

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Departamento de Arquitetura e Urbanismo

**Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais:
Análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Departamento de Arquitetura e Urbanismo da
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

Área de Concentração:
Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia.

Arquiteta Cristiane Bueno

Orientador: **Prof. Dr. João Adriano Rossignolo**

São Carlos - SP
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

B928a Bueno, Cristiane
Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais : análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro / Cristiane Bueno ; orientador João Adriano Rossignolo. -- São Carlos, 2010.

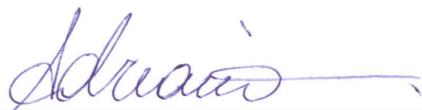
Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Habitações - certificação. 2. *LEED for Homes*.
3. Conforto ambiental. 4. Energia elétrica - eficiência.
I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

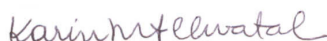
Candidata: Arquiteto e Urbanista **CRISTIANE BUENO**.

Dissertação defendida e julgada em 26/11/2010 perante a Comissão Julgadora:



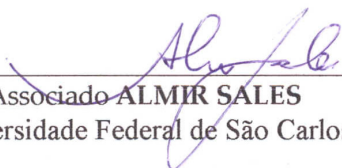
Prof. Associado **JOÃO ADRIANO ROSSIGNOLO - (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA



Prof^a. Dr^a. **KARIN MARIA SOARES CHVATAL**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA



Prof. Associado **ALMIR SALES**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA



Prof. Titular **RENATO LUIZ SOBRAL ANELLI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo



Prof. Associado **PAULO CÉSAR LIMA SEGANTINE**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

*A todos aqueles que nunca deixam de acreditar na mudança, e, principalmente, de
trabalhar para que ela aconteça.*

E aos meus pais, por tudo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio e fomento a este trabalho de pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Adriano Rossignolo, pelo apoio irrestrito e entusiasmo com este trabalho a todo momento e pela imensa paciência e compreensão com as minhas dificuldades.

À Prof. Dra. Karin Maria Soares Chvatal que, além da grande ajuda neste trabalho, tem também me acompanhado durante todo o mestrado, sempre me ajudando a desenvolver trabalhos que trouxeram grande enriquecimento em meu aprendizado como pesquisadora.

Ao Prof. Dr. Almir Sales que, graças às suas construtivas colocações na fase de qualificação deste trabalho, me ajudou enormemente no redirecionamento deste e em seu desenvolvimento final.

Ao arquiteto e amigo Arthur Brito, por tudo que me ensinou, apoiou e, principalmente, por ter despertado em mim o amor pelo aprendizado constante.

Aos amigos Pedro, Lilian, Marieli, Mônica, Josiane, Ana, pelo trabalho sempre conjunto e solidariedade total na resolução de quaisquer assuntos acadêmicos ou pessoais.

Ao meu noivo, Luis Antonio, por estar sempre ao meu lado, não medindo esforços para que eu possa alcançar meus objetivos.

Ao meu irmão, Renato, que tem me servido de exemplo e espelho durante toda a vida, e de quem tenho sempre tentado seguir os passos em busca do meu próprio caminho.

E, finalmente, aos meus pais, Elizabete e Milton, por seu apoio incondicional em todas as decisões que tenho tomado durante toda a minha vida. Eu não teria chegado a lugar nenhum sem eles.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

(Francisco Cândido Xavier)

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	17
CAPÍTULO 1. Introdução	19
1.1. <i>Contextualização e Justificativa</i>	19
1.2. <i>Desempenho Ambiental e Sustentabilidade</i>	23
1.3. <i>Objetivo</i>	28
CAPÍTULO 2. Ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios	29
2.1. <i>Normatização</i>	29
2.2. <i>Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações</i>	35
2.3. <i>Certificações de desempenho ambiental</i>	37
CAPÍTULO 3. Apresentação dos sistemas de certificações ambiental de edifícios analisados	41
3.1. <i>GBTtool</i>	42
3.2. <i>Green Globes</i>	44
3.3. <i>AQUA</i>	45
3.4. <i>LEED for Homes</i>	47
CAPÍTULO 4. Metodologia de análise dos sistemas de certificação	57
4.1. <i>Classificação</i>	57
4.2. <i>Análise comparativa</i>	58
4.3. <i>Discussão das inadequações</i>	60
CAPÍTULO 5. Classificação e análise comparativa das certificações ambientais no contexto brasileiro	63
5.1. <i>Processo de Projeto</i>	66
5.2. <i>Conexões</i>	69
5.3. <i>Implantação</i>	72
5.4. <i>Consumo de Recursos</i>	74
5.5. <i>Emissões</i>	82
5.6. <i>Conforto e Qualidade Ambiental</i>	86
5.7. <i>Serviços</i>	93
5.8. <i>Aspectos Econômicos</i>	95
5.9. <i>Planejamento de Operação</i>	96
CAPÍTULO 6. Discussão das inadequações e proposição de alternativas de adaptação	101
CAPÍTULO 7. Considerações finais.....	115
7.1. <i>Sugestão para continuidade da pesquisa</i>	116
REFERÊNCIAS	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fases de uma ACV	34
Figura 02: Etiqueta de Eficiência Energética de Edificações	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Categorias de desempenho e as questões consideradas no GBTool	42
Tabela 02: Categorias de avaliação do <i>Green Globes</i>	44
Tabela 03: Quadro de categorias do sistema AQUA	46
Tabela 04: Níveis de certificação do LEED <i>for Homes</i>	49
Tabela 05: Ajuste de limiares da pontuação do LEED <i>for Homes</i>	50
Tabela 06: Critérios para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação	59
Tabela 07: Classificação dos sistemas de certificação	64
Tabela 08: Categorias para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação	67
Tabela 09: Balizamento dos itens da categoria Processo de Projeto	69
Tabela 10: Balizamento dos itens da categoria Conexões	71
Tabela 11: Balizamento dos itens da categoria Implantação	74
Tabela 12: Balizamento dos itens da categoria Consumo de Recursos	78
Tabela 13: Balizamento dos itens da categoria Emissões	84
Tabela 14: Balizamento dos itens da categoria Conforto e Qualidade Ambiental	89
Tabela 15: Balizamento dos itens da categoria Serviços	94
Tabela 16: Balizamento dos itens da categoria Aspectos Econômicos	96
Tabela 17: Balizamento dos itens da categoria Planejamento de Operação	98
Tabela 18: Inadequações dos sistemas de certificação estudados ao contexto brasileiro	101
Tabela 19: Possibilidade de adaptação dos créditos considerados inadequados	109
Tabela 20: Estratégias de adequação dos créditos	112

RESUMO

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS: ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO NO CONTEXTO BRASILEIRO.

O aumento da produção de habitações de interesse social traz consigo a problemática da qualidade de unidades habitacionais construídas a baixo custo e em um curto espaço de tempo. Aliadas a essas preocupações de caráter qualitativo e quantitativo, surgem também as exigências de caráter ambiental para edifícios, as quais deram origem à criação de dezenas de Sistemas de Certificação de Desempenho Ambiental de Edifícios, de caráter internacional, que vêm sendo usadas no cenário brasileiro, indiferentemente às suas especificidades e carências. Com isso, o objetivo deste trabalho foi promover uma análise comparativa desses sistemas de certificação, realizando uma discussão de suas inadequações ao contexto brasileiro. A partir da análise comparativa e balizamento de itens avaliativos das certificações estudadas pelos critérios preestabelecidos neste trabalho, pudemos notar que as ferramentas estudadas demonstram uma série de itens avaliativos plenamente aplicáveis a edifícios residenciais situados no cenário brasileiro e outros que ainda necessitam de adaptações. Portanto, esta análise deverá servir como embasamento para um trabalho futuro de criação de diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de certificação ambiental de edificações habitacionais brasileiras.

ABSTRACT**ENVIRONMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF RESIDENTIAL BUILDINGS:
A COMPARATIVE ANALYSIS OF CERTIFICATION SYSTEMS FOR THE BRAZILIAN
CONTEXT**

The increased production of social housing brings the issue of the quality of housing units built at low cost. Combined to these concerns, those are qualitative and quantitative, are also the character of environmental requirements for buildings which led to the creation of dozens of Buildings Environmental Performance Certification Systems, with international character, which have been used in the Brazilian scene, regardless of their specificities and needs. Therefore, the objective of this work is to promote an analysis of these certification systems and conducting a discussion of their inadequacies to the Brazilian context. From the comparative analysis and marking of the certification evaluation items by the established criteria studied in this work, we noted that the studied tools show several evaluative items fully applicable to residential buildings located in Brazil and others ones that still need to be adapted. Therefore, this analysis should serve as a basis for a future work to establish guidelines for the development of an environmental certification system for residential buildings in Brazil.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O projeto da edificação destinada à habitação necessita ir sempre além da simples satisfação de normas técnicas, frequentemente presentes no projeto de arquitetura. Deve resultar em uma edificação que atenda adicionalmente a uma série de anseios materiais e psicológicos dos seus ocupantes, reunindo as qualidades necessárias ao atendimento de condições básicas de segurança, saúde, higiene e bem-estar dos moradores (NBR 15575, 2008). Este trabalho baseia-se neste preceito fundamental para a busca de melhorias nas ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios habitacionais.

1.1. Contextualização e justificativa

Atualmente uma parcela considerável da população brasileira de baixa renda não tem acesso à moradia própria. O país tem um déficit superior a sete milhões de habitações, das quais 90% abrigam famílias com renda de até cinco salários mínimos, ao passo que a demanda por habitações nas cidades brasileiras cresce cada vez mais, devido a diversos fatores sócio-econômicos e culturais (BRASIL, 2007).

A redução do déficit habitacional brasileiro depende do desenvolvimento de um trabalho consistente na criação de políticas públicas, de projetos para desenvolvimento de habitações com baixo custo e desempenho satisfatório (NBR 15575, 2008). Por outro lado nos cabe também analisar a recente participação da iniciativa privada na produção de habitação para famílias de baixa renda. Esse fato é resultado não apenas do *boom* imobiliário recente, mas principalmente, das condições de financiamento mais facilitadas, através das quais os estratos de renda mais baixos, foram naturalmente beneficiados, passando a ter maior possibilidade de compra de imóveis, e se tornando então a mais nova parte integrante da clientela do mercado imobiliário brasileiro, o qual assistiu a um forte aumento de produção de unidades habitacionais de baixo custo (MACHADO, 2008).

A questão da construção de unidades habitacionais em larga escala, pela iniciativa privada, assim como por entidades públicas, demonstra-se muitas vezes crítica no que

tange a qualidade projetual e o desempenho geral de tais edificações, que na busca por rápida montagem e por baixo custo, frequentemente deixa de levar em conta questões qualitativas, de conforto e desempenho, demonstrando claramente o distanciamento das grandes obras de conjuntos habitacionais em relação aos estudos realizados acerca desse tema pela academia (SZÜCS, 2003).

Os esforços de profissionais e pesquisadores da área de projeto de arquitetura passam agora a concentrar-se não apenas na tentativa de criação uma unidade habitacional de baixo custo e rápida implantação, ou de resumir-se a questões puramente econômicas, tomando patamares muito mais sofisticados em termos de uso dos materiais, concepção projetual, avaliação pós-ocupação e eficiência energética e ambiental.

No processo de concepção da arquitetura habitacional, o desempenho ambiental passou a receber maior atenção a partir da década de 80, quando todos os setores da sociedade então iniciaram um processo de re-interpretação da Agenda 21 nos contextos específicos das diversas agendas locais e setoriais. Para tanto, políticas públicas passaram a impor requisitos ambientais a inúmeras atividades econômicas e a demanda por produtos ambientalmente menos agressivos cresceu em paralelo (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Com isso, a preocupação com a questão ambiental passou a ser levantada nos mais diferentes setores da sociedade, promovendo a gradativa adesão dos diferentes setores mercadológicos. Essa busca de equilíbrio entre o que é *socialmente desejável*, *economicamente viável* e *ecologicamente sustentável*, é usualmente descrita em função da chamada *“triple bottom line”*, que congrega as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003).

No setor da construção civil, as interpretações da Agenda 21 mais relevantes contemplam, entre outros, medidas para redução de impactos através de alterações na forma como os edifícios são projetados, construídos e gerenciados ao longo do tempo (DU PLESSIS, 2002). Essa preocupação com o desenvolvimento sustentável, principalmente na sua dimensão ambiental, embasou a criação de um novo nicho imobiliário com amplas possibilidades de rentabilidade: os ‘Edifícios Verdes’, avaliados e rotulados a

partir da criação de dezenas de Métodos de Avaliação de Desempenho Ambiental do Edifício, em diferentes países, com variados critérios e métodos de avaliação e certificação. Tais ferramentas de avaliação de desempenho demonstraram-se eficientes ou não, dependendo das condições em que foram aplicadas, sendo muitas delas aplicáveis somente a situações muito delimitadas de condições climáticas e sociais, ou em edifícios de uso específico (PATRICIO; GOUVINHAS, 2004).

Certificações como Breeam (BREEAM, 2008; SKOPEK, 2002), GBTool (COLE, 2002) e LEED (USGBC, 2009) têm sido usadas para avaliar e certificar edifícios em grandes cidades do Brasil, por exemplo, onde seus critérios de avaliação e parâmetros avaliativos demonstram-se muitas vezes inadequados (PATRICIO; GOUVINHAS, 2004). Paralelamente, a despeito da utilização quase nula para edifícios brasileiros e do pequeno destaque internacional, ferramentas de avaliação como o Nabers (RAIA, 2003), Bequest (BEQUEST, 2001) e *Green Globes* (GREEN GLOBES, 2004), também merecem destaque e atenção pela busca de identificação de critérios de sensibilidade às características regionalizadas existentes em cada um desses sistemas.

Os sistemas avaliativos de maior destaque no mercado contemporâneo referem-se majoritariamente à avaliação de edifícios corporativos e comerciais, sendo poucas as ferramentas disponíveis no mercado para avaliação da edificação de caráter habitacional, especificamente. O US Green Building Council lançou, no início de 2008, o LEED *for Homes* (USGBC, 2008). A despeito de ser uma ferramenta dedicada à avaliação de desempenho ambiental de edifícios habitacionais, esta demonstra-se ainda inadequada para aplicação no contexto brasileiro, não apenas por questões climáticas e sociais, mas principalmente pela diferença marcante de uso de materiais e dos métodos construtivos (BUENO; ROSSIGNOLO, 2009).

A criação da Certificação brasileira AQUA (Alta Qualidade Ambiental), pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini em parceria com o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), apresenta-se como um grande avanço nesse sentido, visto

que toma em consideração problemáticas mais adequadas aos panoramas regionais brasileiros a serem analisados (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2008). O Referencial Técnico – Processo AQUA é a adaptação para o Brasil da “Démarche HQE”, da França e contém os requisitos para o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e os critérios de desempenho nas categorias da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE). No entanto, tal certificação, recentemente lançada na versão 0 (zero), está direcionada somente para edifícios escolares e de escritórios, ou hoteleiros, não havendo ainda uma versão para avaliação de edifícios habitacionais.

