios orientados ao desempenho;

• a estrutura está parcialmente organizada no formato SETAC/ISO 14.040 de LCA (categorias uso de recursos e cargas ambientais);

• modelos e estimadores simplificados (para elementos como energia e emissões incorporadas nos materiais e impactos associados a transporte) desenvolvidos em agências de pesquisa internacionais vêm sendo incorporados no cálculo dos impactos (especialmente emissões) e na ponderação-*default*; e

• comitês do GBC buscam fundamentação consistente para a definição de *benchmarks*; de critério de ponderação entre e intra categorias e de uma gama mais ampla de indicadores de sustentabilidade para refinar as comparações internacionais.

2.9.1 Estrutura e Pontuação

Seis categorias são avaliadas na GBTool (Tabela 13). A pontuação é atribuída segundo uma escala de graduação de desempenho que vai de -2 a +5 (Figura 10). O zero da escala corresponde ao desempenho de referência (*benchmark*). Este sistema de pontuação foi projetado para tentar acomodar critérios qualitativos e quantitativos (COLE; LARSSON, 1997; NRCan/CANMET, 1998).

[29] CFC - Clorofluorcarbono.

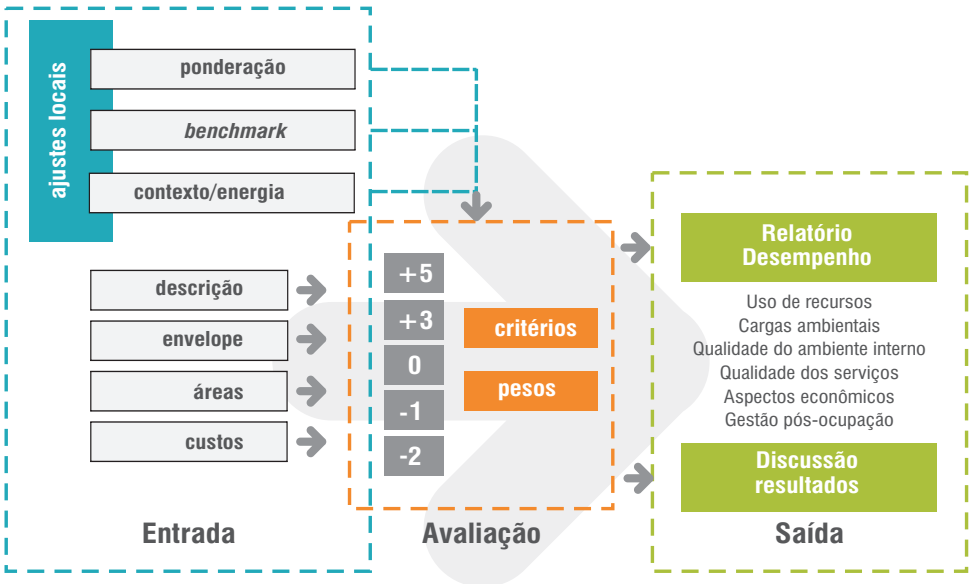
Tabela 13 - Categorias avaliadas na GBTool (ponderação *default* do sistema).

O conceito de escala de pontuação está implícito na pontuação do BREEAM e no LEED, mas esta idéia de uma escala clara, que aponta inclusive desempenho negativo, foi introduzida pelo GBC e incorporada em sistemas como o CASBEE, lançado em 2002.

Categorias	Peso (total 100%)
Uso de recursos Energia, água, solo e materiais	**20%**
Cargas ambientais Emissões, efluentes e resíduos sólidos	**25%**
Qualidade do ambiente interno Qualidade do ar, ventilação, conforto e poluição eletromagnética	**20%**
Qualidade dos serviços Flexibilidade, adaptabilidade, controlabilidade pelo usuário, espaços externos e impactos nas propriedades adjacentes	**15%**
Aspectos econômicos	**10%**
Gestão pré-ocupação Planejamento do processo de construção, verificação pré-entrega e planejamento da operação	**10%**
Transporte Ainda não operacional	**0%**

Figura 10 - Blocos de entrada e saída de dados na GBTool

Na primeira fase da pesquisa (até 1998), foi produzido e utilizado um *software*, posteriormente



abandonado devido a sua complexidade e às dificuldades de atualização e utilização reportadas pelas equipes (COLE; LARSSON, 1997; NRCan/CANMET, 1998; COLE;LARSSON, 2000). Na segunda etapa de desenvolvimento (1998-2000) houve a migração para uma plataforma Excel® constituída por uma série de onze planilhas-padrão (Figura 11).

A planilha 'Avaliação' é preenchida semi-automaticamente, com base nas informações inseridas em seis planilhas de entrada de dados (contexto, descrição da matriz energética, descrição do edifício, áreas, características do envelope, e aspectos econômicos), na planilha de caracterização de desempenho de referência (*benchmarks*, Tabela 14) e na planilha para definição de fatores de ponderação (Tabela 15). Duas planilhas de saída de dados (relatório e resultados) são geradas automaticamente.

Os próprios projetistas, executores ou operadores do edifício fornecem a descrição do edifício, mas não participam da definição de *benchmarks* ou dos fatores de ponderação, que é responsabilidade exclusiva da equipe de avaliação.

Tabela 14 - Trechos da planilha original de definição de referências de desempenho (*benchmarks*)

General building design benchmarks	Benchmark	Units
Amount of material excavated that is taken off the site, as a proportion of total below-grade built volume	25%	% excavated volume
Proportion of site area that is hard-paved and non -permeable	50%	% unbuilt site area
Proportion of hard-paved site area that is permeable	25%	% hard-paved site area
Proportion of landscaped site area with planting req uiring watering	90%	% landscaped site area
Minimum percent of storm water disposed of within the site	20%	% of total storm water

Benchmarks for Materials	Benchmark	Units
Proportion of the structure that would normally be retained as part of the new building, if there is a suitable existing building on the site.	25%	% floor area
Proportion of materials used in the building that would normally be salvaged from off -site sources	5%	% weight
Recycled content in materials used in the building that would normally be obtained from off -site sources.	5%	% weight

Embodied Energy and Emissions Benchmark	Benchmark Best	Units
Best practice embodied energy for above - and below -grade structure and building envelope, GJ per m2 of gross area	1,25	GJ/m²
Standards practice embodied energy for above - and below -grade structure and building envelope, GJ per m2 of gross area	2,25	GJ/m²
Embodied GHG emissions in kg. as a multiple of embodied energy in GJ (crude conversion)	72	Approx. kg. CO_2 equiv./ GJ

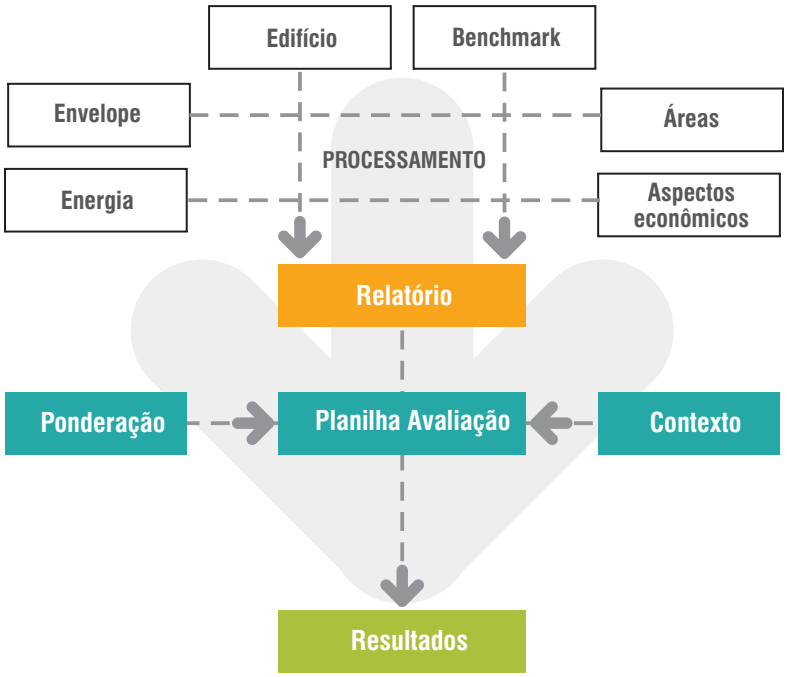


Figura 11 - Representação esquemática do processo de avaliação utilizado no Projeto GBC.

2.9.2 Ponderação

A importância relativa das diferentes categorias de impactos é considerada através de critérios de ponderação ajustados pelas equipes de avaliação (Tabela 15) para garantir a aderência dos resultados a cada contexto de avaliação específico (COLE; LARSSON, 1997; NRC/CANMET, 1998).