A nova norma da ABNT de desempenho para edificações habitacionais de até 5 pavimentos (NBR 15575, 2008) surge nesse cenário como uma grande aliada na determinação de exigências mínimas, parâmetros e métodos de avaliação de desempenho desse tipo de edificação.

Em complementação à normatização existente, o INMETRO e a ELETROBRÁS lançaram a Etiqueta de Eficiência Energética de Edificações, que avaliará e classificará os prédios públicos, comerciais e de serviços de acordo com seu consumo de energia, como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem, com o objetivo de incentivar a adoção de medidas mais sustentáveis nos edifícios do país. Por enquanto, a avaliação não é obrigatória e pode ser feita, somente, em prédios públicos, comerciais ou de serviços. Mas o objetivo do Inmetro é que, em 2010, os edifícios residenciais sejam incluídos no projeto e que, em mais alguns anos, o cumprimento dos requisitos de eficiência energética sejam obrigatórios para as construções novas e antigas de todo o país (INMETRO, 2009). Tal parametrização pode também servir como referência, ou mesmo ter sua etiquetagem incorporada aos sistemas de certificação nacionais, de forma a promover a agregação da produção de conhecimento preexistente.

No que toca à avaliação dos materiais de construção, a análise dos sistemas existentes para certificação ambiental de edifícios revela que há raras ferramentas que avaliam desempenho ambiental objetivamente através de Análise do Ciclo de Vida (SBTool, BREEAM), predominando o reconhecimento de *atributos* de produtos (custo, durabilidade,

renovabilidade, teor reciclado). O problema da abordagem por atributos é que eles são tratados isoladamente e perde-se a noção global do impacto, quando, na verdade, esses atributos estão freqüentemente em conflito e interferem (negativamente) um no outro (SILVA, 2007b).

Visto que o projeto de arquitetura apresenta diversas variáveis de acordo com a sua função e uso, podemos concluir que a criação de uma ferramenta avaliativa específica para um determinado tipo de edificação, numa determinada região com condições climáticas específicas, provavelmente produzirá uma avaliação mais próxima da realidade (SILVA, 2007a). Para isso é necessário que tais sistemas avaliativos tenham referência não apenas em conceitos universais, como o ciclo de vida das edificações (NBR 14040, 2001), como também em critérios essencialmente regionais, como o zoneamento bioclimático, assim como a adequação de metas de desempenho, de acordo com as normas vigentes para o local e tipo de edificação (NBR 15575, 2008).

A possibilidade de agregar o valor de tais ferramentas avaliativas à produção de habitações destinadas às classes C, D e E pode demonstrar-se muito proveitosa do ponto de vista do desenvolvimento de um novo conceito de residência de baixo padrão, de baixo custo, mas com sofisticado sistema de análise de materiais, processos e sistemas, visando um melhor desempenho ambiental, o que proporcionaria ao usuário a possibilidade de obtenção de conforto satisfatório, com baixos custos de manutenção e de uso ao longo do tempo.

1.2. Desempenho ambiental e sustentabilidade

Nas últimas décadas, o modelo de desenvolvimento baseado exclusivamente em crescimento econômico e lastreado na exploração do capital natural tem acirrado a discussão entre governos, comunidade científica, setor privado, organizações não-governamentais e a sociedade de modo geral, no debate sobre os rumos da economia mundial e a forma contemporânea de exploração dos recursos naturais.

Inicialmente o termo desenvolvimento estava ligado somente a parâmetros econômicos, como economia de mercado, PIB, etc. A partir de 1960 iniciou-se a discussão sobre o que era desenvolvimento, gerando o marco das preocupações do homem moderno com o meio ambiente e sendo assim, havendo a incorporação de questões sociais, ambientais além de econômicas juntamente com o uso racional dos recursos (SANTOS, 2004).

Por muito tempo, os conceitos de desenvolvimento econômico e crescimento econômico foram colocados como simples sinônimos, já que até a década de 1960 não se sentia a necessidade de distingui-los. Entretanto, foram surgindo evidências de que o desenvolvimento não se traduzia simplesmente como progresso material, sendo uma relação bem mais complexa.

Com isso, muitas discussões ocorreram abordando o tema, constituindo um quadro de marcos históricos, o qual representa a consolidação da ampla importância da dimensão ambiental no processo de crescimento e desenvolvimento.

Nesse sentido, um dos principais marcos ocorreu em 1987, quando a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED), com o objetivo de examinar as relações entre o meio ambiente e o desenvolvimento, apresentou o Relatório *Brundtland* denominado “Nosso Futuro Comum”, no qual o conceito de desenvolvimento sustentável se formalizou (TAYRA, 2002).

O Relatório da UNCED (1987) critica o modelo insustentável adotado pelos países desenvolvidos, o qual não seria possível ser utilizado pelos países em desenvolvimento, na condição de se exaurirem os recursos naturais em passo acelerado. O Relatório descreve o nível do consumo mínimo partindo das necessidades básicas, e chama atenção para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade tanto entre as gerações quanto entre os membros contemporâneos da sociedade atual, no uso dos recursos naturais.

Consolidou-se assim, o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual refere-se ao atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (UNCED, 1987).

Mas a questão é “o que é ser sustentável?” Alguns autores afirmam que são os níveis de produção e consumo, presentes e futuros, que precisam ser sustentáveis. Mas definir desenvolvimento sustentável não é o único e provavelmente nem é o problema mais importante.

Para se atingir a sustentabilidade é necessário conservar o meio ambiente, controlar o crescimento populacional, diminuir o consumismo, transformar os paradigmas econômicos (lucro individual e prejuízo coletivo) e os culturais (supervalorização do consumismo) (FERNANDEZ, 2005).

Essa crescente legitimidade do conceito não veio acompanhada, entretanto, de uma discussão crítica consistente a respeito do seu significado efetivo e das medidas necessárias para alcançá-lo. Na medida em que não existe consenso relativo sobre o conceito, observa-se uma disparidade conceitual considerável nas discussões referentes à avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento (VAN BELLEN, 2004).

Nesse contexto, surgem então os Princípios de Bellagio, os quais representam a síntese da percepção geral do momento sobre os principais aspectos relacionados à avaliação do desenvolvimento sustentável. Os Princípios de Bellagio servem como “guia para avaliação de um processo, desde a escolha, o projeto de indicadores e a sua interpretação até a comunicação de resultados”, funcionando como princípios para a avaliação do progresso rumo à sustentabilidade (HARDI e ZDAN, 1997 *apud* VAN BELLEN, 2005, p.73).

De acordo com estes Princípios, o processo de avaliação ou mensuração da sustentabilidade deve estar focado nos seguintes pontos: (1) as atividades que criam problemas nos ecossistemas locais e no ambiente global, na economia local e nacional, e nas comunidades e indivíduos; (2) as mudanças resultantes no ecossistema, na economia e na sociedade e indivíduos em curto e em longo prazo, reversíveis e não reversíveis; (3) as respostas do sistema político, sua extensão e seu impacto (VAN BELLEN, 2005).

Portanto, o tema Sustentabilidade, aplicado à construção civil, acabou também ganhando espaço no debate internacional, pois o ambiente construído tem influência direta

no modelo de desenvolvimento de uma comunidade, levando em consideração fatores sociais, ambientais e econômicos. Essa relação possibilita criar, e tornar mais palpável, uma cultura que possa atingir o desenvolvimento sustentável, ou seja, atender às necessidades da geração atual sem comprometer a sobrevivência das gerações futuras, já que todos vivenciam atualmente um panorama de escassez de recursos naturais e crises sociais em todo o mundo.

Complementando essa visão, para o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD) o desenvolvimento sustentável é um conceito que deve estrategicamente integrar o crescimento econômico, a equidade social e o gerenciamento ambiental, visando não apenas a melhoria da sociedade mundial, mas uma melhoria global realmente em conjunto (WBCSD, 2001).

Existem algumas ferramentas que foram elaboradas visando avaliar o desenvolvimento sustentável e dessa forma, avaliar os componentes ambientais, econômicos e sociais do desenvolvimento sustentável por meio de índices, tendo como finalidade avaliar os aspectos mais representativos do sistema por meio de indicadores, buscando facilitar a compreensão dos cenários relacionados a estes componentes (BOSSSEL, 1999; VAN BELLEN, 2004).

Entretanto, quando se trata de desempenho ambiental, passa a considerar-se apenas parcialmente o conceito de sustentabilidade, com enfoque puramente ambiental, ou seja, avaliando e gerindo tão somente as interferências do edifício no meio natural, ótica que compreende principalmente as vertentes ambientais do desenvolvimento sustentável, e apenas algumas de suas interfaces com as vertentes econômica, social, cultural e antrópica.

O desempenho ambiental toma em consideração os principais aspectos ambientais do edifício, como o consumo de energia, de água, de matérias primas e insumos, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações, lançamento de efluentes líquidos e geração de resíduos, e ações preventivas ou corretivas que tenham ou possam ter influência em tal desempenho.

A norma NBR ISO 14031 (ABNT, 2004a) define desempenho ambiental como o resultado da gestão de uma entidade sobre seus aspectos ambientais, entendendo-se por todos os elementos das atividades, produtos ou serviços de que podem interagir com o meio ambiente. Portanto a avaliação de desempenho ambiental trata-se de um processo avaliativo de todas as ações, geração de produtos ou resíduos de uma entidade, ou, no caso do edifício, aqueles que possam provocar algum tipo de impacto ambiental.

O conceito de desempenho, na construção civil está, há muitos anos, associado ao comportamento em uso das edificações, dentro de condições preestabelecidas. O grande desafio é que esse comportamento atenda às expectativas dos usuários das edificações ao longo de sua vida útil, que também deve ser preestabelecida, e dentro da realidade técnica e socioeconômica de cada empreendimento e localidade.

Segundo Gibson (1982) *apud* Borges (2008), a abordagem de desempenho é a prática de se pensar em termos de fins e não de meios, mantendo sempre a preocupação com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como deve ser construída.

De acordo com SILVA (2003), “o primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de “green design” não possuíam meios para verificar o quão “verdes” eram de fato os seus edifícios”. Esses sistemas avaliam basicamente o desempenho da construção e funcionamento dos edifícios, de modo a fornecer indicações aos especialistas sobre as diversas áreas analisadas, tais como a sua localização, o seu uso eficiente da água, o seu uso eficiente de energia, a sua qualidade ambiental interna, entre outras.

Dessa forma, os métodos de avaliação do edifício a serem estudados e desenvolvidos neste trabalho tratam, principalmente, da avaliação das interações do edifício com o meio ambiente através de suas necessidades de consumo e geração de resíduos, as entradas e saídas de seu ciclo de vida em todas as suas fases, de projeto, construção, operação e desativação.

1.3. Objetivo

O objetivo desta pesquisa é, através da análise comparativa de sistemas pré-selecionados de certificação de desempenho ambiental de edificações, obter um panorama geral de suas inadequações ao contexto habitacional brasileiro e procurar, assim, possibilidades de adaptação de tais pontos, de forma a criar embasamento para o futuro desenvolvimento de um sistema nacional de certificação ambiental de edificações habitacionais.

O desenvolvimento de um 'selo' de desempenho ambiental para unidades habitacionais de baixo custo possibilitará a elevação dos níveis de exigência de qualidade projetual para tais edificações, buscando assim a melhoria de sua qualidade técnica oferecida ao morador das classes menos abastadas, contemplado como o objeto de estudo desta pesquisa.

1.3.1. Objetivos específicos

Mediante o objetivo geral deste trabalho, descrito acima, buscou-se a delimitação de objetivos específicos a fim de melhor direcionar o desenvolvimento da metodologia de trabalho. Desta forma os objetivos específicos deste trabalho englobam:

- Fazer um levantamento do estado da arte no que tange o tema certificação de desempenho ambiental de edifícios, a fim de se montar um panorama geral no qual o trabalho esteja contextualizado;
- Análise comparativa de um número limitado de certificações escolhidas com base em sua representatividade de aplicação;
- Organização dos dados obtidos na análise comparativa, de forma a buscar-se a adaptação dos critérios avaliativos de tais sistemas de certificação para o cenário brasileiro.

CAPÍTULO 2. FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

Neste capítulo serão abordadas algumas ferramentas existentes para avaliação de desempenho ambiental de edifícios, ou para a avaliação de questões relacionadas ao desempenho ambiental, como a normatização nacional relacionada ao tema, avaliação de ciclo de vida de edifícios e materiais de construção, etiquetagem de eficiência energética de edificações e sistemas de certificação de desempenho ambiental de edifícios.

2.1. Normatização

Existe uma série de documentos normativos relacionados ao desempenho das edificações, tais como NBR 15575, normas de conforto como NBR 15220 (ABNT, 2005a) e normas de Avaliação de Ciclo de Vida como as normas da série NBR ISO 14040 (ABNT, 2001): NBR ISO 14041 (ABNT, 2004b), NBR ISO 14042 (ABNT, 2004c) e NBR ISO 14043 (ABNT, 2005b).

2.1.1. NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais de até cinco pavimentos

A norma de desempenho para edificações habitacionais de até cinco pavimentos (NBR 15575, 2008) atua no processo de determinação das exigências mínimas, parâmetros e métodos de avaliação de desempenho desse tipo de edificação. A forma de estabelecimento do desempenho é pensada por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais sempre devem permitir a mensuração clara de seu cumprimento (NBR 15575, 2008).

O objetivo da norma NBR 15575 é atender às exigências dos usuários, as quais referem-se aos sistemas que compõem edifícios habitacionais de até 05 pavimentos, independentemente de seus materiais constituintes ou sistema construtivo utilizado. Tais

exigências referem-se ao comportamento em uso do edifício e seus sistemas, e não à prescrição de como os sistemas são construídos.

A NBR 15575 é estruturada e subdividida em uma série de requisitos destinados à avaliação de desempenho de uma edificação, os quais estão subdivididos nas seguintes categorias:

- **Desempenho estrutural**; Requisitos: Estabilidade e resistência estrutural; Deformações, fissurações e ocorrência de outras falhas.
- **Segurança contra incêndio**; Requisitos: Dificultar o princípio de incêndio; Facilitar a fuga; Dificultar a inflamação generalizada; Dificultar a propagação; Segurança estrutural; Sistema de extinção e sinalização de incêndio.
- **Segurança no uso e na operação**; Requisitos: Segurança na utilização do imóvel; Segurança das instalações.
- **Estanqueidade**; Requisitos: Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação; Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação.
- **Desempenho térmico**; Medições conforme método de ensaio preferencialmente normatizado, específico para o material.
- **Desempenho acústico**; Requisitos: Isolamento acústico de vedações externas; Isolamento acústico entre ambientes; Ruídos por impactos e ruídos de equipamentos.
- **Desempenho lumínico**; Requisitos: Iluminação natural; Iluminação artificial.
- **Durabilidade e manutenibilidade**; Requisitos: Durabilidade do edifício e dos sistemas que o compõem; Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas.
- **Saúde, higiene e qualidade do ar**; Requisitos: Proliferação de microorganismos; Poluentes na atmosfera interna à habitação.
- **Funcionalidade e acessibilidade**; Requisitos: Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços; Adequação para portadores de deficiências

físicas ou pessoas com mobilidade reduzida; Possibilidade de ampliação da unidade residencial.

- **Conforto tátil e antropodinâmico;** Requisitos: Conforto tátil e adaptação ergonômica; Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra.
- **Adequação ambiental:** Projeto e implantação; Seleção e consumo de materiais; Consumo de água e disposição de esgotos no uso e ocupação da habitação; Consumo de energia no uso e ocupação da habitação.

A sustentabilidade das construções não se traduz simplesmente, em termos de desempenho das edificações, aos requisitos de adequação ambiental, pois há outros requisitos complementares, como por exemplo, requisitos de desempenho térmico e lumínico de um ambiente, que tendem cada vez mais a serem definidos não apenas para atender as necessidades humanas em termos de conforto e saúde, mas também a necessidade de econômica de energia ao longo do tempo (BORGES, 2008).

2.1.2. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações

A Norma NBR 15220: Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005), se divide em 5 partes, as quais tratam dos seguintes temas, respectivamente:

- Parte 1: Definições, símbolos e unidades;
- Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações;
- Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;
- Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica em regime estacionário pelo método fluximétrico.

Neste trabalho nos concentramos na Parte 3 da NBR 15220 (ABNT, 2005), a qual apresenta o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, traz recomendações tecnoconstrutivas de adequação climática para habitações unifamiliares de interesse social para todas as 8 zonas nas quais o país foi subdividido. Esse tipo de recomendação é oriundo da plotagem dos dados climáticos médios de várias cidades brasileiras em uma versão adaptada para o Brasil da Carta Bioclimática de Givoni (1992). A parte 3 da norma apresenta recomendações de estratégias para melhorar o desempenho térmico dessas unidades habitacionais, aplicáveis na fase de projeto, com base em parâmetros e condições de contorno fixados, como tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas (tipo de parede externa e cobertura, considerando-se transmitância térmica, atraso térmico e absorvância à radiação solar), e estratégias de condicionamento térmico passivo. Entretanto não trata dos procedimentos para avaliação do desempenho térmico de edificações, os quais podem ser elaborados através de cálculos, de medições *in loco* ou de simulações computacionais.

A avaliação de desempenho térmico de uma edificação pode ser feita tanto na fase de projeto, quanto após a construção. Em relação à edificação construída, a avaliação pode ser feita através de medições *in loco* de variáveis representativas do desempenho, enquanto que na fase de projeto esta avaliação pode ser feita por meio de simulação computacional ou através da verificação do cumprimento de diretrizes construtivas (NBR 15220, 2005).

2.1.3. NBR ISO 14040: Avaliação de ciclo de vida das edificações

As normas referentes à Avaliação de Ciclo de Vida, como NBR ISO 14040 (ABNT, 2001): NBR ISO 14041 (ABNT, 2004b), NBR ISO 14042 (ABNT, 2004c) e NBR ISO 14043 (ABNT, 2005b), extrapolam a referência simplesmente normativa, tratando-se de uma ferramenta multifacetada e atualmente em difusão para avaliação de desempenho ambiental de edifícios, na qual o caráter normativo é apenas uma de suas características.

Quando se busca a melhoria do desempenho ambiental dos edifícios, materiais e componentes adicionais são aplicados, resultando em uma maior energia incorporada, referente à energia necessária para a produção e o transporte de todos estes materiais e componentes. A fim de avaliar o impacto global das medidas de redução de consumo de recursos durante o período de vida de um edifício, a realização de um inventário do ciclo de vida do edifício como um todo demonstra-se uma ferramenta de grande utilidade (VERBEECK; HENS, 2010).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as conseqüências ecológicas (NBR 14040, 2001).

O ciclo de vida de um edifício inclui a produção de material de construção, construção, operação, manutenção, desmontagem e gestão de resíduos. Todas essas fases têm que ser consideradas, a fim de minimizar o ciclo de vida de entradas e saídas do edifício (GUSTAVSSON; JOELSSON, 2010).

Segundo a norma NBR ISO 14040, que trata da Avaliação do Ciclo de Vida, essa é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante:

- a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto;
- a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas;
- a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos.

O escopo, as fronteiras e o nível de detalhamento de um estudo de ACV dependem do assunto e do uso pretendido do estudo. A profundidade e a extensão dos estudos de ACV podem diferir consideravelmente, dependendo do objetivo de um estudo de ACV, em

particular. Entretanto, em todos os casos, é conveniente que sejam seguidos os princípios e a estrutura estabelecidos nas normas da família NBR ISO 14040. Essa Norma fornece princípios, estruturas e alguns requisitos metodológicos para condução de estudos de ACV, assim como nas Normas complementares: NBR ISO 14041, NBR ISO 14042 e NBR ISO 14043, são fornecidos detalhes adicionais relativos aos métodos em relação às várias fases da ACV.

A avaliação do ciclo de vida deve incluir a definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados, conforme ilustrado na Figura 01.

Em geral é conveniente usar a informação desenvolvida em um estudo de ACV como parte de um processo de decisão muito mais abrangente, ou usá-la para compreender as soluções de compromissos amplos ou gerais. Comparar resultados de diferentes estudos de ACV só é possível se as suposições e o contexto de cada estudo forem os mesmos.

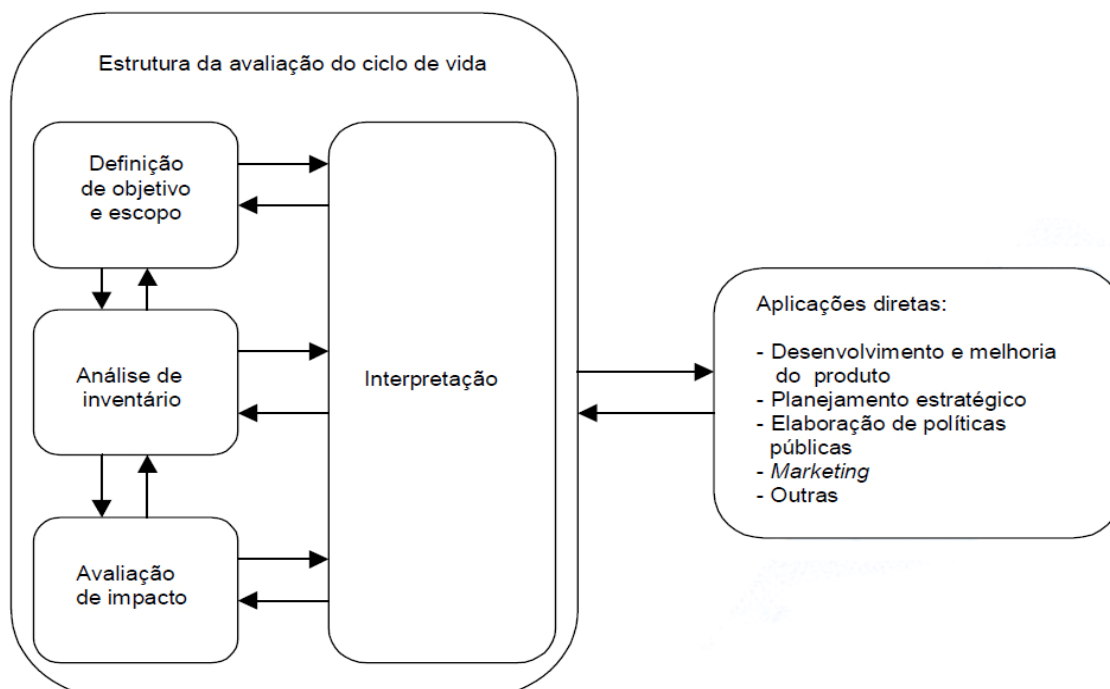


Figura 01: Fases de uma ACV. Fonte: NBR 14040 (2001).

O uso de resultados da ACV para apoiar afirmações comparativas levanta preocupações especiais e requer análise crítica, uma vez que esta aplicação provavelmente

afeta partes interessadas que são externas ao estudo da ACV. Para diminuir a probabilidade de mal-entendidos ou efeitos negativos em relação às partes interessadas externas, devem ser conduzidas análises críticas em estudo da ACV, quando os resultados são usados para apoiar afirmações comparativas.

2.2. Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações

A eficiência energética de edifícios tem vindo à frente dos debates políticos devido aos altos preços da energia e preocupações com as alterações climáticas. Melhorar a eficiência energética nas novas construções é uma das opções mais fáceis e de menor custo para diminuir o seu uso de energia, custos operacionais e emissões de carbono (KNEIFEL, 2010).

O setor de energia tem enfrentado desafios significativos que todos os dias se tornam ainda mais agudos. Entre os maiores consumidores de energia está o setor da construção civil, que utiliza grandes quantidades de energia e libera uma quantidade considerável de CO₂. Mundialmente o setor da construção é responsável pela utilização de cerca de 40% do total da energia final produzida e pela liberação de cerca de 40% das emissões totais de CO₂ (DIAKAKI; GRIGOROUDIS; KOLOKOTSA, 2008).

As novas tecnologias de eficiência energética estão hoje amplamente difundidas, sendo a questão central a identificação daquelas que irão ser mais eficazes e seguras no longo prazo. Com tal variedade de medidas propostas, os tomadores de decisão têm de optar por compensações nos setores ambiental, energético, financeiro e social, a fim de alcançar a melhor solução possível, que garanta a maximização da eficiência energética de um edifício satisfazendo, ao mesmo tempo, as necessidades do usuário final (DIAKAKI; GRIGOROUDIS; KOLOKOTSA, 2008).

No Brasil, a etiquetagem e a inspeção foram definidas como mecanismos de avaliação da conformidade para classificação do nível de eficiência energética de edifícios após um processo que se iniciou em 2001 com a promulgação da Lei n.º. 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL,

para o edifício completo ou para parte deste. Ela é dita parcial quando referente à envoltória ou combinando a envoltória com um dos outros dois sistemas – iluminação ou condicionamento de ar (INMETRO, 2009).

O RTQ-C apresenta os critérios para classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através de classificações parciais da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e permite somar à pontuação final bonificações que podem ser adquiridas com inovações tecnológicas, uso de energias renováveis, co-geração ou com a racionalização no consumo de água.

Este processo de implementação do Programa de Etiquetagem para Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos será, em breve, ampliado para edificações residenciais. Desde o ano de 2007 o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) está em desenvolvimento, estando prevista sua implementação para o ano de 2010 (INMETRO, 2009).

2.3. Certificações de desempenho ambiental

Existem algumas metodologias que tentam combinar a avaliação de desempenho de diversos fatores ambientais em uma avaliação de pontuação única. Esses exemplos incluem diversos sistemas de certificação, cujos regimes prevêm procedimentos para a avaliação quantitativa dos impactos ambientais de um edifício.

As diversas metodologias existentes para avaliação de desempenho ambiental de edifícios podem ser separadas em grupos, de acordo com algumas de suas especificidades.

As metodologias LEED, BREEAM e PIMWAQ, classificam-se em um mesmo grupo, visto que foram concebidas para contextos nacionais específicos, sendo, por isso, apenas aplicáveis a essas condições locais (CEPINHA & RODRIGUEZ, 2003).

O GBTool enquadra-se em um segundo grupo, apresentando uma estrutura que inclui as diferenças entre os vários países e mesmo no interior de cada um deles,

permitindo, a valorização das peculiaridades e fatores típicos, numa dada região, além do ajuste dos pesos em vários parâmetros, (CEPINHA & RODRIGUES, 2003).

Os sistemas de avaliação que possuem acesso *on-line* podem ser agrupados separadamente, por se tratarem de ferramentas de auto-avaliação, visto que o usuário submete o edifício, ele próprio responde o questionário, e espera o resultado que lhe será enviado. Nessa classificação encontram-se o NABERS e o *Green Globes*.

O sistema de certificação AQUA pode ser considerado isoladamente por se tratar de uma metodologia adaptada especificamente para o contexto regional brasileiro, a partir de um sistema de certificação francês preexistente.

No próximo capítulo será realizada uma descrição detalhada das metodologias escolhidas para análise nesse trabalho (LEED, Green Globes, GBTool e AQUA) as quais serão apresentadas de forma mais aprofundada.

2.3.1. Iniciativas nacionais

Algumas iniciativas nacionais já foram iniciadas a respeito da adaptação de certificações de desempenho ambiental de edificações ao contexto brasileiro. Dentre tais iniciativas podemos destacar inicialmente o AQUA, já citado anteriormente neste trabalho, os esforços da equipe brasileira ligada ao GBC (Green Building Challenge), assim como alguns trabalhos acadêmicos, como a análise teórica da adaptação de uma certificação ambiental de edifícios para o nordeste brasileiro, realizada por Rafaela Maria Ribeiro Patricio e Reidson Pereira Gouvinhas (2004), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

O sistema de certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental), foi desenvolvido pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini em parceria com o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), e apresenta-se como um grande avanço nesse sentido, visto que toma em consideração problemáticas mais adequadas aos panoramas regionais brasileiros a serem analisados (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2008). O

Referencial Técnico AQUA é a adaptação para o Brasil da “Démarche HQE”, da França e contém os requisitos para o Sistema de Gestão do Empreendimento e os critérios de desempenho nas categorias da Qualidade Ambiental do Edifício. Essa certificação será estudada mais aprofundadamente nos capítulos seguintes.

Segundo Silva *et al* (2003a), a iniciativa referente à integração do Brasil ao projeto GBC formalizou-se durante a conferência *Sustainable Buildings 2000*, com a apresentação das intenções e estratégia de pesquisa da equipe brasileira, que centraliza-se no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), coordenado pela Universidade Estadual de Campinas, e que contempla a formação de uma rede nacional de pesquisa que desenvolverá uma metodologia para o estado de São Paulo, a qual será então gradualmente implementada para validação em outras regiões do país (SILVA *et al*, 2000). Segundo Silva *et al* (2003a) esta pesquisa mostrou-se fundamental para acumular experiência nacional na coleta e tratamento de informações ambientais necessárias para a avaliação de edifícios, identificar itens da agenda ambiental regional que deverão ser incorporados aos parâmetros de avaliação e estimar o impacto ambiental de edifícios pelas práticas de construção vigentes em diferentes regiões do país.

Finalmente, uma série de trabalhos de pesquisa acadêmicos de mestrado e doutorado nos últimos anos passou a estudar a temática da certificação ambiental e suas aplicações na realidade brasileira. A dissertação de mestrado da arquiteta Rafaela Maria Ribeiro Patricio, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, trata da adaptação de uma metodologia de avaliação ambiental de edifícios adaptada à realidade do Nordeste (PATRICIO; GOUVINHAS, 2004). Em seu trabalho, Patrício e Gouvinhas (2004) analisam e comparam aquelas que consideram as principais metodologias sugeridas na literatura sobre o assunto (BREEAM, LEED, GBC, NABERS e PINWAQ), buscando identificar e discutir os pontos adequados para o desenvolvimento de uma nova proposta para a região Nordeste. Os resultados de sua dissertação de mestrado consistem na elaboração de uma metodologia para avaliação de desempenho ambiental de edifícios na região Nordeste e a aplicação dessa nova proposta em um estudo de caso.