Tabela 15 - Trecho da planilha original de definição de fatores de ponderação.

		Weight
Resource consumption		**20%**
R 1	**Net lifecycle use of primary energy**	**20%**
R1. 1	Primary energy embodied in materials, annualized over the life -cycle	50%
R1. 2	Net primary non renewable energy used for building operations over the life-cycle	50%
R 2	**Use of land and change in quality of land**	**25%**
R2. 1	Net area of land used for building and related development purposes	44%
R2. 2	Change in ecological value of the site	56%
R 3	**Net consumption of potable water**	**20%**
R 4	**Re-use of existing structure or on site materials and/or recycling of existing materials off site**	**15%**
R4. 1	Retention of an existing structure on the site	53%
R4. 2	Off-site re-use or recycling of steel from existing structure on the site.	18%
R4. 3	Off-site re-use or recycling of materials and components from existing structure on the site.	29%
R 5	**Amount and quality of off-site materials used**	**20%**
R5. 1	Use of salvaged materials from off -site sources	33%
R5. 2	Recycled content of materials from off -site sources	33%
R5. 3	Use of wood products that are certified or equivalent	33%

A pontuação final do edifício é derivada para agregação ponderada sucessiva de pontuações obtidas em quatro níveis: (1) subcritérios, (2) critérios, (3) categorias e áreas de desempenho, e (4) temas principais, que é o nível hierárquico mais elevado. Este acúmulo sucessivo de ponderações essencialmente subjetivas para as pontuações de desempenho tem sido controverso desde o início do GBC, mas sua influência foi até certo ponto atenuada pela fixação dos pesos nos dois níveis mais baixos: por *default*, os fatores de ponderação dos itens dentro das categorias (critérios e subcritérios) são divididos igualmente; e apenas os pesos das categorias são personalizados.

2.9.3 Comunicação de resultados

Além do gráfico de desempenho global e do desempenho em cada categoria (Figura 12), a ferramenta gera automaticamente seis gráficos parciais, um para o desdobramento de cada categoria implementada. A linha vermelha (nota 0) representa a prática típica (*benchmark*) (Figura 13).

R	**RESOURCE CONSUMPTION**			**2,0**
	R1 *Net life-cycle use of primary energy*			
	R1.1 *Primary energy embodied in materials, annualized over life-cycle*			
	R1.2 *Net primary non-renewable energy used for building ops over the life-cycle*			
	Reference standard		Scoring	2,5
			The annual primary non-renewable operating energy of the Design as a percent of the Benchmark, normalized for net area. The Benchmark value assumes the same mix of occupancies and area, and a structural system and a building envelope that would be typical for a conventional building in the region. The "S" score is derived from the consumption rate of the Fort Carson Benchmark.	
			643	-2,0
			582	-1,0
			520	0,0
0	Alarm score		459	1,0
62	Scale interval		397	2,0
520	kWh/m²/yr	Benchmark	336	3,0
369		Design	274	4,0
71%	percent	Design/Benchmark	213	5,0
				Green Cons
	R2 *Use of land and change in quality of land*			
	R3 *Net consumption of potable water*			
	R4 *Re-use of existing structure or on-site materials*			
	R5 *Amount and quality of off-site materials used*			
				Green Cons
L	**LOADINGS**			**1,9**
	L1 *Emission of GHGs from building production and operations*			
	L1.1 *Embodied emissions of materials, annualized over the life-cycle*			
	Reference standard		Scoring	1,6
			Total of annualized embodied GHG emissions, accounting for the re-use of existing structure(s) on the site and normalized for gross area. The Benchmark value assumes the same mix of occupancies and area, but assumes that the Design does not re-use the existing structure(s) on the site.	
			3,0	-2,0
			2,6	-1,0
			2,2	0,0
0	Alarm score		1,7	1,0
0,43	Scale interval		1,3	2,0
2,16	kg/m²/yr	Benchmark	0,9	3,0
1,46		Design	0,4	4,0
68%	percent	Design/Benchmark	0,0	5,0

Figura 12 - Trecho da planilha original de avaliação (ponderada).

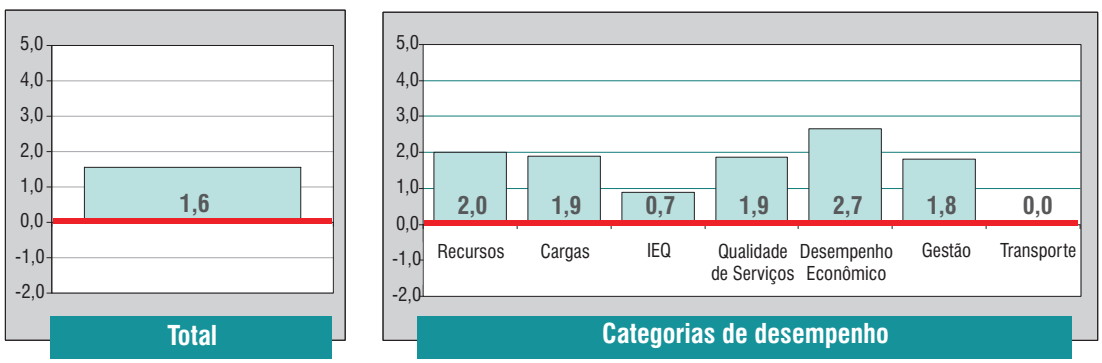


Figura 13 - Saída gráfica de resultados: gráfico de desempenho global (esquerda) e de cada categoria de desempenho.

2.10 Green Star (Austrália)

A ferramenta Green Star foi criada para (GBCA, 2005):

• Estabelecer uma linguagem comum e padrão de mensuração ambiental de edifícios;

• Promover projeto integrado, global de edifícios;

• Reconhecer liderança ambiental;

• Identificar impactos ao longo do ciclo de vida de edifícios;

• Aumentar a conscientização quanto aos benefícios de edifícios verdes; e

• Transformar o ambiente construído e reduzir o impacto ambiental de empreendimentos.

Quando completamente implementado, o Green Star contará com ferramentas de avaliação para diferentes tipologias (escritórios, supermercados, industriais, residenciais, etc.) e fases do ciclo de vida de edifícios (projeto, *fit out* e operação). Até o momento, apenas a ferramenta para avaliação de escritórios (Office Design Rating Tool) foi desenvolvida e implementada.

Esta ferramenta avalia o potencial ambiental do projeto de edifícios comerciais de escritórios (edifício-base, construção ou reforma).

Metodologicamente, o Green Star é um caso especial, pois combina aspectos de sistemas existentes, notavelmente o BREEAM (estrutura básica das categorias de avaliação, atribuição de pesos, e utilização de pontuação global) e o LEED (basicamente a pontuação para inovações de projeto e construção). Por esta razão, foi incluído nesta revisão apesar de ainda não estar disponível a versão para construções residenciais.

2.10.1 Estrutura e pontuação

A estrutura básica do Green Star Office Design Rating Tool é composta por oito categorias (Figura 14), dentro das quais uma série de critérios-chave específicos são agrupados e avaliados. Esta estrutura mostra claramente a semelhança (reconhecida e declarada pelo próprio GBCA) com o BREEAM e a principal referência ao LEED, que é a atribuição de pontos para inovação de projeto e construção.

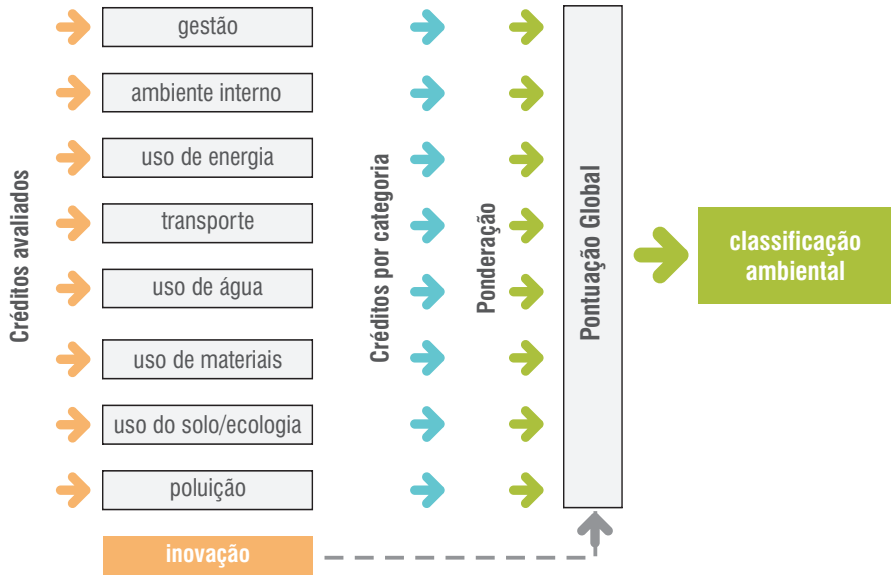


Figura 2. 14 - Estrutura básica do Green Star (Office Design Rating Tool) (GBCA, 2005).

O Green Star possui 6 níveis de pontuação (Tabela 16), e reconhece e premia "**Práticas de excelência**" (quatro estrelas), "**Excelência na Austrália**" (cinco estrelas), e "**Liderança em nível mundial**" (seis estrelas). Apenas estes três níveis superiores de pontuação são elegíveis à certificação.

Tabela 16 – Níveis de pontuação no Green Star

Classificação	Pontos	Comentário
1 estrela	10	
2 estrelas	20	
3 estrelas	30	
4 estrelas	45	Práticas de excelência
5 estrelas	60	Excelência na Austrália
6 estrelas	75	Liderança em nível mundial

Para ser elegível à certificação, o projeto deverá, portanto:

• Obter ao menos 45 pontos;

• Obter ao menos o nível 4 estrelas no Australian Building Greenhouse Rating Scheme (ABGR) para o edifício-base [30];

• Não ser construído em sítios de alto valor ecológico /social, definidos como: terra agrícola, a 100 m de áreas naturalmente alagáveis (*wetlands*) ou que, antes da aquisição para o empreendimento, tenha sido parque público. Este pré-requisito não se aplica se tratar-se de reforma de edifício [31].

O meio técnico e a população australiana estão habituados a classificações de desempenho indicadas por número de estrelas devido ao Australian Building Greenhouse Rating (ABGR), que estabelece referências de desempenho para consumo de energia de edifícios (e emissões de gases causadores de efeito estufa atreladas ($CO2/m^2/year$)) segundo uma escala de 1 a 5 estrelas, também observando variações para os diferentes estados e territórios australianos. O Green Star, então (1) adotou a mesma figura de desempenho e o conceito de variações regionais; (2) tem a pontuação 4 estrelas no ABGR como um pré-requisito para certificação (Tabela 17); e (3) concede de 3 a 15 créditos para edifícios com desempenho igual ou superior a 4,5 estrelas no ABGR.

Para encorajar o desenvolvimento e difusão de tecnologias, projetos e processos inovadores que possam aumentar o desempenho ambiental de edifícios, foi incluída uma categoria com créditos de inovação, não sujeita a ponderação, já que a inovação propriamente poderia ocorrer em quaisquer das categorias do Green Star.

[30] O conceito de edifício-base é idêntico ao utilizado no BREEAM e separa a influência das áreas locáveis, devido aos reflexos da influência do comportamento dos usuários e da ocupação do edifício no consumo.

[31] Este pré-requisito veio do LEEDTM. O Green Star exige o cumprimento de apenas 2 pré-requisitos: seleção de área e desempenho no ABGR.

Tabela 17 – Pré-requisitos e créditos atribuídos no Green Star.

Categoria	Título	Código	Nº créditos disponíveis
Gestão (12 créditos)	Profissional credenciado pelo Green Star	Man-1	2
	Realização de comissionamento	Man-2	2
	Calibração do edifício pré-ocupação	Man-3	1
	Agente de comissionamento	Man-4	1
	Manual de usuários	Man-5	1
	Gestão ambiental	Man-6	3
	Gestão de resíduos	Man-7	2
Qualidade do ambiente interno (27 créditos)	Taxas de ventilação	IEQ-1	3
	Efetividade de ventilação	IEQ-2	2
	Monitoramento e controle de CO2	IEQ-3	1
	Iluminação natural	IEQ-4	3
	Controle de ofuscamento	IEQ-5	1
	Reatores de alta freqüência	IEQ-6	1
	Níveis de iluminação artificial	IEQ-71	1
	Vistas para o exterior	IEQ-8	2
	Controle individual de conforto térmico	IEQ-9	2
	Amianto	IEQ-10	1*
	Modelagem de desempenho térmico	IEQ-11	2
	Níveis de ruído interno	IEQ-12	2
	Poluentes no ar interno	IEQ-13	6
Energia (24 créditos)	Emissão máxima de GHG (mín 4* no ABGR)	Ene-1	Pré-requisito
	Redução nas emissões de GHGs	Ene-2	15
	Submedição de eletricidade	Ene-3	1
	Submedição por espaço locado	Ene-4	1
	Densidade de potência de iluminação	Ene-5	4
	Zoneamento de iluminação	Ene-6	1
	Redução na demanda de energia de pico	Ene-7	2
Transporte (11 créditos)	Provisão de estacionamento	Tra-1	2
	Controle das áreas para estacionamento	Tra-2	1
	Facilidades para ciclistas	Tra-3	3
	Comutação em transporte público	Tra-4	5
Água (12 créditos)	Uso eficiente de água potável	Wat-1	5
	Submedição de consumo de água	Wat-2	2
	Eficiência na irrigação	Wat-3	1
	Consumo de água pelas torres de refrigeração	Wat-4	4
Materiais (20 créditos)	Armazenamento de resíduos recicláveis	Mat-1	2
	Reuso de fachada	Mat-2	2
	Reuso de estrutura	Mat-3	4
	Shell & Core ou Fitout integrado	Mat-4	3
	Teor reciclado de concreto armado	Mat-5	3
	Teor reciclado de aço estrutural	Mat-6	2
	Minimização do uso de PVC	Mat-7	2
	Uso sustentável de madeira		

Tabela 17 (continuação)

Categoria	Título	Código	Nº créditos disponíveis
Uso do solo e ecologia (19 créditos)	Valor ecológico do sítio	Eco-1	Pré-requisito
	Re-uso de solo	Eco-2	1
	Recuperação de solo contaminado	Eco-3	2**
	Mudança no valor ecológico	Eco-4	4
	Remoção de solo superficial do sítio	Eco-5	1
	GWP dos refrigerantes utilizados	Emi-2	1
	Detecção de vazamento de refrigerantes	Emi-3	1
	Recuperação de refrigerante	Emi-4	1
	Poluição de cursos d´água	Emi-5	1
	Redução de fluxo para a rede de esgoto	Emi-6	4
	Poluição luminosa	Emi-7	1
	Torres de refrigeração	Emi-8	1
	ODP do isolante utilizado	Emi-9	1

* não aplicável a edifícios novos, salvo se incorporarem ao menos 25% de edifícios existentes.

** não aplicável a reformas.

2.10.2 Ponderação e comunicação de resultados

Uma vez avaliados todos os aspectos, uma pontuação em cada categoria é, portanto, definida como porcentagem obtida dos créditos totais disponíveis. Por exemplo: se 12, de um total de 24 créditos, forem obtidos na categoria "energia", a pontuação na categoria será de 50%, assim como se 4, dentre 8 créditos, forem obtidos na categoria "Uso do solo e ecologia", a pontuação na categoria também será de 50%. Com exceção da categoria "Inovação", pesos são atribuídos a cada categoria avaliada. Finalmente, são aplicados os fatores de ponderação do Green Star para a derivação da pontuação global do edifício. Esta pontuação final é obtida com base na pontuação ponderada das categorias e não no número total de créditos obtidos.

Para se adotar uma pontuação (ponderada) global, deve-se partir de algumas premissas quanto à importância relativa ou impacto ambiental de diferentes aspectos do edifício e decisões de projeto. Para tanto, o Green Star segue a mesma estrutura de (dois níveis de) ponderação adotada pelo BREEAM para prover maior flexibilidade na atribuição de pesos, isto é:

• A cada categoria (ex.: "qualidade do ambiente interno") foi atribuído um peso ambiental;

• O número de créditos alocados a cada aspecto (ex.: iluminação natural e ruído, na categoria "qualidade do ambiente interno") efetivamente descreve a importância relativa (ponderação) entre os aspectos dentro de uma categoria.

Os pesos atribuídos a cada categoria foram derivados considerando documentos científicos relevantes e consulta às partes interessadas, incluindo:

• Environmentally Sustainable Buildings: Challenges and Policies – relatório da OECD (2003);

• Australia State of the Environment – relatório da Commonwealth Department of Environment & Heritage (2001);

• Comparação com os sistemas BREEAM e LEED;

• Consulta nacional conduzida pelo GBCA em maio de 2003, adaptada do processo utilizado pelo Building Research Establishment (BRE) para desenvolver pesos apropriados para o Reino Unido, posteriormente utilizados no BREEAM.