Seguiremos, no próximo Capítulo, com a análise mais detalhada de alguns sistemas de certificação, sendo as certificações selecionadas para estudo: GBTool, *Green Globes*, AQUA e LEED. Essas certificações foram escolhidas por se tratarem dos sistemas de maior representatividade de aplicação dentro de cada um dos grupos descritos acima, nos quais os sistemas existentes foram divididos.

CAPÍTULO 3. APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS ANALISADOS

Dentre os sistemas de certificação de desempenho ambiental de edifícios estudados no capítulo anterior alguns merecem destaque, por se tratarem dos sistemas de maior representatividade de aplicação dentro de cada um dos grupos descritos, nos quais os sistemas existentes foram divididos. Nesse capítulo será feita uma análise mais detalhada desses sistemas de certificação mencionados acima, sendo eles **GBTool**, **Green Globes**, **AQUA** e **LEED for Homes**.

Cada um desses sistemas foi escolhido para ser analisado nesse trabalho por se tratar do sistema mais representativo dentro de um grupo específico de sistemas.

O **GBTool** destaca-se dentre os sistemas existentes atualmente por se tratar da primeira certificação que busca a flexibilidade e ponderação de pontuações de forma a ser adaptável às diferentes realidades regionais, ou seja, é a principal certificação com flexibilidade de aplicação internacional.

O **Green Globes** dentro de suas especificidades, torna-se representativo para estudo exatamente por ter sido criado como uma ferramenta de auto-avaliação *online*, ou seja, está disponível para que qualquer usuário possa avaliar o seu próprio edifício através do preenchimento de questionários pela internet.

A certificação **AQUA** é a primeira iniciativa de adaptação de um sistema de certificação para o contexto específico brasileiro, fato este que dá ao sistema grande representatividade e traz grande interesse para o estudo das especificidades regionais de seus critérios avaliativos.

Finalmente o sistema de certificação **LEED for Homes** demonstra ser a principal, ou até mesmo a única, iniciativa da atualidade para avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais, as quais serão o foco da discussão desse trabalho.

3.1. GBTool

O software GBTool foi desenvolvido como parte do processo internacional Green Building Challenge. A versão GBToolV1.07 tem sido utilizada pelas equipes nacionais em estudos de caso de um ou mais edifícios em cada país participante do consórcio (iiSBE, 2009).

A proposta consiste em um sistema hierárquico de critérios de avaliação ambiental de edifícios, buscando um comparativo internacional, ou seja, é um consórcio com a participação de mais de 20 países, que analisa o desempenho ambiental, além dos impactos gerados por edifícios. O software não pode ser utilizado para fins comerciais (COLE, 2002).

O sistema de avaliação GBTool consiste basicamente nos seguintes tópicos: consumo de recursos, cargas ambientais, qualidade ambiental interna, qualidade do serviço, economia, gerenciamento das pré-operações e transporte (Tabela 01).

Tabela 01: Categorias de desempenho e as questões consideradas no GBTool

Categorias de Avaliação	Questões Consideradas
Consumo de Recursos	Energia/ Terra/ Água / Novos Materiais/ Reutilização do Edifício
Cargas Ambientais	Gases com Efeito de Estufa / Substâncias que afetam a Camada de Ozônio, Gases Acidificantes, Gases Foto-Oxidantes, Resíduos Sólidos, Efluentes Líquidos, Impactos Locais
Qualidade Ambiental Interna	Qualidade do Ar/ Conforto Térmico/ Iluminação Ruído e Acústica/ Campos Eletromagnéticos
Qualidade do Serviço	Adaptabilidade, Controlabilidade, Manutenção do Desempenho, Visibilidades, Comodidades, Impactos
Economia	E Ênfase no Ciclo de Vida
Manutenção e Operações Prévias	Medidas de Controle na Construção, Desempenho, Planejamento das Operações
Transportes Diários	Transporte

Fonte: PATRICIO; GOUVINHAS (2004).

O Quadro de Avaliação GBC e o GBTool foram concebidos para permitir escalas de pontuação e pesos definidos pelo usuário para substituir os padrões previstos no *start-up* da versão, destinando-se a esclarecer o melhor procedimento para fazer a avaliação e oferecendo um passo-a-passo para a utilização do GBTool (iiSBE, 2009).

Nesse processo de avaliação, para cada nível de critérios e sub-critérios há uma escala de desempenho. O edifício em questão é comparado com o edifício de referência, que constitui o nível neutro nessa escala, sendo este o nível mínimo de aceitação permitido, ao qual serão confrontados os critérios dos edifícios submetidos à avaliação (CEPINHA & RODRIGUES, 2003).

Os resultados da avaliação de desempenho realizada pelo GBTool são apresentados em forma de gráficos ou relatórios que podem ser utilizados como uma rotulagem ambiental (PATRICIO; GOUVINHAS, 2004).

O método GBTool possui maior flexibilidade quanto aos regionalismos e particularidades de projeto em relação aos demais sistemas de avaliação existentes, o que consiste na aplicabilidade a diversos tipos de edifícios, em diferentes estados de desenvolvimento e regiões.

O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação desenvolvida especificamente para refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões de um mesmo país (SILVA *et al*, 2003b).

A principal diferença entre o GBC e os demais sistemas de avaliação ambiental de edifícios, é que estes fornecem alguma forma de classificação de desempenho, geralmente relacionada a alguma certificação ambiental. No GBC a pontuação final é muito mais uma consequência do processo de investigação principal, que é o desenvolvimento de uma metodologia abrangente de avaliação (SILVA *et al*, 2003b).

Segundo Silva *et al* (2003b) seria excelente se fosse possível utilizar, no Brasil, uma ferramenta tão completa, entretanto, exatamente por sua grande complexidade, ainda é

mais apropriado utilizar a GBTool como base para o desenvolvimento de um método nacional.

3.2. *Green Globes*

Este método é um complemento para o BREEAM/*Green Leaf Suite*, programa desenvolvido em 1998 e já derivado do BREEAM, desenvolvido pela ECD—Energy and Environment Canada, e consiste em uma ferramenta de avaliação de desempenho ambiental de edifícios on-line. Os critérios são baseados nas categorias de análise do BREEAM, sendo elas: poluição, energia, água, qualidade ambiental interna, gerenciamento do meio ambiente e utilização de recursos (Tabela 02). O resultado é um detalhado relatório baseado em um questionário confidencial (GREEN GLOBES, 2004).

Tabela 02: Categorias de avaliação do *Green Globes*

Categorias de Avaliação	Questões Consideradas
Emissões	Emissão no ar, destruição camada de ozônio, efluentes Líquidos, materiais venenosos,
Qualidade Ambiental Interna	Qualidade do ar, iluminação e ruído
Gestão Ambiental	Prevenção (emergência), política
Recursos	Redução e re-uso da Água, localização
Água	Eficiência da água
Energia	Consumo de energia, aspectos de energia, gerenciamento de energia, transporte

Fonte: GREEN GLOBES (2004).

As questões trabalhadas pelo sistema são: Operação e Gerenciamento e Avaliação dos Sistemas.

De acordo com GREEN GLOBES (2004), para se ter acesso ao programa necessita-se primeiro registrar-se como usuário na home-page. Em seguida é iniciado o preenchimento do questionário, no qual são respondidas questões sobre cada uma das categorias e subcategorias. O resultado é o envio de um relatório elaborado pelo programa para o usuário o qual mostra o desempenho do edifício, além de uma verificação opcional, que consiste na comparação dos índices obtidos com os de outros edifícios, um *benchmark*.

A tentativa mais vigorosa de internacionalização de um método de avaliação foi feita com o BREEAM, porém, atualmente, mesmo este evita avaliar edifícios fora de seus países de origem, pois a prática demonstrou que a dificuldade de adequação aos locais de avaliação ia além da retirada ou adição de aspectos a avaliar e que os resultados das adaptações revelavam-se, na verdade, como novos sistemas, muito diferentes dos métodos originais (SILVA, 2003).

Quanto aos pontos fortes, a metodologia exige um bom sistema de monitoramento das atividades, além de incluir na análise, assim como o GBC, sistema de gestão ambiental. A questão de ser um método de auto-avaliação também é um item destacável (PATRICIO; GOUVINHAS, 2004). Também requer menos documentação e menos gastos durante o processo avaliativo.

3.3. AQUA

A Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é definida como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação.

A obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto uma vertente de gestão ambiental como uma de natureza arquitetônica e técnica. Um dos métodos mais confiáveis para tanto é se apoiar numa organização eficaz e rigorosa do empreendimento. Esta é a razão pela qual o referencial técnico de certificação estrutura-se em dois instrumentos permitindo avaliar os desempenhos alcançados com relação aos dois elementos que estruturam esta certificação: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor; o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2008).

A implementação do Sistema de Gestão do Empreendimento permite definir a Qualidade Ambiental visada para o edifício e organizar o empreendimento para atingi-la, ao

mesmo tempo em que permite controlar o conjunto dos processos operacionais relacionados às fases de programa, concepção e realização da construção.

A Qualidade Ambiental do Edifício estrutura-se em 14 categorias (conjuntos de preocupações), que se pode reunir em quatro famílias (Tabela 03). Estas 14 categorias são desmembradas em subcategorias, representando as principais preocupações associadas a cada desafio ambiental, e depois em preocupações elementares.

Tabela 03: Quadro de categorias do sistema AQUA.

Eco-construção	
Categoria nº1	Relação do edifício com o seu entorno
Categoria nº2	Escolha integrada de produtos, sistemas, processos construtivos
Categoria nº3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão	
Categoria nº4	Gestão da energia
Categoria nº5	Gestão da água
Categoria nº6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
Categoria nº7	Manutenção – Permanência do desempenho ambiental
Conforto	
Categoria nº8	Conforto higrotérmico
Categoria nº9	Conforto acústico
Categoria nº10	Conforto visual
Categoria nº11	Conforto olfativo
Saúde	
Categoria nº12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria nº13	Qualidade sanitária do ar
Categoria nº14	Qualidade sanitária da água

Fonte: FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (2008).

O referencial técnico permite avaliar um dado empreendimento, novo ou envolvendo uma reabilitação significativa, composto por edifícios majoritariamente destinados ao uso como escritórios ou edifícios escolares. Pode ser utilizado pelos agentes de um empreendimento desde a decisão de realizá-lo até a sua entrega. As fases cobertas por esta certificação são assim o programa, a concepção e a realização (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2008).

O desempenho associado às categorias de QAE se expressa segundo três níveis: **Bom** – nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação se esta é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática corrente; **Superior** – nível correspondente ao das boas práticas; **Excelente** – nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, mas se assegurando que estes possam ser atingíveis.

A avaliação dá-se de maneira evolutiva ao longo da estrutura em árvore composta de Categorias, Subcategorias e Preocupações, às quais se avalia pelos conceitos Bom, Superior ou Excelente. O desempenho das preocupações é determinado em função dos critérios de avaliação; o desempenho das subcategorias é obtido pela agregação dos desempenhos das preocupações; o desempenho das categorias é obtido pela agregação dos desempenhos das subcategorias (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2008).

A metodologia AQUA merece destaque por ser a primeira metodologia oficialmente adaptada para o contexto brasileiro. Por se tratar de um sistema novo e ainda pouco difundido, ainda não se pode contar com um número significativo de edifícios certificados. A dificuldade na obtenção de informações e os altos custos do processo de certificação (de R\$ 17.500,00 para edifícios de até 1.500m² a R\$ 87.500,00 para edifícios acima de 45.000m²) também constituem empecilhos para sua aplicação.

3.4. LEED for Homes

A primeira versão do sistema LEED foi desenvolvida pelo USGBC em 1998, a Versão 1.0, também conhecida como “Projeto Piloto”. Em março de 2000 foi lançada a Versão 2.0 (LEED 2.0 *Reference Guide*). E em 2002, foi apresentada a Versão 2.1, seguida pela versão 2.2, e finalmente no início de 2009, entrou em vigor a versão 3, com significativas mudanças no sistema de pontuação e ponderação.

O LEED versão 3 (2009) não é uma reconstrução total da versão anterior, mas sim uma reorganização dos atuais sistemas de classificação para edifícios comerciais e institucionais, juntamente com os principais avanços atuais na área. O LEED 2009 inclui três grandes modificações para o sistema de classificação: harmonização, ponderação de créditos e regionalização (USGBC, 2009).

Os créditos passam a ter diferentes ponderações em função da sua capacidade de impacto ambiental e de diferentes preocupações com a saúde humana. Com a ponderação de créditos revista, o LEED agora oferece mais pontos a estratégias que terão maior impacto positivo sobre os fatores considerados de maior importância: eficiência energética e reduções de CO₂. Os impactos das categorias foram priorizados e aos créditos foram atribuídos valores baseados no modo como cada um contribuiu para atenuar o impacto. Como resultado, o LEED 2009 passou a operar em uma escala de 100 pontos (USGBC, 2009).

O sistema certifica edifícios a partir de uma lista de pré-requisitos e créditos baseados em objetivos pré-selecionados. Quatro diferentes níveis de certificação de edifícios verdes são concedidos (Certificado, Prata, Ouro e Platina), baseados em um total de pontos obtidos em 06 categorias.

O sistema de certificação LEED tem sido aplicado nos últimos anos na certificação de desempenho ambiental de edifícios comerciais em grandes cidades brasileiras, apesar de ter sido desenvolvido com foco nas peculiaridades e regionalismos norte-americanos. Uma parte considerável de sua pontuação total depende da obtenção de créditos referenciados em normas, características climáticas e construtivas de seu país de origem, não havendo flexibilidade para tal parametrização.

No início de 2008, o *United States Green Building Council* lançou o *LEED for Homes: Rating System*, com o intuito de se transformar em um método popular de mercado para a avaliação e certificação de desempenho ambiental de edificações residenciais. Seu intuito vai da elevação do nível médio de eficiência ambiental das edificações de uso residencial nos Estados Unidos à elevação do valor comercial desse tipo de residência certificada.

Acredita-se que a popularização das práticas verdes pode ser alcançada através dos benefícios comerciais acarretados, de forma que a valorização de mercado de residências ambientalmente certificadas pretende levar a aceitação e aplicação cada vez mais comuns dos princípios do desempenho ambiental de edificações (USGBC, 2008).

O sistema de certificação LEED *for Homes* avalia desde residências unifamiliares até edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, estando dividido em oito categorias avaliativas norteadoras de pré-requisitos e créditos de pontuação: (1) Inovação e Processo de Projeto (*Innovation & Design Process*); (2) Localização e Ligações (*Location & Linkages*); (3) Sítios Sustentáveis (*Sustainable Sites*); (4) Eficiência de Água (*Water Efficiency*); (5) Energia e Atmosfera (*Energy & Atmosphere*); (6) Materiais e Recursos (*Materials and Resources*); (7) Qualidade do Ambiente Interno (*Indoor Environmental Quality*); e (8) Conscientização e Educação (*Awareness & Education*) (USGBC, 2008).