Ao aplicar um peso a cada categoria, o Green Star procura assegurar que a ferramenta represente apropriadamente cada categoria, assim como o conhecimento atual e a opinião do GBCA. Esta abordagem implica que o valor de um crédito em uma categoria não é igual ao valor de um crédito em outra categoria, o que permite que créditos sejam adicionados ou retirados em determinada(s) categoria(s) sem afetar a importância global de um determinado tema.

A média australiana dos pesos utilizados no Green Star é mostrada na Tabela 18. Os pesos podem variar em até +5%, conforme o estado ou território em que se localizar o edifício avaliado.

A categoria "gestão" inclui créditos para comissionamento e provisão de manuais e treinamento de usuário, assim com de gestão ambiental e de resíduos durante a construção. Como estes créditos relacionam-se ainda a aspectos cobertos nas categorias energia" (5 dentre 12 créditos) e emissões (5 de 12 créditos), os pesos efetivos das categorias "Energia" e "Emissões" na ferramenta são elevados para 29% e 9%, respectivamente.

Figura 12 - Trecho da planilha original de avaliação (ponderada).

Categoria	Peso
Gestão	10%
Qualidade do ambiente interno	20%
Energia	25%
Transporte	10%
Água	12%
Materiais	10%
Uso do solo e ecologia	8%
Emissões	5%
Total	100%

A pontuação ponderada da categoria é calculada como segue:

$$\text{Pontuação ponderada da categoria} = \frac{\text{pontuação na categoria (\%) x peso (\%)}}{100}$$ Equação 4

Finalmente, a pontuação global é determinada pela soma das pontuações ponderadas das categorias e os pontos de Inovação. A pontuação máxima possível é, portanto, 100 mais os (até) 5 pontos disponíveis para inovação de projeto e construção.

O Green Star estabeleceu critérios individuais para mensuração particularmente relevantes para o contexto (ambiental e mercado de construção) australiano. A versão para escritórios foi desenvolvida com base na informação disponível por ocasião de seu desenvolvimento. Alguns aspectos não foram abordados devido a:

• Custo de realização das avaliações (ex. energia incorporada, LCA);

• Falta de benchmarks ou diretrizes claros relacionados a edifícios (ex.: poluição eletromagnética)

• Falta de padrão para mensuração na Austrália e disponibilidade de dados de fornecedores (ex.: toxicidade de materiais).

Na medida em que as pesquisas avançarem, a ferramenta será atualizada para refletir o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e filosofias e ferramentas de projeto.

3. Discussão de aspectos metodológicos

Os pontos metodológicos-chave de um sistema de avaliação de edifícios podem ser estruturados em torno de três questões centrais (SILVA, 2003):

O que avaliar? Definição da estrutura e do conteúdo da avaliação;

Como avaliar? Definição da natureza da avaliação (prescritiva x desempenho); seleção dos indicadores destas medidas, definição dos pesos a serem atribuídos a cada um deles, e do formato de apresentação de resultados; e

Quanto atingir? Definição de pontuação mínima, da escala de pontuação (referências e metas), e de classes de desempenho.

3.1 O que os métodos existentes avaliam?

Sobre o conteúdo da avaliação

No exercício analítico que embasa esta discussão, as estruturas de seis dos principais métodos disponíveis [32] - BREEAM, LEEDTM, HKBEAM, MSDG, CASBEE e GBTool foram estudadas pormenorizadamente em Silva (2003). Constatou-se que os nomes, conteúdo e nível de detalhamento das categorias variavam de um método a outro, porém dentro de blocos de discussão relativamente comuns.

Ainda em Silva (2003), procedeu-se então a normalização dos métodos, isto é: a recategorização dos itens avaliados nos diferentes métodos segundo uma mesma base de categorias de avaliação, definida pela autora. Isto gerou uma exaustiva tabela comparativa, aqui sumarizada na Figura 15. Esta separação não é perfeitamente clara, pois alguns itens podem enquadrar-se em mais de uma categoria (uso de energia renovável, por exemplo, pode ser entendido como pertinente à categoria de gestão de energia ou de prevenção de poluição); mas os mesmos critérios de recategorização foram aplicados em todos os casos.

Os métodos são diferentes porque refletem expectativas de mercado, práticas construtivas e, principalmente, agendas ambientais diferentes para cada país. Isto é demonstrado pela variação na distribuição de créditos ambientais entre os métodos da Inglaterra, dos EUA, Japão e Canadá (*defaults* da GBTool) (Figura 15) e pelos resultados de pesquisa de percepção de relevância de aspectos a serem incluídos em um método de avaliação, realizada de maneira padronizada na Alemanha e no Brasil (SILVA, 2003). O contraste entre o BREEAM e o HK-BEAM, deixa clara a magnitude da alteração para adaptação do método britânico em Hong Kong. Mesmo dentro do mesmo país, as agendas podem mudar localmente, como mostra a diferença entre o LEED™ e o MSDG, criado especificamente para o estado de Minnesota, numa derivação clara do LEED™.

Temas ambientais com efeitos globais, como aquecimento global, dano à camada de ozônio, chuva ácida, esgotamento de florestas etc., são consensualmente reconhecidos como de grande importância e, conseqüentemente, de alguma forma incluídos em todos os métodos de avaliação ambiental. Já a importância atribuída a outros temas varia com o contexto geográfico, como nos

[32] Casos em que houve acesso à estrutura completa dos sistemas.

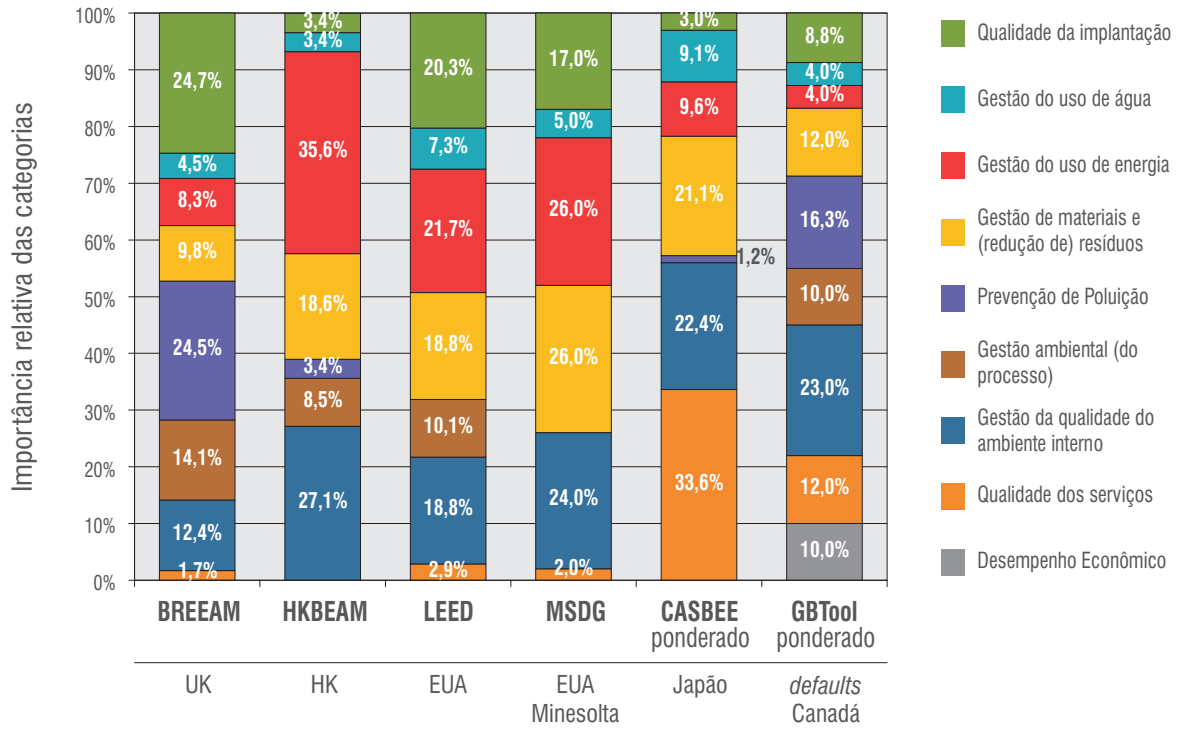


Figura 15 – Distribuição dos créditos ambientais do BREEAM, HKBEAM, LEEDTM, MSDG, CASBEE e GBTool, após normalização

casos de esgotamento de matérias-primas e conservação de água.