O sistema de pontuação disponibiliza um total de 136 pontos passíveis de serem obtidos através do cumprimento de pré-requisitos e créditos, dos quais, um mínimo de 45 pontos deve ser alcançado para a obtenção do nível primeiro de certificação de desempenho ambiental estabelecido pelo sistema (Tabela 04).

Tabela 04: Níveis de certificação do LEED *for Homes*.

Níveis de Certificação	Número de pontos necessários
<i>Certified</i>	45-59
<i>Silver</i>	60-74
<i>Gold</i>	75-89
<i>Platinum</i>	90-136
Total de pontos disponíveis	136

Fonte: USGBC (2008).

O número final de créditos a serem alcançados para obtenção do “selo verde” está diretamente relacionado com a área do edifício em relação ao seu número de quartos. Esse sistema de ponderação de pontuação exigida privilegia as edificações residenciais de menor área. Tal critério parte do princípio de que quanto maior a unidade habitacional, não

só maiores os recursos empregados em sua construção e manutenção, como também maiores os hábitos de consumo de seus habitantes (Tabela 05).

Tabela 05: Ajuste de limiares da pontuação do LEED for Homes

Tamanho máximo da residência (m ²) pelo número de dormitórios					Ajuste de pontuação mínima exigida
≤ 1 dormitório	2 dormitórios	3 dormitórios	4 dormitórios	5 dormitórios	
56,7	88,3	119,8	164,4	180,2	-10
59,5	91,9	124,5	170,9	186,7	-9
61,3	95,7	130,1	177,4	194,2	-8
63,2	99,4	134,7	184,9	202,5	-7
65,9	103,1	139,3	191,4	209,9	-6
68,7	107,7	145,8	198,8	218,3	-5
71,5	111,5	151,4	207,2	226,7	-4
74,3	116,1	157,0	215,5	236,0	-3
77,1	120,8	163,5	222,9	245,3	-2
79,9	125,4	170,0	232,3	254,5	-1
83,6	130,1	176,5	241,5	264,8	0 ("neutro")
87,3	134,7	183,0	250,8	275,0	+1
90,1	140,3	190,4	261,0	286,1	+2
93,8	145,8	197,8	271,3	297,3	+3
97,5	151,4	206,2	281,5	308,4	+4
101,2	157,9	213,7	292,6	321,4	+5
104,9	163,5	222,0	304,7	333,5	+6
109,6	170,0	231,3	315,9	346,5	+7
113,3	177,4	240,6	328,9	360,5	+8
117,9	183,9	249,9	341,9	374,4	+9
122,6	191,3	259,2	354,9	389,3	+10

Fonte: USGBC (2008).

Uma pesquisa realizada pelo *U. S. Census Bureau* (USGBC, 2008) demonstra uma forte relação entre o número de quartos e o número de ocupantes de uma residência. Sendo assim, com um maior número de ocupantes, tornam-se possivelmente maiores também os rendimentos dessa família, aumentando, por conseguinte, seus hábitos de

consumo. De acordo com essa mesma pesquisa, se os rendimentos de uma casa aumentam 100%, o consumo de energia tende a aumentar, em média, de 15 a 50% e o consumo de materiais de 40 a 90%. Portanto, o sistema de pontuação baseia-se no conceito de que edificações residenciais de menor área exigem pontuação menor para obtenção da certificação por consumirem menos recursos ao longo do seu ciclo de vida (USGBC, 2008).

Observada a estrutura da certificação LEED *for Homes*, composta pelas oito categorias citadas anteriormente, cada categoria é composta por um conjunto de pré-requisitos e créditos, com pontuação diferenciada de acordo com sua relevância e dificuldade de cumprimento.

Pela lógica do sistema certificador, o cumprimento dos pré-requisito é obrigatório para a obtenção do selo de certificação, considerando-se que o seu não cumprimento acarretaria numa grande perda de qualidade para o projeto.

Os créditos, por outro lado, tem cumprimento opcional. O usuário tem a possibilidade de escolher em quais créditos deseja trabalhar para alcançar a pontuação final mínima, visto que não há um mínimo de créditos que devam ser cumpridos por categoria. Os créditos podem ter pontuações diferentes de acordo com sua relevância.

A primeira categoria abordada pelo sistema, *Inovação e Processo de Projeto*, traz créditos referentes a inovações projetuais e às praticas realizadas no processo de projeto, como projeto integrado, reunindo profissionais de diversas áreas, e planos de durabilidade, que antevêm o uso, manutenção e durabilidade do edifício projetado, disponibilizando um total de 11 pontos possíveis de serem obtidos.

Essa categoria é composta por dois pré-requisitos relacionados respectivamente a Planejamento Integrado de Projeto e Processo de Gerenciamento de Durabilidade da edificação, somando juntos sete possíveis pontos.

Os créditos inerentes a *Inovação e Processo de Projeto* são de caráter particular a cada edificação, no que se refere a inovações tecnológicas, projetuais e de caráter regional. O usuário deve, portanto, mediante esse tipo de inovação de projeto, apresentar um pedido

de crédito, demonstrando as potencialidades de sua inovação, e cabe ao USGBC a análise de aplicabilidade de pontuação para tal situação, havendo a disponibilidade máxima de quatro pontos.

A segunda categoria, *Localização e Ligações*, refere-se aos fatores urbanísticos da certificação, tais como suas relações com o entorno, infra-estrutura urbana, assim como sua proximidade a redes de transporte público. O objetivo dessa categoria é assegurar que os usuários de tal edificação estarão aptos a se utilizar da infra-estrutura urbana de forma a minimizar seu impacto individual sobre o meio. Essa categoria não possui pré-requisitos a serem cumpridos, sendo constituída de um total de seis diferentes créditos a serem cumpridos através de uma metodologia opcional.

A primeira opção é o cumprimento apenas no primeiro crédito, *LEED* para o Desenvolvimento de Bairros (*LEED for Neighborhood Development*), equivalendo a um total máximo de 10 pontos e anulando a possibilidade de cumprimento dos demais créditos dessa categoria. Isso porque o LEED para o Desenvolvimento de Bairros refere-se a outro sistema de certificação LEED que analisa os processos de urbanização e ligações com infra-estrutura urbana. Portanto a preexistência de tal certificação pelo requerente garante que os critérios requisitados nos outros créditos já foram de alguma forma, cumpridos.

Caso o loteamento não seja certificado pelo LEED para o Desenvolvimento de Bairros, há, nessa categoria cinco créditos passíveis de pontuação, no que se refere à seleção do terreno, locações preferenciais, infra-estrutura, recursos da comunidade, trânsito e acesso para espaços abertos. No total esses créditos também disponibilizam um total de 10 pontos.

A categoria Sítios Sustentáveis categoria analisa fatores relativos à implantação, uso sustentável do terreno, do solo e da vegetação. Tem disponibilidade de oito pontos a serem alcançados através dos dois pré-requisitos, mais 14 pontos disponíveis em forma de créditos opcionais. Há a exigência de obtenção de um mínimo de cinco pontos nessa categoria para obtenção da certificação.

Os pré-requisitos referem-se a gerenciamento do sítio e paisagismo, mais especificamente no que toca à mitigação de impactos no solo e manejo de vegetação para proteção do solo, minimização do consumo de água e menor impacto no ambiente nativo.

Os créditos inerentes a essa categoria versam sobre a contenção do efeito local de ilha de calor, gerenciamento de águas superficiais, controle não-tóxico de pragas e desenvolvimento compacto, de forma a minimizar as taxas de impermeabilização do terreno.

A utilização do terreno e seus níveis de impermeabilização são um fator de grande importância na análise da sustentabilidade de uma edificação, e o total de 22 pontos disponíveis reflete de forma clara a relevância dada a esses fatores pelo sistema de certificação.

A categoria Eficiência de Água não dispõe de pré-requisitos a serem obrigatoriamente cumpridos e conta com apenas três créditos que disponibilizam um total de 15 pontos a serem obtidos opcionalmente. Há a exigência de obtenção de um mínimo de três pontos nessa categoria para obtenção da certificação. Esses créditos avaliam itens como reuso de água, sistemas de irrigação e uso interno de água.

A categoria Energia e Atmosfera analisa as técnicas para controle de consumo de energia nos diversos sistemas prediais assim como as possíveis atividades potencialmente nocivas em emissões excessivas de carbono na atmosfera.

Essa categoria conta com 38 pontos possíveis de serem alcançados através de duas opções de conjuntos de créditos e pré-requisitos a serem cumpridos. É a categoria de maior pontuação no sistema de certificação estudado denotando, portanto, sua grande importância para o desempenho ambiental segundo os critérios do USGBC.

A primeira opção de conjunto de créditos a serem cumpridos tem como pré-requisito, disponibilizando até 34 pontos, a obtenção de desempenho energético igual ou superior a uma residência com o selo *Energy Star*, da Agência Norte Americana de Proteção Ambiental. Tal desempenho energético deve ser avaliado por instituições terceirizadas, e sua pontuação é relativa ao seu nível de excelência em relação aos padrões estabelecidos

pela *Energy Star*. Cumprido tal pré-requisito há ainda mais dois créditos passíveis de pontuação nesse conjunto, referentes ao desempenho energético do sistema de distribuição doméstica de água quente e isolamento térmico das tubulações domésticas de água quente.

A segunda opção para o conjunto de créditos inicia-se com cinco pré-requisitos, valendo de dois a quatro pontos cada, referentes respectivamente a isolamento térmico, infiltrações de ar, janelas, espessura dos dutos, e aquecimento e resfriamento de ambientes. Na seqüência há ainda mais quatro créditos passíveis de pontuação adicional, referentes ao desempenho energético de sistemas de água quente doméstica, iluminação, utensílios domésticos e uso de energia renovável.

Há ainda um crédito disponível para ambos os conjuntos, referente ao gerenciamento do sistema de refrigeração residencial (ar condicionado).

A categoria Materiais e Recursos é constituída por apenas três pré-requisitos que somam um total de 16 pontos passíveis de serem obtidos. Há a exigência de obtenção de um mínimo de dois pontos nessa categoria para obtenção da certificação.

Os pré-requisitos apresentados referem-se respectivamente a utilização eficiente de materiais de construção, uso de materiais ambientalmente preferíveis (preferencialmente materiais extraídos e produzidos na mesma região da construção, para minimização das emissões provenientes do transporte desses produtos), gerenciamento dos resíduos de obra e de produção de lixo.

A categoria Qualidade do Ambiente Interno aborda questões referentes à qualidade do ar no interior da edificação, ventilação natural e mecânica, concentração de poluentes, umidade do ar, e requer a obtenção de um mínimo de seis pontos. Assim como algumas outras categorias mencionadas anteriormente, essa também conta com duas possibilidades de conjuntos de créditos para cumprimento, disponibilizando um total de 21 pontos, independentemente do conjunto a ser trabalhado.

A primeira possibilidade requer a pontuação mínima para obtenção do Selo *Energy Star*, com *Indoor Air Package* (Pacote de Ar Interno), referente aos padrões de desempenho

da qualidade do ar interno da construção. A partir da obtenção de tal selo, há ainda a possibilidade de cumprimento de créditos sobre ventilação natural forçada, exaustão local, inspeções de entidades terceirizadas, qualidade dos filtros de ar e controle de contaminantes no ar interno.

Não havendo a obtenção preexistente do selo *Energy Star*, o usuário possui a opção de um segundo grupo de créditos a serem cumpridos, através de cinco pré-requisitos: controle dos gases de combustão, ventilação natural, exaustão local, sistemas de distribuição de ar e filtragem de ar. Há ainda a disponibilidade de pontuação através de créditos opcionais como controle de umidade, controle de contaminantes, proteção contra emissões de radônio e proteção dos ocupantes das residências contra gases emitidos por veículos em garagens adjacentes.

A última categoria do sistema de certificação, Conscientização e Educação, aborda a educação e conscientização do proprietário da residência, moradores e funcionários (principalmente no caso de edifícios de múltiplas unidades habitacionais) sobre a operação e manutenção das ferramentas, sistemas e medidas propostas pelo *LEED for Homes* para a continuidade e possível melhoria no desempenho ambiental da residência certificada.

Uma vez descritos os principais sistemas de certificação de desempenho ambiental de edifícios, que servirão como parâmetros para nossa pesquisa, no próximo capítulo, serão estabelecidas diretrizes metodológicas para a análise comparativa de aplicação desses sistemas, a fim de, através dos resultados dessa análise estabelecer diretrizes para o desenvolvimento de um sistema nacional de certificação ambiental de edificações habitacionais.

CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

De acordo com o objetivo deste trabalho, os procedimentos metodológicos utilizados podem ser divididos em três etapas principais, sendo elas:

- Classificação dos sistemas de certificação existentes: nesta etapa pretende-se montar um quadro geral dos sistemas de certificação de desempenho ambiental existentes, classificando-os de acordo com uma série de parâmetros.
- Análises comparativas entre os sistemas de certificação ambiental existentes, balizadas por categorias e critérios específicos estabelecidos;
- Discussão das inadequações encontradas na análise comparativa dos sistemas de certificação e proposição de alternativas para adaptação de tais critérios avaliativos para o contexto da edificação habitacional brasileira.

A seguir, temos, portanto, o detalhamento metodológico das atividades a serem realizadas para execução das etapas descritas acima.

4.1. Classificação

Na etapa de Classificação dos sistemas de certificação de desempenho ambiental existentes pretende-se montar um quadro geral dos sistemas de certificação de desempenho ambiental existentes, classificando-os de acordo com os seguintes parâmetros:

- Critérios de Avaliação: descrição das categorias nas quais os sistemas estão subdivididos;
- Contexto de criação: especificação do contexto para o qual cada um dos sistemas foi desenvolvido;
- Metodologia de avaliação: determinação da metodologia utilizada pelo sistema para análise das informações sobre o edifício a ser avaliado (*checklist*, questionário, comparativa);

- Complexidade de aplicação: determinação do nível de complexidade de aplicação do sistema, simples ou complexa, e se é passível de ser aplicada pelo usuário ordinário ou necessita de aplicadores especializados;
- Sistema de classificação: descrição da forma de saída dos resultados da avaliação, que pode ser através da rotulação do edifício ou relatório de melhorias a serem realizadas.

Depois de realizada a classificação dos sistemas, através de um quadro sintético destes, passaremos então à etapa de análise comparativa dos sistemas, de acordo com a metodologia descrita à seguir.

4.2. Análise Comparativa

Mediante as informações coletadas e analisadas pelo processo de revisão bibliográfica e classificação dos sistemas, o trabalho passa então a um processo de avaliação desses dados com a finalidade de eleger e classificar os elementos que demonstram-se aplicáveis ao contexto brasileiro para a avaliação de desempenho ambiental dos edifícios habitacionais dentro de cada sistema de certificação estudado.

A análise comparativa dos sistemas de avaliação de desempenho ambiental estudados será realizada através do estabelecimento de categorias avaliativas, as quais, ao serem comparadas, buscam uniformizar a metodologia de avaliação. A partir do levantamento de cada sistema estudado, foram determinadas as categorias para avaliação comparativa:

- Processo de projeto;
- Conexões;
- Implantação;
- Consumo de recursos;
- Emissões;
- Conforto e qualidade ambiental;
- Serviços;

- Aspectos econômicos;
- Planejamento de operação.

Dentro de cada uma dessas categorias, para cada sistema de certificação estudado, há uma série de créditos, os quais desenvolvem a análise do edifício de acordo com temáticas variadas, as quais variam bastante nos diferentes sistemas.

A fase de balizamento das categorias selecionadas será realizada a partir da dilaceração dos critérios avaliativos de cada sistema para cada categoria da lista acima, os quais serão analisados com base em critérios pré-definidos, que devem ser contrapostos às tais créditos para verificar-se sua adequação (sim) ou inadequação (não), conforme modelo proposto na Tabela 06.

Tabela 06: Critérios para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação

Créditos das Categorias de Avaliação	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Processo de Projeto	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Conexões	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Implantação	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Consumo de Recursos	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Emissões	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Conforto e Qualidade Ambiental	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Serviços	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Aspectos Econômicos	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO
Planejamento de operação	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO	SIM / NÃO

Os critérios para balizamento das categorias estão apresentados abaixo, juntamente com uma descrição de sua aplicação:

- Adequação dos créditos de cada categoria à normatização estudada: os índices de desempenho mínimos exigidos pelos sistemas de certificação devem ser iguais ou superiores àqueles presentes na normatização brasileira;
- Aplicabilidade dos créditos da categoria estudada no contexto brasileiro: os temas abordados nos créditos, assim como os níveis de desempenho exigidos, devem ser compatíveis com a realidade brasileira, no que toca questões ligadas à geografia, clima, cultura, economia, uso de energia e técnicas e práticas construtivas;
- Pertinência para a determinação do desempenho ambiental do edifício: as questões abordadas pelos sistemas de certificação estudados devem estar diretamente relacionadas com a melhoria de desempenho ambiental do edifício, considerando-se as questões que o constituem;
- Flexibilidade regional: os temas abordados pelos sistemas de certificação, assim como seus níveis de desempenho exigidos devem ser flexíveis para adaptação às diferentes realidades regionais brasileiras.

Quando, nessa etapa de balizamento da análise comparativa, algum critério de determinada categoria de avaliação foi indicado como “NÃO” adequado, essa indicação não desqualifica totalmente a possibilidade de aplicação de tal critério, e pode significar apenas algum tipo de divergência em seus parâmetros avaliativos. Por tal motivo, acompanhando cada uma das tabelas de balizamento, em todas as categorias avaliadas, será realizada também uma análise descritiva das inadequações de cada critério e suas possibilidades de adaptação.

4.3. Discussão das inadequações

A terceira etapa deste trabalho consiste na organização das informações obtidas na fase anterior de forma a construir um cenário das inadequações de aplicação dos sistemas de certificação estudados no contexto brasileiro, para se estabelecer uma discussão das

possibilidades de adaptação de tais critérios avaliativos inadequados, para o aprimoramento de um método avaliativo de desempenho ambiental aplicável no contexto brasileiro, e para edificações de caráter habitacional.

A partir da combinação entre os parâmetros gerais dos sistemas escolhidos, os critérios individuais obtidos dos diferentes métodos avaliados e dos estudos realizados sobre algumas normas brasileiras (NBR 14040, 2001; NBR 15220, 2005; NBR 15575, 2008), pretende-se propor adaptações aos créditos que se mostrarem inadequados na análise comparativa, de acordo com o critério de balisamento no qual cada crédito apresentar algum tipo de incompatibilidade.

Da mesma forma, nesta etapa final, também serão definidos como inaplicáveis aqueles créditos que não apresentarem possibilidades de adaptação, propriamente por incompatibilidade conceitual ou avaliativa com o contexto da edificação habitacional brasileira.

Tomando como base as diretrizes metodológicas acima estabelecidas, no próximo capítulo será realizada, após uma breve comparação teórica entre os sistemas de certificação estudados, a análise comparativa cuja metodologia foi acima descrita.

CAPÍTULO 5. CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NO CONTEXTO BRASILEIRO

O desenvolvimento de diretrizes para a criação de uma certificação de desempenho ambiental de edifícios, direcionada ao contexto brasileiro, certamente deve partir da discussão comparativa dos principais sistemas de certificação estudados e análise crítica de seus pontos positivos e negativos de aplicabilidade.

A análise dos métodos existentes demonstra que eles são naturalmente diferentes, porém construídos sobre uma base comum. Segundo Silva *et al.* (2003b) eles são diferentes basicamente pelas seguintes razões:

- Porque os níveis de pressão sobre determinados aspectos ambientais (agendas ambientais) variam de um país a outro, mesmo que dentro do bloco dos países desenvolvidos. O mesmo acontece nos grupos de países em desenvolvimento ou de economias em transição;
- Porque as práticas construtivas e de projeto são diferentes, e influenciadas também – porém não somente – por aspectos climáticos;
- Porque a receptividade dos mercados à introdução dos métodos é diferente.

Neste trabalho a análise comparativa realizada entre os quatro sistemas de certificação pré-selecionados (LEED for Homes, GBCTool, *Green Globes* e AQUA) balisou-se nos critérios de análise descritos nas diretrizes metodológicas do capítulo anterior.

Os critérios de avaliação abordados pelos sistemas discutidos apresentam diversas semelhanças no que se trata da avaliação de características de localização, construção e uso do edifícios e seu impacto no meio ambiente, tratando questões como implantação, transporte dos usuários, uso de recursos e materiais, e conforto e qualidade ambiental. Entretanto algumas categorias merecem destaque por tratarem de questões inéditas em relação aos sistemas comparados.

Inicialmente realizou-se uma análise conjunta das principais características de operação de cada sistema de certificação estudado, considerando critérios de avaliação, aplicabilidade, metodologia de avaliação, complexidade de aplicação e sistema de classificação (Tabela 07).

Tabela 07: Classificação dos sistemas de certificação

	LEED for Homes	GBTTool	Green Globes	AQUA
Critérios de avaliação	Sítios Sustentáveis; Eficiência de Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade do Ar; Interno; Inovação em Projeto; Prioridade Regional;	Utilização de Recursos; Cargas Ambientais; Qualidade Ambiental Interna; Qualidade dos serviços; Aspectos Econômicos; Gestão; Transporte.	Poluição; Energia; Água; Qualidade Ambiental Interna; Gerenciamento do Meio Ambiente; Recursos.	Eco-construção; Gestão; Conforto; Saúde.
Contexto de criação	Desenvolvido para aplicação no contexto norte-americano.	Pode ser aplicado em qualquer local, devido à flexibilidade de critérios e ponderações.	Desenvolvido para aplicação no contexto canadense.	Adaptado para aplicação no contexto brasileiro.
Metodologia de avaliação	Avaliação dos edifícios através de uma lista de pré-requisitos (checklist) aos quais são atribuídos créditos baseados em uma lista de objetivos preexistente. A classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias.	Comparação do edifício avaliado com edifício considerado referência quanto às práticas ambientais locais. A avaliação é estruturada em 04 níveis hierárquicos de desempenho: questões, categorias, critérios e sub-critérios.	A inscrição é feita pela internet e o edifício a ser avaliado é conduzido ao AUDIT on-line. É preenchido um questionário sobre as categorias e sub-categorias. O resultado é um relatório com a avaliação final.	A avaliação da dá-se de maneira evolutiva ao longo da estrutura em árvore composta de Categorias, Subcategorias e Preocupações, às quais se avalia pelos conceitos Bom, Superior ou Excelente.
Complexidade de aplicação	Aplicação simples, no formato <i>checklist</i> , de fácil preenchimento.	Aplicação complexa, comparativa, mais indicada para pesquisas científicas.	Aplicação simples, no formato de questionário, de fácil preenchimento.	Aplicação na forma de questionário, aplicado por equipe consultora.
Sistema de classificação	Certificado; Prata; Ouro; Platina.	Insatisfatório; Mínimo Aceitável; Intermediário; Excelente.	Um relatório das questões que precisam de melhorias é enviado aos usuários.	Bom; Superior; Excelente.

A discussão de aplicabilidade, neste trabalho, demonstrou estar fortemente associada às questões de complexidade das ferramentas, assim como à sua flexibilidade regional, ou seja, uma ferramenta pode ser amplamente aplicada por sua flexibilidade de critérios, mas ainda assim, se sua metodologia for muito complexa, a sua aplicabilidade fica comprometida. Esse é o caso do GBTool, por exemplo. Esta metodologia foi desenvolvida para ter critérios e ponderação flexíveis, entretanto, a sua complexidade acaba por restringir sua aplicação no processo projetual, limitando o seu uso à pesquisa científica.

Por outro lado, sistemas avaliativos de aplicação simplificada na forma de *checklist* ou questionário, como *LEED* e *Green Globes*, respectivamente, apesar do atrativo da simplicidade de utilização, são desenvolvidos para os contextos nacionais específicos dos Estados Unidos e Canadá, o que limita o seu uso em diferentes países, como o Brasil, por não apresentarem capacidade suficiente de adaptação a diferentes contextos locais.

O caso do AQUA, do ponto de vista da aplicabilidade, apresenta nuances bastante específicas, uma vez que sua estruturação em questionário aplicado por terceiros, e sua adaptação ao contexto brasileiro deveriam tornar esse o método mais fortemente aplicado no panorama atual. Entretanto, a falta de divulgação em torno dessa certificação, combinada com os altos custos do processo tem, até o presente momento, tornado sua representatividade de aplicação extremamente frágil.

As metodologias de avaliação são as principais forças contribuintes para a complexidade de aplicação de um sistema. *LEED*, *Green Globes* e *AQUA*, estruturam-se em forma de *checklist* (para o primeiro) ou questionário, determinando assim, sua baixa complexidade de aplicação. Neste ponto, cabe destacar a característica auto-avaliativa do *Green Globes*, no qual todo o processo é feito *online*, conferindo a esta metodologia um caráter prático e inovador.

O GBTool, diferentemente, aborda as questões relativas ao edifício de acordo com quatro diferentes níveis hierárquicos, sempre estabelecendo uma comparação com um edifício considerado referência, o que torna essa estrutura avaliativa bastante complexa.

Finalmente, os sistemas de classificação apresentados pelos métodos também trazem uma certa regularidade, tendo a maioria deles uma estrutura de rotulação, a qual confere ao edifício um título de “mais” ou “menos sustentável”. Aqui, apenas o *Green Globes* diferencia-se, fornecendo, ao final da avaliação, não um rótulo, mas um relatório de avaliação indicando em que pontos podem ser realizadas melhorias no projeto do edifício.

O que podemos concluir através desta análise é que a adaptação de um único método existente às especificidades regionais de um país, apesar de consistir numa alternativa viável, talvez ainda não seja a alternativa mais eficiente, do ponto de vista da criação de um sistema o qual não apenas certifique e rotule, mas que realmente avalie o desempenho ambiental das edificações.

Na análise de aplicabilidade dos pré-requisitos e créditos no contexto brasileiro faz-se necessária, para o encadeamento lógico de idéias, a análise seqüencial das categorias e suas potencialidades de aplicação. Portanto, o desenvolvimento de uma análise de aplicabilidade das categorias traz consigo a possibilidade de desenvolvimento de um embasamento organizado, capaz de estabelecer critérios para futuros estudos de análises mais aprofundadas de cada crédito de forma isolada.

Para facilitar a realização de tal análise comparativa foi realizada a subdivisão dos sistemas estudados de acordo com um grupo de categorias preestabelecidas nos procedimentos metodológicos, de acordo com a Tabela 08.

5.1. Processo de Projeto

A etapa de análise comparativa dos sistemas de certificação inicia-se com a categoria Processo de Projeto, que apresenta-se de formas diversas em três das quatro certificações estudadas, não estando presente apenas no sistema GBTool.

Essa categoria avalia questões referentes às práticas de projeto da edificação e do planejamento de todas as escolhas de sistemas construtivos e mecânicos que estarão presentes durante o período de operação do edifício.

Tabela 08: Categorias para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação

Categorias de Avaliação	Categorias a serem comparadas por Sistema de Certificação			
	GBTool	Green Globes	AQUA	LEED for Homes
Processo de Projeto		- Gestão de projeto	- Escolha integrada de produtos, sistemas, processos construtivos	- Inovação e Processo de Projeto
Conexões	- Transportes Diários		- Relação do edifício com o seu entorno	- Localização e Ligações
Implantação		- Terreno		- Sítios Sustentáveis
Consumo de Recursos	- Consumo de Recursos	- Energia - Água - Recursos	- Gestão de energia - Gestão da água - Escolha integrada de produtos, sistemas, processos construtivos	- Eficiência de Água - Materiais e Recursos - Energia e Atmosfera
Emissões	- Cargas Ambientais	- Emissões, efluentes e outros impactos	- Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	- Energia e Atmosfera
Conforto e Qualidade Ambiental	- Qualidade Ambiental Interna	- Ambiente interno	- Conforto higrotérmico - Conforto acústico - Conforto visual - Conforto olfativo - Qualidade sanitária dos ambientes, do ar e da água	- Qualidade do Ambiente Interno
Serviços	- Qualidade do Serviço			
Aspectos Econômicos	- Economia			
Planejamento de operação	- Gerenciamento		- Canteiro de obras com baixo impacto ambiental - Manutenção – Permanência do desempenho ambiental	- Conscientização e Educação

O sistema de certificação *Green Globes* tem uma abrangência bastante ampla do tema, incluindo itens relativos ao projeto convencional e também práticas emergenciais como vemos na listagem a seguir:

- Processo integrado de projeto;

- Aquisitivo ambiental: para selecionar materiais, produtos e equipamentos que têm um impacto mínimo sobre o meio ambiente em termos de utilização dos recursos, produção de resíduos e uso de energia;
- Comissionamento: auditorias para projetar, construir e calibrar os sistemas de construção para que eles funcionem como previsto;
- Plano emergencial: para minimizar o risco de impacto ambiental dos incidentes de emergência.

A certificação AQUA trata, na etapa projetual, principalmente de questões referentes às escolhas construtivas para o edifício, de acordo com os seguintes itens avaliativos:

- Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção;
- Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção.

O LEED for Homes além das questões clássicas de projeto e manutenção, traz também um item avaliativo bastante inovativo, relativo a práticas de projeto inovativas ou de relevância regional, como citado a seguir:

- Planejamento integrado de projeto: critérios preliminares, equipe de projeto multidisciplinar integrada, profissional acreditado pelo LEED;
- Processo de gerenciamento de durabilidade: planejamento de durabilidade, gerenciamento de durabilidade e auditoria comissionada;
- Soluções de projeto inovadoras ou regionais.