Cabe ainda uma observação específica sobre a consideração da categoria **Desempenho Econômico**. O único sistema que vai além da avaliação de desempenho ambiental é o GBC, que procura estimar o custo envolvido na obtenção de um determinado nível de desempenho ambiental, com a intenção de (1) estimular o emprego de métodos de valoração no longo prazo e de (2) reunir dados para desmistificar o pré-conceito de que edifícios com melhor desempenho ambiental são necessariamente muito mais caros que um edifício comum. No entanto, **o desempenho econômico é balanceado no mesmo nível que as diversas sub-categorias de desempenho ambiental**.

O conceito de sustentabilidade pressupõe que os componentes ambiental, social e econômico estejam em um **mesmo nível hierárquico**. Neste sentido, um exemplo conceitualmente mais correto (ainda que não inclua a dimensão social) é dado pelo *software* BEES [33] (LIPPIATT, 1998), uma ferramenta de apoio à seleção de materiais e componentes de construção que balanceia as dimensões econômica e ambiental (com base em LCA) segundo uma importância relativa definida pelo usuário em cada contexto específico de tomada de decisão.

3.2 Como estes métodos avaliam o desempenho ambiental?

Sobre o 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 de acumular os dados para construção destas referências de desempenho.

[33] BEES - Building for Environmental and Economic Sustainability.

[34] O CASBEE é ainda muito recente e pouco difundido e a versão beta do Minnesota Sustainable Design Guide também se aproximam do conceito de desempenho, mas ainda estão em desenvolvimento.

A GBTool é o único sistema de avaliação pautado pela abordagem de desempenho já implementado[34]. Diante da complexidade de aplicar os conceitos de avaliação de desempenho, a maior parte das metodologias é prescritiva e orientada a dispositivos ou estratégias [35], e trabalham com listas de verificação (*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.

Apesar de serem mais amigáveis para o mercado e mais facilmente incorporados como ferramentas de projeto, as listas orientadas a dispositivos vêm sendo vigorosamente contestadas durante o desenvolvimento de novos sistemas de avaliação. O problema-chave do formato ***checklist* + critérios prescritivos** é que o fato de um edifício atender completamente à lista de verificação não necessariamente garante o melhor desempenho global, ou em outras palavras: exigir o cumprimento de itens prescritivos e orientados a dispositivos só leva à produção de edifícios orientados a dispositivos, e não necessariamente de edifícios com melhor desempenho.

Critérios orientados a dispositivos normalmente refletem uma **confusão entre meios e fins**, com os **meios** tornando-se objetivos **per si**. Tais critérios enfocam geralmente aspectos de atributos ambientais isolados e embutem o risco de **favorecer a qualificação de edifícios que contenham equipamentos em detrimento do seu desempenho ambiental global; e de não refletir verdadeiramente os impactos ambientais das escolhas feitas**.

Isto significa que créditos como "**conteúdo reciclado**" e "**uso de dispositivos de iluminação eficientes**", por exemplo, são atribuídos independentemente dos impactos ambientais associados ao esforço de reciclagem ou de haver ou não estímulo para integração de estratégias ativas e passivas para redução do consumo global de energia.

Sobre o uso de LCA

A maior parte dos sistemas de avaliação existentes – especialmente aqueles que atribuem pontos ou créditos com base em critérios, como o LEEDTM, BREEAM, etc. – não utiliza a LCA como ferramenta de apoio à atribuição de créditos ambientais relacionados ao uso de materiais.

Esta deficiência resulta da natureza evolucionária das estruturas dos sistemas de avaliação ambiental e da ausência de dados ambientais apropriados e consensualmente aceitos, mas pode ser superada pela integração de ferramentas de suporte à decisão com base em LCA aos sistemas de avaliação ambiental.

O desenvolvimento de um estimador simplificado de emissões e de energia incorporada nos materiais na GBTool 2002 foi um primeiro passo neste sentido, mas a integração completa somente será possível quando (1) forem disponibilizados os dados de inventário necessários, através do US LCI Database Project (Estados Unidos), ATHENA Institute (Canadá) e esforços comparáveis em outros países, e (2) estas ferramentas simplificadas forem posteriormente desenvolvidas para identificar apropriadamente e rastrear efeitos ambientais ao longo do ciclo de vida.

São poucos os sistemas que seguem mais rigorosamente o formato de LCA, devido às dificuldades práticas de aquisição e manipulação de dados, e ao fato de aspectos importantes do desempenho de edifícios ficarem fora de seu alcance. De toda forma, o conceito de avaliar impactos ao longo de todo o ciclo de vida do edifício permeia todos os sistemas de avaliação disponíveis e de alguma forma transparece em suas estruturas.

[35] Designadas, em inglês, pelas expressões feature-based ou device-oriented.

Entre os poucos exemplos de sistemas com base em LCA (LCA-based) estão o EcoEffect, da Suécia; o BEAT 2002, da Dinamarca; e o GBC. Nestes casos, utiliza-se LCA onde aplicável, isto é: para consideração de uso de recursos e geração de emissões e resíduos, e complementa-se a avaliação através do estabelecimento de critérios e indicadores. No EcoEffect, por exemplo, apenas a avaliação de uso de energia (Figura 16) e de uso de materiais é feita com base em LCA. Os demais temas (ambiente interno e ambiente externo) são avaliados com base em critérios.

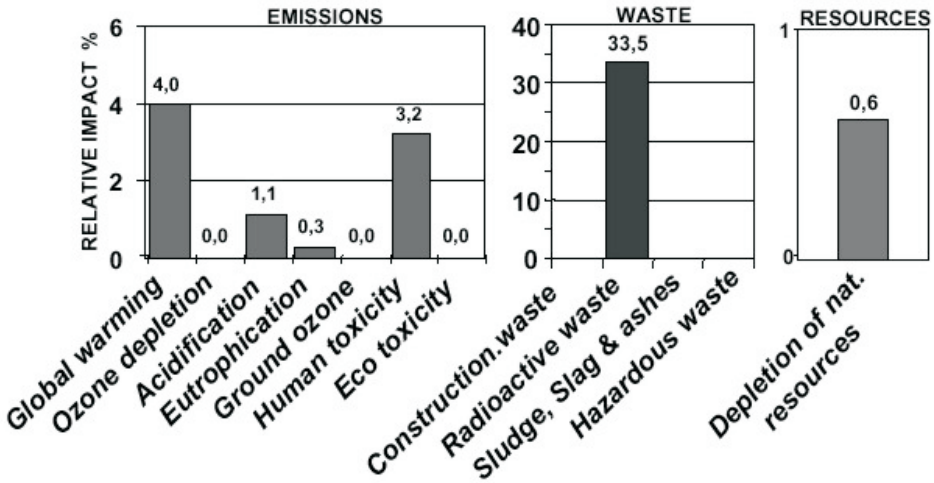


Figura 16 - Tela original de apresentação de resultados de impacto ambiental do uso de energia, segundo o EcoEffect (MALMQVIST, 2002).

O GBC também utiliza o formato de análise de entradas (uso de recursos) e saídas (cargas ambientais) do sistema (edifício) e apresenta resultados nas categorias de impacto utilizadas nas LCAs para materiais de construção (através de *links* com *softwares* de LCA) e para produção e operação do edifício (através dos fluxos de recursos e emissões gerados). Assim como o EcoEffect, a avaliação dos itens que fogem do escopo da LCA é feita com base em critérios, para os quais atribui-se pontos conforme o resultado da comparação do desempenho do edifício com valores de referência (benchmarks) para indicadores pré-definidos.

O CASBEE (JSBC, 2002), por sua vez, não faz exatamente uma análise de ciclo de vida, mas o conceito de eco-eficiência é, assim como a LCA, um princípio que balanceia os impactos negativos atrelados ao benefício de obtenção de um produto.

Sobre o uso de critérios e indicadores

Ainda não há consenso sobre um conjunto de indicadores mais apropriado. Os valores de referência (*benchmarks*) naturalmente variam de um contexto a outro, sendo normalmente obtidos através de programas experimentais para coleta de dados da prática típica, que retroalimentam a definição das metas. Estes dois temas são alvo de pesquisas do BRE, da CIRIA [36] e outros (COLE, 1998; CIRIA, 2001; HÄKKINEN et al.; 2002; SIGURJÓNSSON et al., 2002).

Uma vez adotado um determinado indicador, a unidade é normalmente consensual, isto é: emissões são expressas em Kg de substâncias equivalentes/ano; o consumo de energia, em MJ/ano; e o consumo de água, em m3/ano. O que muda um pouco é o critério de normalização, isto é: se os valores dos indicadores são expressos como a quantidade absoluta de impacto ou por unidade de área, ou por horas de ocupação.

O GBC apresenta resultados normalizados **por área e por área e ocupação**, de forma a evitar equívocos de interpretação influenciados por extremos de densidade de ocupação do edifício. Uma

[36] CIRIA - Construction Industry Research and Information Association.

particularidade do GBC, dada a sua vocação para comparação internacional, é a utilização dos chamados indicadores de sustentabilidade ambiental, mas esta ainda é uma frente de trabalho em andamento. De toda forma, indicadores per si, infelizmente não dizem muita coisa. Para cumprir a sua função de **comparar edifícios** em países (e contextos) diferentes, os indicadores precisam estar atrelados a referências que apontem claramente o que significa aquele valor (de consumo de recursos, de cargas ambientais etc.) no contexto em que o edifício está inserido.

Tomando o exemplo do indicador de consumo de energia (MJ/por m2). O valor deste indicador para um edifício brasileiro (ainda que o clima exija refrigeração em determinada época do ano) pode ser bem mais baixo do que o de um edifício escandinavo (onde é questão de sobrevivência manter o aquecimento funcionando de 12h a 24h/dia, durante um período relativamente longo do ano) e, ainda assim, ser extremamente elevado em relação à média de edifícios similares no Brasil. Neste exemplo específico, (1) separar o consumo de energia em mais indicadores, sendo um exclusivamente para condicionamento e (2) uma terceira normalização, desta vez por clima (com base em *degree days* [37], por exemplo), podem ser abordagens interessantes.

Sobre a aplicação de ponderação para agregação de resultados

A ponderação é a área mais complexa de avaliação de impactos ambientais. Ainda não há método consensual para determinar objetivamente os fatores de ponderação apropriados, pois (PRÉ CONSULTANTS INC;DUIJF, 1996; HARRIS, 1999):

• há dificuldade em obter consenso sobre a importância relativa de diferentes efeitos, ex.: "como a redução do consumo de energia compara-se ao consumo de matéria prima em termos ambientais?" ou "1 tonelada de material posto em aterro tem um impacto ambiental equivalente a 1 tonelada de emissão de CO2?";

• um determinado efeito pode ser não só dependente de materiais, mas também de características de uso;

• a importância pode variar geograficamente, ex.: conservação de água, isolamento térmico; e

• há variações geográficas na energia incorporada, atreladas a diferentes requisitos de transporte e variações de eficiência energética na manufatura.

•Por essa razão, nem todos os sistemas agregam os resultados. No entanto, se é feita a opção por exprimir o desempenho através de uma pontuação global, o problema da ponderação tem de ser tratado. A diferença em importância relativa entre variáveis pode existir explicita- ou implicitamente e, neste sentido, os sistemas existentes adotam linhas muito diferentes:

• Nos métodos que utilizam sistema de pontos, como o **LEED**, o **HK-BEAM** e o **MSDG**, todos os créditos têm peso idêntico, a concentração de créditos em determinadas categorias define implicitamente um critério de ponderação. Tal critério, porém, não é transparente, já que a quantidade de créditos em cada área de avaliação resulta de decisão consensual das equipes que desenvolveram estes sistemas. 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.

[37] Os *degree-days* indicam a interferência do clima local no consumo (e, portanto, do custo) de energia. *Degree days* são uma unidade de medida que compara a temperatura externa com uma dada temperatura (interna) padrão. Quanto maior a diferença, maior o número de *degree days* de aquecimento (temperatura externa < temperatura padrão) ou de refrigeração (temperatura externa > temperatura padrão).

• No **BREEAM** e no **CASBEE**, os pontos das categorias são ponderados explicitamente para gerar um numero único, respectivamente o índice de desempenho ambiental do edifício (EPI) e o indicador de eficiência ambiental do edifício (BEE).

• No **BEPAC**, os resultados dos itens principais e subitens não são agregados, isto é: o resultado apresentado é um perfil de desempenho do edifício. Nos níveis inferiores, a agregação é feita por soma ponderada.

• No **GBC**, a GBTool também usa pesos explicitamente, e sugere uma ponderação-default a partir de dados canadenses. Esta ponderação pode ser redefinida pelo usuário em qualquer país, região ou contexto. A questão-chave é como fazer isto de maneira objetiva e consistente. Até a GBTool 2K (2000), apenas os níveis hierarquicamente inferiores - isto é dentro das categorias principais - eram ponderados, segundo fatores ajustáveis pelas equipes de avaliação, e o resultado era um perfil de desempenho ambiental do edifício. Na versão 2002 (GBTool 2K v. 1.81), também as categorias principais [38] passaram a ser ponderadas para gerar uma nota final do edifício entre -2 e +5. Os pesos das categorias principais são definidos pelas equipes de avaliação, enquanto os pesos nos níveis inferiores são fixos e distribuídos igualmente por todos os itens. Apesar de ser consenso que os pesos das categorias devam ser determinados de maneira objetiva, ainda não foi encontrada uma forma satisfatória para fazê-lo. Na GBTool 2K v. 1.81 as equipes de avaliação são encorajadas a modificar os dados *default* da GBTool (válidos para o cenário canadense), utilizando técnicas de análise de decisão multi-critérios para reduzir a subjetividade na determinação dos fatores de ponderação. Foi também incluída uma planilha de votação em que até 6 votantes sugerem uma distribuição de pesos. Ressalta-se que estes votantes devem ser especialistas na área do tema ambiental relevante, o que significa que os componentes destes grupos de votantes podem variar, de acordo com o tema em questão (COLE; LARSSON, 2002).

Sobre a comunicação de resultados

A questão-chave em comunicação de resultados relaciona-se a dois itens: (1) se a demonstração do desempenho do edifício é feita através de um indicador único, como faz o BREEAM; de perfis de desempenho, como fazem o BEPAC, a NF Bâtiments Tertiaires, a Certification Habitat & Environnement, o EcoProfile; de uma combinação de índice e perfil, como o CASBEE e o GBC; ou simplesmente através de um número de pontos em relação ao total possível, como fazem o BEPAC, o LEED e o MSDG; e (2) se esta demonstração do resultado é absoluta (como no caso do BEPAC, BREEAM, LEED™ e MSDG) ou relativa, isto é: se a classificação do desempenho posiciona o edifício avaliado em relação ao desempenho típico do mercado (BREEAM, LEED™, CASBEE, NF Bâtiments Tertiaires, H & E, GBC).

3.3 Quanto é preciso atingir?

Definição de pontuação mínima, referência e metas de desempenho

Nos diversos métodos, a pontuação mínima que garante elegibilidade a uma das classes de desempenho também têm sido arbitradas, validadas empiricamente e modificadas nas revisões subseqüentes dos métodos.

A definição de valores de referência (*benchmarks*) e metas de desempenho é outro ponto crítico. Não por dificuldades conceituais intrínsecas, como no caso da ponderação, mas pela necessidade

[38] Criteria e subcriteria, na terminologia do GBC.

de dispor de grande quantidade de dados tratados, e que sejam estatisticamente representativos. Por esta ser uma área relativamente recente, há poucos critérios e metas ambientais definidos.

Em casos em que é possível medir com relativa facilidade, o estabelecimento de metas tende a ser também mais simples: no campo de aquecimento global, por exemplo, já existem modelos de simulação para estimar a escala da redução na emissão de CO2 necessária para estabilizar temperatura global. A partir de um valor como este, é possível estabelecer metas e *benchmarks* de consumo de energia e emissões de CO2 relacionadas para uma gama de tipos de edifícios estão amplamente disponíveis em vários países, inclusive na forma de softwares estimadores, como o Australian Building Greenhouse Rating System [39] e o Target Finder [40], do pacote do DOE/EPA Energy Star for Buildings [41].

No entanto, em geral há pouca informação sobre o desempenho de edifícios existentes em relação a diversos indicadores, pois há aspectos de desempenho ambiental (como o efeito de qualidade do ar interno na saúde dos ocupantes) substancialmente mais difíceis de avaliar quantitativamente, seja de forma absoluta ou comparativa (HARRIS, 1999).

É consenso que emprego de mecanismos de retroalimentação é um fator-chave para melhoria de desempenho de edifícios, mas também é consenso que historicamente ela tem sido pouco utilizada. Na ausência de dados, como então escolher valores (*benchmarks*) apropriados? Metas muito ambiciosas e que nunca sejam atendidas podem, em vez de encorajar mudanças, acabar tendo efeito contrário. Metas muito baixas, por outro lado, simplesmente premiam práticas típicas, e deixam de diferenciar práticas que vão além do modelo corrente.