A análise por balizamento nos critérios determinados nas diretrizes metodológicas dos itens avaliativos referentes à categoria “Processo de Projeto” está demonstrada na Tabela 09.

A primeira categoria de análise dos sistemas, referente a Processos de Projeto, é sem dúvida a detentora de maior flexibilidade em todas as certificações estudadas e, portanto, passível de ser aplicada nos mais diferentes contextos devido ao seu caráter abrangente e receptivo na busca de inovações e características regionais em cada projeto

de forma particular, tratando de critérios mais subjetivos e, portanto, mais facilmente ampliáveis ao contexto global.

Tabela 09: Balizamento dos itens da categoria Processo de Projeto.

Créditos da Categoria de Avaliação Processo de Projeto	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Green Globes				
Processo integrado de projeto	SIM	SIM	SIM	SIM
Aquisitivo ambiental	SIM	SIM	SIM	SIM
Comissionamento	SIM	SIM	SIM	SIM
Plano emergencial	SIM	SIM	SIM	SIM
AQUA				
Escolhas construtivas para a durabilidade e a adaptabilidade da construção	SIM	SIM	SIM	SIM
Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Planejamento integrado de projeto	SIM	SIM	SIM	SIM
Processo de gerenciamento de durabilidade	SIM	SIM	SIM	SIM
Soluções de projeto inovativas ou regionais	SIM	SIM	SIM	SIM

5.2. Conexões

A questão das conexões do edifício com a infraestrutura urbana na qual está inserido configura-se como claramente pertinente para determinação de desempenho ambiental deste, uma vez consideradas as características de consumo de recursos e

emissões de poluentes relacionadas aos meios de transporte necessários para os seus usuários, assim como à criação de infraestrutura urbana de água, esgoto e energia.

Na conceituação dos sistemas de certificação estudados, portanto, os parâmetros avaliativos relacionados a tais questões deveriam ser detentores de destaque. Entretanto, nota-se a ausência ou pouca notoriedade de tais critérios, sendo até mesmo, inexistentes em alguns sistemas, como é o caso do *Green Globes*.

A categoria “*Transportes diários*”, presente na certificação GBTool, que refere-se à questão das conexões do edifício e do usuário com o meio urbano de forma ainda incipiente, não encontra-se completamente desenvolvida no sistema de certificação para que possa ser utilizada na análise de créditos por balizamento de critérios.

No sistema AQUA de certificação essa relação do edifício com o entorno tem uma abordagem ainda um tanto resumida, tratando as questões de forma bastante globalizada pelos itens avaliativos:

- Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável;
- Qualidade dos espaços exteriores para os usuários;
- Impactos do edifício sobre a vizinhança.

O LEED *for Homes* apresenta uma estrutura aparentemente mais consistente para esse critério avaliativo, conforme a lista a seguir:

- Certificação LEED para o desenvolvimento de Bairros;
- Seleção do terreno;
- Locações preferenciais: desenvolvimento de áreas adjacentes, ocupação e desenvolvimento prévio da área;
- Infraestrutura existente;
- Recursos comunitários: transporte – possibilidade de utilização de transportes públicos, ciclovias ou caminhadas para a utilização de serviços locais;
- Acesso a espaços abertos.

A avaliação dos tópicos dedicados à temática das conexões, conforme a Tabela 10, demonstra também uma grande facilidade de adaptação desses itens, em todas as certificações estudadas, ao cenário brasileiro, seja da forma como foram concebidos ou com pequenas modificações.

Tabela 10: Balizamento dos itens da categoria Conexões.

Créditos da Categoria de Avaliação Conexões	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
AQUA				
Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável	SIM	SIM	SIM	SIM
Qualidade dos espaços exteriores para os usuários	SIM	SIM	SIM	SIM
Impactos do edifício sobre a vizinhança	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Certificação LEED para o desenvolvimento de Bairros	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Seleção do terreno	SIM	SIM	SIM	SIM
Locações preferenciais	SIM	SIM	SIM	SIM
Infraestrutura existente	SIM	SIM	SIM	SIM
Recursos comunitários: transporte	SIM	SIM	SIM	SIM
Acesso a espaços abertos	SIM	SIM	SIM	SIM

Dentre todos os itens analisados o único que demonstra completa inaplicabilidade pertence à categoria “*Localização e Ligações*”, da certificação LEED for Homes, que inicia-

se com a proposição de um cumprimento alternativo dos créditos para aqueles edifícios residenciais situados em bairros previamente certificados pelo “*LEED para o Desenvolvimento de Bairros*”. Tal alternativa não se demonstra claramente factível para uma residência no contexto brasileiro, considerando-se que o “*LEED para o Desenvolvimento de Bairros*” não se verifica amplamente difundido no país.

5.3. Implantação

A categoria Implantação refere-se a todas as questões ligadas à escolha e tratamento do terreno, antes, durante e depois da construção, abrangendo questões como remediação do solo, densidade construtiva, controle de erosão, efeitos de ilha de calor e gerenciamento de águas de chuva, entre outros.

Dentre todos os sistemas de certificação estudados os únicos que apresentam possibilidades de avaliação das questões ligadas ao terreno são o *Green Globes* e o *LEED for Homes*.

O sistema de certificação *Green Globes* apresenta, em sua categoria relativa ao terreno, os seguintes itens a serem analisados:

- Área de desenvolvimento: seleção do terreno, densidade de desenvolvimento e remediação do solo;
- Impactos Ecológicos: vegetação nativa, ilhas de calor e céu noturno;
- Gerenciamento de águas de chuva;
- Reforço ecológico do terreno.

Tais itens apresentam, quase que invariavelmente, um carácter visivelmente flexível, passíveis de aplicação em variadas realidades regionais, e com parâmetros de desempenho medianos, ou seja, com níveis de exigência moderados.

Em sua categoria de avaliação “Sítios Sustentáveis”, o *LEED for Homes* apresenta uma série de questões ligadas à implantação do edifício no terreno, como:

- Administração do terreno: controle de erosão durante a construção e minimização de área modificada no terreno;
- Paisagismo: uso de vegetação não invasiva, projeto básico de paisagismo, limite convencional da gleba, plantas com tolerância à seca, redução da demanda de irrigação de pelo menos 20%;
- Redução do efeito local de ilha de calor;
- Gerenciamento de águas superficiais: permeabilidade, controle constante de erosão; gerenciamento de enxurradas da cobertura;
- Controle não tóxico de pestes;
- Desenvolvimento compacto: densidade moderada, alta ou muito alta.

Uma vez descritos os itens referentes às questões de implantação, das certificações *Green Globes* e *LEED for Homes*, passamos à contraposição dos critérios de balizamento estabelecidos (Tabela 11).

O crédito "*Local Heat Island Effects*" (Efeito Local de Ilha de Calor), na categoria "*Sítios Sustentáveis*", demonstra restrição regional de aplicação, quando aconselha o plantio de vegetação para sombreamento de pelo menos 50% das áreas abertas para o dia 21 de junho, com sol a pino, demonstrando-se claramente direcionada a habitações localizadas no hemisfério norte, onde tal data trata-se do solstício de verão.

Dentro da mesma categoria, ainda, o crédito referente ao "*Controle não-tóxico de pestes*", traz uma série de recomendações quanto a construções em madeira, as quais não são largamente comuns no contexto geral brasileiro, a não ser por algumas exceções regionais, principalmente na região sul do país.

Quanto à não adequação do item referente a "*Desenvolvimento compacto*" à legislação vigente, é importante esclarecer que não se trata de uma incompatibilidade rígida, ou seja, a adequação fica dependente dos zoneamentos urbanos locais, e sua densidade construtiva máxima permitida.

Tabela 11: Balizamento dos itens da categoria Implantação.

Créditos da Categoria de Avaliação Implantação	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Green Globes				
Área de desenvolvimento	SIM	SIM	SIM	SIM
Impactos Ecológicos	SIM	SIM	SIM	SIM
Gerenciamento de águas de chuva	SIM	SIM	SIM	SIM
Reforço ecológico	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Administração do terreno	SIM	SIM	SIM	SIM
Paisagismo	SIM	SIM	SIM	SIM
Efeito local de ilha de calor	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Gerenciamento de águas superficiais	SIM	SIM	SIM	SIM
Controle não tóxico de pestes	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Desenvolvimento compacto	NÃO	SIM	NÃO	NÃO

A despeito da aparente inviabilidade de alguns itens mediante aos critérios de balizamento, notamos que estes podem ainda ser adaptados para permanência num sistema de certificação brasileiro, uma vez que sofram algumas alterações conceituais que confirmam a tais itens flexibilidade e capacidade de adaptação principalmente às questões normativas e regionais do país.

5.4. Consumo de Recursos

A temática referente ao consumo de recursos é uma das mais amplamente abordadas nos sistemas de avaliação de desempenho ambiental, sendo responsável pelas

maiores possibilidades de pontuação, uma vez que questões como o consumo de água, energia e materiais são consideradas de grande impacto para a determinação do desempenho ambiental de um edifício.

Portanto, todas as certificações em análise nesse trabalho possuem categorias referentes ao consumo de recursos, como poderemos notar nas listagens abaixo.

Começando pelo sistema de certificação GBTool, podemos listar os seguintes itens avaliativos referentes à categoria a ser analisada, englobadas numa única categoria avaliativa dentro do sistema, chamada Consumo de Recursos:

- Inventário de uso de energia primária: energia primária incorporada nos materiais, energia primária não renovável utilizada para a construção e operações ao longo do ciclo de vida;
- Uso do solo e mudanças na qualidade da terra: área de terra utilizada para a construção e desenvolvimento de atividades relacionadas ao edifício, mudança no valor ecológico, agrícola ou recreativo do terreno;
- Consumo de água potável;
- Reuso de estrutura existente ou materiais locais: retenção de estrutura existente no terreno, reutilização ou reciclagem externa de aço da estrutura existente no local; reutilização de estrutura existente no terreno;
- Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados: uso de materiais reciclados, conteúdo reciclado de materiais utilizados, uso de madeira certificada.

Na certificação *Green Globes*, por sua vez, os itens avaliativos referentes ao consumo de recursos vêm divididos em três categorias avaliativas dentro do sistema de certificação, sendo elas, respectivamente Energia, Água e Recursos, nas quais a seguinte subdivisão de itens pode ser notada:

- Desempenho energético;

- Redução de demanda energética: otimização do espaço, adaptação microclimática ao terreno, iluminação natural, projeto de envelope, medições;
- Integração de sistemas energeticamente eficientes;
- Fontes de energia renováveis;
- Transporte eficiente energeticamente: transporte público, instalações para bicicletas;
- Desempenho da água;
- Conservação de água: dispositivos de medição, torres de resfriamento, paisagismo e estratégias de irrigação;
- Tratamento local da água:
- Materiais de baixo impacto;
- Consumo mínimo de recursos: reutilizados, reciclados, locais, certificados;
- Reuso de edifícios existentes;
- Durabilidade, adaptabilidade e desmontagem do edifício;
- Redução, reutilização e reciclagem de resíduos de demolição;
- Instalações de reciclagem e compostagem.

O sistema AQUA além de apresentar duas categorias especificamente direcionadas à avaliação do consumo de recursos – Gestão de Energia e Gestão de água -, também contém créditos intrínsecos a outras categorias – como “Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos” -, os quais dizem respeito diretamente à essa temática, como podemos notar na listagem a seguir:

- Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica;
- Redução do consumo de energia primária e poluentes associados;
- Redução do Consumo de água potável;
- Otimização da gestão de águas pluviais;
- Escolha dos produtos de construção a fim de limitar os impactos socioambientais da construção.

Finalmente, no sistema de certificação de desempenho ambiental LEED *for Homes*, os itens relacionados ao consumo de recursos encontram-se distribuídos em três categorias, do total de oito presentes no sistema avaliativo (Eficiência de Água, Materiais e Recursos e Energia e Atmosfera), conforme a listagem de créditos:

- Reuso de água;
- Sistema de irrigação;
- Consumo interno de água;
- Estrutura com uso eficiente de materiais;
- Produtos ambientalmente preferíveis;
- Controle de desperdício;
- Otimização de consumo energético;
- Aquecimento de água;
- Refrigeração residencial;

Todos os itens citados nas listagens acima, divididos por certificação de origem, foram balizados conforme os critérios metodológicos preestabelecidos, considerando sua aplicabilidade para determinação de desempenho ambiental de edificações residenciais brasileiras, conforme podemos observar na Tabela 12.

Iniciando nossa análise na certificação GBTool, o item “*Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados*”, assim como “*Materiais de baixo impacto*”, no *Green Globes*, demonstram inaplicabilidade e falta de flexibilidade ao contexto regional brasileiro por se tratarem de créditos que ficam submetidos à utilização de materiais certificados, os quais ainda não se encontram disponíveis no mercado brasileiro.

Da mesma forma, na categoria *Materiais e Recursos*, do LEED *for Homes*, encontramos, no crédito “*Materiais Ambientalmente Preferíveis*” uma dificuldade de aplicação no que se refere ao uso na construção de materiais certificados ambientalmente. O crédito apresenta um conceito forte e válido que dá preferência ao uso de materiais produzidos e transformados em região próxima à edificação certificada, e que não

apresente atividades agressoras ao meio ambiente em sua extração, industrialização, aplicação e uso.

Tabela 12: Balizamento dos itens da categoria Consumo de Recursos.

Créditos da Categoria de Avaliação Consumo de Recursos	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTTool				
Inventário de uso de energia primária	SIM	SIM	SIM	SIM
Uso do solo e mudanças na qualidade da terra	SIM	SIM	SIM	SIM
Consumo de água potável	SIM	SIM	SIM	SIM
Reuso de estrutura existente ou materiais locais	SIM	SIM	SIM	SIM
Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Green Globes				
Desempenho energético	SIM	SIM	SIM	SIM
Redução de demanda energética	SIM	SIM	SIM	SIM
Integração de sistemas energeticamente eficientes	SIM	SIM	SIM	SIM
Fontes de energia renováveis	SIM	SIM	SIM	SIM
Transporte eficiente energeticamente	SIM	SIM	SIM	NÃO
Desempenho da água	SIM	SIM	SIM	SIM
Conservação da água	SIM	SIM	SIM	NÃO

Tabela 12: Balizamento dos itens da categoria Consumo de Recursos (Continuação).

Créditos da Categoria de Avaliação Consumo de Recursos	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Tratamento local da água	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Materiais de baixo impacto	SIM	NÃO	SIM	SIM
Consumo mínimo de recursos	SIM	SIM	SIM	SIM
Durabilidade, adaptabilidade e desmontagem do edifício	SIM	SIM	SIM	SIM
Redução, reutilização e reciclagem de resíduos de demolição	SIM	SIM	SIM	SIM
Instalações de reciclagem e compostagem	SIM	SIM	SIM	SIM
AQUA				
Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica	SIM	SIM	SIM	SIM
Redução do consumo de energia primária e poluentes associados	SIM	SIM	SIM	SIM
Redução do Consumo de água potável	SIM	SIM	SIM	SIM
Otimização da gestão de águas pluviais	SIM	SIM	SIM	SIM
Escolha dos produtos a fim de limitar os impactos socioambientais da construção.	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Reuso de água	SIM	SIM	SIM	SIM
Sistema de irrigação	SIM	SIM	SIM	SIM

Tabela 12: Balizamento dos itens da categoria Consumo de Recursos (Continuação).