Há dois caminhos possíveis para a definição de pontuação mínima, desempenho de referência e metas de desempenho:

• valores iniciais são definidos, empírica e consensualmente. As avaliações realizadas entre uma revisão e outra do método retroalimentam o ajuste para as versões posteriores, assim como os resultados de pesquisas pontuais conduzidas em paralelo; e

• construção de *benchmarks* com base num processo de aquisição de dados confiáveis, atualizados e estatisticamente representativos conduzido anteriormente.

Todos os métodos existentes para avaliação ambiental de edifícios enquadram-se no primeiro caso. O segundo procedimento é o ideal, mas implicam em custo, trabalho e tempo intensivos, de forma que é uma situação de raríssimos exemplos, como o Energy Star for Buildings, sistema dos Estados Unidos especificamente para avaliação de desempenho energético; e o Probe, do Reino Unido, atualmente em estágio-piloto.

No caso do Energy Star, os *benchmarks* e metas de desempenho utilizados no foram estabelecidos com base na CBECS [42], uma pesquisa feita pelo Departamento de Energia americano que gerou uma base estatística de dados de consumo e gastos com energia em edifícios comerciais americanos. Os edifícios classificados como escritórios nas CBECS de 1992 a 1995 formam uma amostra (cerca de 2000 edifícios) que estatisticamente representa os mais de 7.000 edifícios comerciais americanos elegíveis a avaliação pelo sistema. Uma análise de regressão linear passo-a-passo identificou (a) os

[39] http://www.abgr.com.au/

[40] http://208.254.22.6/index.cfm?c=target_finder.bus_target_finder

[41] http://208.254.22.6/index.cfm?c=business.bus_index

[42] CBECS - Commercial Buildings Energy Consumption Survey.

componentes principais do consumo de energia dos edifícios; e (b) o impacto relativo destes componentes no consumo. O desempenho do edifício é estimado a partir de entrada de dados de consumo de energia, características físicas e de operação; e os *benchmarks* são normalizados por clima, conforme o CEP [43] da região do edifício a avaliar (EPA/DOE, 1999).

Já o Probe é um projeto de pesquisa para melhorar a retroalimentação sobre o desempenho de edifícios em operação no Reino Unido. É um projeto pioneiro em prover um pacote integrado de métodos testados para retroalimentar clientes, projetistas e gestores de facilidades, através de revisão abrangente; de avaliações pós-ocupação (APOs) (incluindo entrevistas técnicas e de satisfação dos usuários) com base em *benchmarks*; e de um método de avaliação e relato de desempenho energético [44]. A pesquisa conduzida ajuda a definir os *benchmarks*, que são validados em APOs e podem ser utilizados como referência pelo setor e para planejamento de novos empreendimentos ou reabilitações. Entre 1995 e 2000, foram publicadas 18 após (ESD, s.d. e COHEN et al, 2001).

4. Considerações sobre o assunto

A análise do histórico de desenvolvimento e das estruturas das metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios existentes realça alguns pontos-chave:

As origens e intenções de cada sistema variam de ferramentas para uso na etapa de projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação.

Nem todos os métodos de avaliação existentes cobrem todos os campos potenciais de aplicação resumidos na Tabela 19. O único sistema que - com maior ou menor sucesso - varre todas as

Tabela 19 - Aplicações potenciais e posicionamento dos sistemas de avaliação ambiental de edifícios existentes (a partir de CRAWLEY, AHO, 1999)

SISTEMA DE AVALIAÇÃO	Gestão ambiental	Marketing	Metas ambientais	Auxílio ao projeto	Normas desempenho	Auditorias ambientais
BEPAC*	○	◎	○	○		
BREEAM*		◎	◎	○		○
HKBEAM		◎	○	○		○
LEED*		◎	○	○		○
MSDG		◎		◎		
CASBEE		◎		◎		
GBTool*	○	◎	◎	○	○	○

○ menor abrangência da avaliação
◎ maior abrangência da avaliação

[43] CEP - código de endereçamento postal.

[44] EARMTM - Energy Assessment and Reporting Methodology.

aplicações potenciais apontadas é a GBTool, porque foi, desde o início, desenvolvido para tentar superar as limitações dos sistemas anteriores. Na tentativa de abranger todos os aspectos considerados relevantes para a definição de edifícios ambientalmente responsáveis, esta ferramenta de avaliação é sem dúvida, a mais complexa. Mas é também a mais freqüentemente revisada e atualizada.

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.

Os métodos são naturalmente diferentes, por que as agendas ambientais variam de um país a outro; assim como as práticas construtivas e de projeto, o clima, o estado do estoque construído, as prioridades de regulamentações e do mercado; as mudanças (no mercado) que se deseja encorajar; e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos.

Este núcleo comum pode ser considerado como ponto de partida no desenvolvimento de um método brasileiro, mas deverá ser complementado por categorias que reflitam prioridades nacionais não contempladas nos métodos estrangeiros. A importância relativa (fatores de ponderação) entre categorias também deverá ser ajustada à agenda brasileira.

O conceito de considerar impactos ao longo de todo o ciclo de vida permeia todos os sistemas de avaliação disponíveis e de alguma forma transparece em suas estruturas, mas são poucos os métodos que seguem o formato de LCA com maior fidelidade.

A maioria dos métodos de avaliação e, especialmente os métodos com sistema de pontos (ou créditos) com base em critérios, como o **LEEDTM**, **BREEAM**, etc., têm suas estruturas organizadas em função de input ou campos em que investidores, projetistas e construtores precisam necessariamente tomar decisões tais como: implantação, uso de água e energia, materiais e ambiente interno. Estes métodos não utilizam a LCA como ferramenta de apoio à atribuição de créditos ambientais relacionados ao uso de materiais. Como resultado, tais créditos enfocam geralmente aspectos de atributos ambientais isolados, que podem ou não refletir verdadeiramente os impactos ambientais da escolha de materiais.

Na outra ponta, são poucos os métodos que procuram seguir o formato de LCA mais de perto, os chamados sistemas com base em **LCA** (LCA-based): o **EcoEffect**, da Suécia; o **BEAT 2002**, da Dinamarca; e o **GBC**, internacional. Nestes casos, a estrutura é organizada em função de impactos ambientais associados a elementos ou características do edifício[45] (formato LCA).

A LCA traz uma dimensão científica à avaliação do impacto ambiental relacionado ao uso de materiais e recursos por um determinado sistema. Quando o objeto da análise é um edifício, no entanto, aspectos importantes de seu desempenho ambiental escapam de seu alcance. Conseqüentemente, os sistemas com base em LCA utilizam-na onde possível e, nos itens em que ela não é aplicável, a avaliação é complementada por critérios (e indicadores) ambientais.

[45] No GBC, particularmente, o quesito uso de energia não renovável, por exemplo, aparece duplamente enquanto aspecto de consumo de energia e de poluição ambiental.

Todos eles enfrentam - ou em algum momento enfrentaram – três pontos metodológicos críticos muito bem definidos:

estabelecimento de uma estrutura de avaliação e do conjunto de indicadores correspondente, de um sistema consensual para ponderação para agregação de resultados; e de referências e metas de desempenho para os indicadores utilizados.

Todos estes métodos partilham 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.

Todos eles concentram-se exclusivamente na dimensão *ambiental* da sustentabilidade.

E por várias razões. 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 distribuição de riqueza – ou ao menos de eliminação de extremos de desigualdade social - 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.

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. A agenda para construção sustentável nos países em desenvolvimento deve necessariamente contemplar as várias dimensões da sustentabilidade, e qualquer iniciativa neste sentido, entre elas a avaliação de edifícios, deve alinhar-se a esta premissa. Torna-se claro, portanto que uma questão central 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.

A discussão apresentada aqui reforça que não é possível simplesmente escolher um método estrangeiro e aplicá-lo no contexto brasileiro. É sem dúvida possível, porém, aprender com as experiências anteriores em avaliação ambiental de edifícios, as principais delas aqui descritas e discutidas.

Referências bibliográficas

AHO, I. 2002. Environmental Classification of Properties. Motiva Oy. Helsinki, Finland. Communication at Green Building Challenge International Framework Committee meeting, Warsaw, October 2001.

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

BALDWIN, R.; BARTLETT, P.B.; LEACH, S.J.; ATTENBOROUGH, M. P.; DOGGART, J. V. BREEAM/Existing offices. Version 4/93. An environmental assessment for existing office buildings. **BRE Report**. Garston, CRC. 1993.

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

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE). BREEAM Offices rating system. Core, design & procurement, and management & operations assessment prediction checklists. Garston: BRE, 2003.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE). EcoHomes 2005 – The environmental rating for homes. The Guidance – 2005. Garston: BRE, Issue 1.1. March 2005. 116p.

CARDOSO, F. F; DEGANI, C. M. Avaliação Ambiental de Edifícios. A experiência francesa e a realidade brasileira. In: Congresso Latino Americano para a Construção Sustentável (claCS04). **Anais**. São Paulo, SP. 2004.

CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, LTD. HK-BEAM (New Offices): an environmental assessment for new office designs. Version 1/96r. Hong Kong, CET, 1999a. 43 p.

CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, LTD. HK-BEAM (New Offices): an environmental assessment for existing office buildings. Version 2/96r. Hong Kong, CET, 1999b. 57 p.

CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, LTD. HK-BEAM (New Offices): an environmental assessment for new residential buildings. Version 3/99. Hong Kong, CET, 1999c. 62 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT. **Référentiel Technique de Certification Bâtiments Tertiaires** – Démarche HQE - Bureau et Enseignement. Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Janvier, 2005.

COHEN, R.; STANDEVEN, M.; BORDASS, W.; LEAMAN, A. Assessing building performance in use 1: the Probe process. **Building Research and Information**, v. 29, n. 2, Mar 2001, p. 85-102. (USGBC, 2001) (CARMODY et al. 2000)

COLE, R.J. Building Environmental Performance Assessment Criteria. THE IEA BCS Annex 31 – Energy Related Environmental Impact of Buildings: Survey on Existing Results and Ongoing work. 2 p. s.d.

COLE, R.J. Emerging Trends in Building Environmental Assessment Methods. **BRIA** Jan:Feb, 1998.

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

COLE, R.J.; LARSSON, N. GBTool User Manual. Otawa: Green Building Challenge. 2002. 68 p.

COLE, R.J.; LARSSON, N. Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000. In: Sustainable Buildings 2000. **Proceedings**. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, 2000. p. 213-215.

COLE, R.J.; LARSSON, N. Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000. In: Sustainable Buildings 2000. **Proceedings**. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, 2000. p. 213-215.

COLE, R.J.; LARSSON, N. Green Building Challenge'98. In: Second International Conference Buildings and the Environment. **Proceedings**. Paris. June, 1997. p. 19-29.

COMMONWEALTH DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & HERITAGE. Australia State of the Environment. **Commonwealth Report**. 2001.

CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION - CIRIA. Sustainable construction: company indicators. **CIRIA Report C563 (CIRIA´s project RP609)**. London: CIRIA/WS Atkins Consultants, 2001.

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

DOGGART, J.; BALDWIN, R. BREEAM International: regional similarities and differences of an international strategy for environmental assessment of buildings. In: Second International Conference Buildings and the Environment. **Proceedings**. Paris. June, 1997. p. 83- 90.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA/US DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. Energy Star Label for Buildings. Technical description. May 17, 1999. 11pp.

ESD Ltd. PROBE. Post occupancy review of buildings and their engineering. 6 pp. s.d. Wiltshire, UK. (brochure)

GEISSLER, S. 2002. Comprehensive Renovations. Austrian Institute for Applied Ecology. April 2002. (comunicação pessoal)

GLAUMANN, M. Eco-effect. Environmental assessment of built environment (miljövärdering av bebyggelse). KTH/HiG, Gävle.1999.

GLAUMANN, M.; VON PLATEN, F. 2002. Building Environmental Strategies in Nordic Countries – examined from the Swedish perspective. In: International Research Workshop: The Cross Cultural Transfer of Environmental Building Information. **Proceedings**. University of British Columbia. Vancouver, March 14-16th 2002.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRÁLIA - GBCA. Summary of Green Star environmental rating system for buildings & Green Star – Office Design rating tool. GBCA, 2005. 26p.

HÄKKINEN, HUOVILA, P.; BOURDEAU, L.; NIBEL, S. Crisp Network on Construction and City related sustainability indicators: structuring of indicators and status of work. In: Sustainable Building 2002. **Proceedings**. iiSBE/CIB/Biggforsk: Oslo, Norway. 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom)

HARRIS, D.J. A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. Building and Environment 34, 1999, p. 751-758.

HETZEL, Jean. Haute qualité environnementale du cadre bâti: enjeux et pratiques. AFNOR : France, 2003. 292p.

HOWARD, N. Environmental assessment methods in the UK. 2001. (Comunicação durante a reunião do GBC em Santiago do Chile, abril 2001).

HUOVILA, P.; SAARIVUO, J. AHO, I. The Finnish Environmental Assessment and Classification System (PromisE): Current State and First Experiences. In: Sustainable Building 2002. **Proceedings**. iiSBE/CIB/Biggforsk: Oslo, Norway. 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom)

JAPAN SUSTAINABILITY BUILDING CONSORTIUM – JSBC (ed.). Comprehensive assessment system for building environmental efficiency – CASBEE. 2002. 14p.

LIPPIATT, B. BEES 1.0 - Building for Environmental and Economic Sustainability - Technical Manual and User Guide. Gaithersbourgh: NIST 1998. 84 p.

LÜTZKENDORF, T. 2002. Universität Karlsruhe (TH) - Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Stiftungslehr stuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus. (comunicação pessoal).

MALMQVIST, T. Environmental management in real estate companies. In: Oikos PhD summer academy 2002. "Sustainability, Corporations and Institutional Arrangements". **Proceedings**. University of St. Gallen, St. Gallen, Switzerland. p. 2-14. 2002.

NATIONAL RESOURCES CANADA – NRCan; CANMET ENERGY TECHNOLOGY CENTRE (Ed.). Green Building Challenge'98: an international conference on the Performance Assessment of Buildings. **Proceedings**. NRCan/CANMET, Vancouver, 1998.

OECD. Environmentally Sustainable Buildings: Challenges and Policies. **OECD Report**. 2003.

PETTERSEN, T.D. Ecoprofile. In: Certificazione energetico ambientale degli edifici e politiche per la promozione dell'edilizia sostenible: esperienze internazionale e prospetive italiane. **Oral Presentation**. Environment Park, GBC 2002; iiSBE, Torino, April 10 – 11, 2002.

PRÉ CONSULTANTS; DUIJF CONSULTANCY BV The EcoIndicator 95. **NOHReport 9523**. 1996.

PRIOR, J.J. (ed). BREEAM/New offices. Version 1/93. An environmental assessment for new office designs. **BRE Report**. Garston, CRC. 1993.

QUALITEL. **Certification Habitat & Environnement**. Référentiel Millésime 2005. Paris, QUALITEL 2005.

REES, W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. **Environment and Urbanization**, 4(2), 1992, p. 120-130.

REES, W.E. The built environment and the ecosphere: a global perspective. **Building Research and Information**, v. 27, n. 4/5, July-October 1999. p. 206-220.

SCHMIDHEINY, S. Changing Course - a global business perspective on development and the environment. Geneva: World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)/MIT Press. June 1992.

SIGURJÓNSSON, J.; FOSSDAL, S.; DINESEN, J.; AHO, I.; GLAUMANN, M. Environmental indicators for the construction and property sector. In: Sustainable Building 2002. **Proceedings**. iiSBE/CIB/Biggforsk: Oslo, Norway. 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom)

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

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

SKOPEK, J. 2002. ECD Energy and Environment Canada. 2002. (Site Internet http://www.breeamcanada.ca)

TODD, J.A.; LINDSAY, G. Comparative assessment of GBC2000 and LEED: lessons learned for international and national systems. In: Sustainable Buildings 2000. **Proceedings**. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, 2000. p. 210-212.

US GREEN BUILDING COUNCIL - USGBC. LEED Green Building Rating SystemÔ 2.0. San Francisco, March 2000. 25 pp.

US GREEN BUILDING COUNCIL - USGBC. Rating System For Pilot Demonstration of LEED® for Homes Program. Washington D.C: USGBC, August 2005.137 p.

VALE, R. VALE, B. FAY R. 2001. NABERS. The National Australian Buildings Environmental Rating System. 14 December 2001 (Draft Final Version).

VERFAILLIE, H.A.; BIDWELL, R. Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development. 2000. 38 p.

WACKERNAGEL, M; REES, W. Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth. The new catalyst bioregional series, v.9. New Society Publishers, Gabriola Island, B.C., Canada. 160 p. 1995.

ZIMMERMANN, A.; AHO, I. BORDASS, B.; GEISSLER, S.; JAANISTE, R. Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings. In: Sustainable Building 2002. **Proceedings**. iiSBE/CIB/Biggforsk: Oslo, Norway. 23-25 September 2002. (Published in CD-Rom).