Créditos da Categoria de Avaliação Consumo de Recursos	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Uso interno de água	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Estrutura com uso eficiente de materiais	SIM	SIM	SIM	SIM
Produtos ambientalmente preferíveis	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Controle de desperdício	SIM	SIM	SIM	SIM
Otimização de consumo energético	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Aquecimento de água	SIM	SIM	SIM	SIM
Refrigeração residencial	SIM	NÃO	SIM	NÃO

No entanto, tais práticas são analisadas através do selo de certificação ambiental desses produtos, o qual já está se tornando bastante comum nos países desenvolvidos. Entretanto, no Brasil, ainda não há a certificação ambiental de materiais de construção, exceto por alguns tipos de madeira, o que torna o cumprimento do crédito possível apenas pelo uso de produtos importados.

O item “*Transporte eficiente energeticamente*”, encontrado na certificação *Green Globes*, também apresenta determinada dificuldade de aplicação, principalmente do ponto de vista da flexibilidade regional, nas variadas realidades brasileiras. Uma vez que o crédito pontua estratégias que facilitem o uso de transporte público ou cicloviário, ele pode demonstrar inaplicabilidade para pequenas cidades, onde sistemas de transporte público podem ser inclusive inexistentes, ou realidades geográficas acidentadas, onde o uso da bicicleta não é viável.

Nas questões relativas ao consumo de água, também podemos encontrar dificuldades de aplicação no contexto brasileiro dos itens presentes nos sistemas de certificação, na forma como foram concebidos. No sistema *Green Globes*, nos itens referentes a “*Conservação da água*” e “*Tratamento local de água*”, podemos notar divergências com a legislação e características regionais brasileiras. As estratégias sugeridas de escolha de plantas e paisagismo para diminuir a necessidade de irrigação possuem parâmetros de desempenho que não podem ser aplicados às regiões mais áridas do país, por exemplo.

Na certificação LEED *for Homes*, em relação aos créditos da categoria *Eficiência de Água*, apenas aquele referente ao “*Uso Interno de Água*” demonstra algumas não-conformidades com a aplicação no Brasil, baseando seus padrões de consumo na norma americana ASME A112.19.14, e recomendando o uso de equipamentos sanitários com selo de desempenho do *U.S. EPA WaterSense*.

A categoria *Energia e Atmosfera* é a que apresenta maior número de inconsistências de aplicabilidade de conceitos e padrões para a realidade brasileira. Dispondo de duas formas alternativas de cumprimento dos créditos, uma já se mostra muito dificilmente aplicável, pela exigência do selo *Energy Star* de desempenho energético para residências, o qual tem sua aplicação popularizada tão somente nos Estados Unidos. Dos 10 créditos existentes na segunda alternativa para cumprimento de créditos, e passíveis de aplicação, sete apresentam alguma fragilidade conceitual para aplicação no contexto brasileiro.

Primeiramente, o crédito referente a “*Insulation*” (isolamento), sugerindo o isolamento de paredes, sistemas de abertura e cobertura, com o intuito de minimização de trocas de calor entre os ambientes internos e externo, não é aplicável no Brasil, assim como na maioria dos países de clima tropical, onde na cultura construtiva, os materiais mais popularmente empregados não implicam nesse tipo de elementos isolantes, mais comuns em países de clima temperado.

Da mesma forma, dos 10 créditos passíveis de serem trabalhados nessa categoria, quatro também versam sobre questões referentes a ambientes climatizados, com sistemas

mecânicos de resfriamento e aquecimento, no que se refere a infiltrações de ar externo, diminuições do consumo de energia e distribuição de climatização pelos diversos espaços da edificação. No Brasil, a climatização mecânica, mesmo que de resfriamento, de edificações habitacionais não é uma prática comum, restringindo-se a residências de alto padrão, o que restringiria o cumprimento dos créditos apenas aos extratos mais abastados da sociedade.

No crédito referente ao uso e desempenho de aberturas horizontais e verticais, mais uma vez, os padrões utilizados como base para análise dos tamanhos indicados para tais aberturas, assim como os níveis ótimos de transmitância a serem escolhidos para os vidros de vedação, são baseados em normas que visam o conforto em regiões de clima temperado, mais apropriados para o contexto norte-americano, no qual se enfoca a certificação em estudo. Dessa forma, tais padrões demonstram-se muitas vezes inapropriados para aplicação em quase todas as regiões brasileiras.

Assim podemos notar que, a despeito da inaplicabilidade de uma série de itens, tais incoerências em relação à realidade brasileira podem ser sanadas por pequenas modificações principalmente nos critérios de desempenho presentes em tais créditos, de forma que seu conceito possa ser, sim, incorporado no desenvolvimento de um novo sistema de certificação.

5.5. Emissões

Todos os métodos dão importância significativa à emissão de CO₂ durante a operação do edifício (o GBC considera também o CO₂ incorporado aos materiais). Esta é claramente uma reação de países de clima frio (com demanda intensa por aquecimento) e/ou com matrizes energéticas baseadas no uso de combustíveis fósseis às metas de emissões de CO₂ estabelecidas no Protocolo de Kioto.

No caso brasileiro, o controle de CO₂ durante a operação dos edifícios não é tão válida, uma vez que a necessidade de refrigeração dos ambientes é muito mais freqüente que de aquecimento; a eletricidade utilizada é, em sua maior parte, proveniente de fontes

hidráulicas (apesar da tendência de alteração de cenário pela implementação de termoelétricas); e apenas uma parcela pequena (apesar da tendência de crescimento) do aquecimento de água provém de combustível fóssil (gás) e o uso de chuveiros elétricos ineficientes é dominante (SILVA *et al.*, 2003b).

No Brasil, a emissão de CO₂ durante a produção dos materiais de construção pode ser preponderante em muitos casos e seria provavelmente mais eficiente implementar medidas de controle durante a produção, como a certificação de materiais e processos quanto à emissão de CO₂, por exemplo (SILVA *et al.*, 2003b).

Em todos os quatro sistemas de certificação estudados há questões abordadas que consideram as emissões do edifício, principalmente de CO₂. No GBTool os quesitos relativos às emissões de um edifício estão contidos na categoria Cargas Ambientais:

- Emissões de gases de efeito estufa por materiais e operações;
- Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio;
- Emissões de gases com foto-oxidantes;
- Resíduos sólidos;
- Efluentes líquidos;
- Impactos ambientais no terreno e propriedades adjacentes.

Na certificação *Green Globes*, considerados sob a categoria Emissões, estão os seguintes itens avaliativos:

- Emissões atmosféricas;
- Destruição da camada de ozônio;
- Evitar esgoto e contaminação fluvial;
- Minimização da poluição.

O sistema de avaliação AQUA, o conjunto de créditos “*Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício*” considera não apenas os padrões de emissão constantes no edifício como também as estratégias utilizadas para tratamento e otimização da qualidade desses resíduos, como podemos notar nos itens da certificação listados abaixo:

- Otimização da valorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício;
- Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício.

No LEED *for Homes*, diferentemente das outras certificações o único item especificamente sobre resíduos trata do gerenciamento do lixo produzido no edifício, abordado no item listado:

- Gerenciamento de lixo.

Nessa certificação, o LEED for Homes, a questão das emissões vem sempre agregada às questões de uso de energia e equipamentos, e pode, portanto ser mensurada juntamente com os itens citados na categoria Consumo de Recursos, mas especificamente, os constantes no grupo de créditos Energia e Atmosfera.

Na Tabela 13, exibida a seguir, podemos ver a análise dos itens descritos por certificação, baseada nos critérios de balizamento especificados nas diretrizes metodológicas expostas no capítulo anterior.

Tabela 13: Balizamento dos itens da categoria Emissões.

Créditos da Categoria de Avaliação Emissões	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade e no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTTool				
Emissões de gases de efeito estufa por materiais e operações	SIM	SIM	SIM	SIM
Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Emissão de gases que conduzem à acidificação	SIM	SIM	SIM	SIM

Tabela 13: Balizamento dos itens da categoria Emissões (Continuação).

Créditos da Categoria de Avaliação Emissões	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Emissões de gases com foto-oxidantes	SIM	SIM	SIM	SIM
Resíduos sólidos	SIM	SIM	SIM	SIM
Efluentes líquidos	SIM	SIM	SIM	SIM
Impactos ambientais no terreno e propriedades adjacentes	SIM	SIM	SIM	SIM
Green Globes				
Emissões atmosféricas	SIM	NÃO	SIM	SIM
Destruição da camada de ozônio	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Evitar esgoto e contaminação fluvial	SIM	SIM	SIM	SIM
Minimização da poluição	SIM	NÃO	SIM	SIM
AQUA				
Otimização da valorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício	SIM	SIM	SIM	SIM
Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Gerenciamento de Lixo	SIM	SIM	SIM	SIM

No sistema de certificação *Green Globes* o item referente a “emissões atmosféricas” tem seu critério de desempenho baseado nas normas da ASME (*America Society of Mechanical Engineers*), não tendo parâmetros, portanto, aplicáveis ao contexto brasileiro.

Ainda no mesmo sistema de certificação, assim como também no sistema GBTool, o item que versa sobre a “*Destruição da Camada de Ozônio*”, ou “*Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio*”, respectivamente, abordam quase que isoladamente, questões referentes a ambientes climatizados, com sistemas mecânicos de resfriamento e aquecimento, no que se refere a infiltrações de ar externo, diminuições do consumo de energia e distribuição de climatização pelos diversos espaços da edificação. Aqui mais uma vez lembramos que, no Brasil, a climatização mecânica, mesmo que de resfriamento, de edificações habitacionais não é uma prática comum, restringindo-se a residências de alto padrão.

Finalmente no tópico relativo à minimização da poluição advinda do edifício, a despeito de vários critérios inerentes a esse item serem plenamente aplicáveis ao contexto brasileiro, alguns não se aplicam, como por exemplo, a concordância com o código americano “*Technical Guidelines for Underground Storage Tank Systems Containing Petroleum and Allied Petroleum Products and Technical Guidelines for Aboveground Storage Tank Systems Containing Petroleum*”.

5.6. Conforto e Qualidade Ambiental

A categoria *Conforto e Qualidade Ambiental* engloba todos os créditos presentes nos sistemas de certificação apresentados que abordam temas relativos a conforto térmico, acústico, lumínico, ventilação, assim como questões de salubridade no ambiente construído.

Todos os quatro sistemas de certificação de desempenho ambiental do edifício apresentam questões avaliativas relacionadas ao tema, sendo a certificação AQUA aquela que aborda o tema de forma mais abrangente e completa.

No sistema de certificação GBTool a categoria Conforto e Qualidade Ambiental encontra-se representada pelos seguintes itens avaliativos:

- Qualidade do ar e ventilação;
- Conforto Térmico;

- Iluminação natural e artificial;
- Ruídos e Acústica;
- Poluição eletromagnética.

No *Green Globes*, assim como no GBTool, as questões relativas ao conforto e qualidade do ambiente interno também se apresentam de forma resumida, divididas em 05 temas principais:

- Sistema de ventilação: consumos, as taxas de ventilação, distribuição, monitoramento de CO₂, áreas de estacionamento, facilidade de manutenção;
- Controle de poluentes internos: bolores, umidificação, torres de refrigeração / água quente, materiais de construção, exaustão local;
- Iluminação: visual, alturas e profundidades de espaços de perímetro, fator de luz natural, brilho, iluminação de trabalho, controles;
- Conforto térmico;
- Conforto acústico: zoneamento, transporte, controle de vibração, a privacidade acústica, ruído mecânico.

O sistema AQUA, como já foi mencionado acima, aborda a questão do conforto e qualidade ambiental de forma mais completa e minuciosa, disponibilizando 17 itens avaliativos versando sobre o tema:

- Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno;
- Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno;
- Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente;
- Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial;
- Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos;

- Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes;
- Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento);
- Iluminação artificial confortável;
- Garantia de uma ventilação eficaz;
- Controle das fontes de odores desagradáveis;
- Controle da exposição eletromagnética;
- Criação de condições de higiene específicas;
- Controle das fontes de poluição;
- Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas;
- Organização e proteção das redes internas;
- Controle da temperatura na rede interna;
- Controle dos tratamentos anticorrosivo e antiincrustação;

O LEED *for Homes* apresenta uma abordagem bastante específica para as questões discutidas nessa categoria, destacando, principalmente os sistemas de ventilação, refrigeração e aquecimento mecânicos, e não apresentando alternativas avaliativas para questões relacionadas à arquitetura bioclimática, ou seja, estratégias projetuais para obtenção de conforto térmico e ventilação natural, como podemos notar na listagem a seguir:

- *Energy Star* com Pacote de ar interno, a qual é uma certificação de eficiência energética a qual garante, também, a qualidade do ar no ambiente interno;
- Ventilação de combustão;
- Ventilação externa;
- Exaustão local;
- Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar;
- Filtragem do ar;
- Controle de contaminantes;
- Proteção contra Radônio;

- Proteção contra poluição da garagem.

A seguir, na Tabela 14, faremos uma análise dos itens descritos anteriormente, baseada nos critérios metodológicos de balizamento especificados no capítulo anterior.

Tabela 14: Balizamento dos itens da categoria Conforto e Qualidade Ambiental.

Créditos da Categoria de Avaliação Conforto e Qualidade Ambiental	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTTool				
Qualidade do ar e ventilação	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Conforto Térmico	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Iluminação natural e artificial	SIM	SIM	SIM	SIM
Ruídos e Acústica	SIM	SIM	SIM	SIM
Poluição eletromagnética	SIM	SIM	SIM	SIM
Green Globes				
Sistema de ventilação	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Controle de poluentes internos	SIM	SIM	SIM	SIM
Iluminação	SIM	SIM	SIM	SIM
Conforto Térmico	SIM	SIM	SIM	SIM
Conforto Acústico	SIM	SIM	SIM	SIM
AQUA				
Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno	SIM	SIM	SIM	SIM
Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno	SIM	NÃO	SIM	NÃO

Tabela 14: Balizamento dos itens da categoria Conforto e Qualidade Ambiental (Continuação).

Créditos da Categoria de Avaliação Conforto e Qualidade Ambiental	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente	SIM	SIM	SIM	SIM
Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos	SIM	SIM	SIM	SIM
Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes	SIM	SIM	SIM	SIM
Garantia de iluminação natural ótima evitando seus inconvenientes	SIM	SIM	SIM	SIM
Iluminação artificial confortável	SIM	SIM	SIM	SIM
Garantia de uma ventilação eficaz	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Controle das fontes de odores desagradáveis	SIM	SIM	SIM	SIM
Controle da exposição eletromagnética	SIM	SIM	SIM	SIM
Criação de condições de higiene específicas	SIM	SIM	SIM	SIM

Tabela 14: Balizamento dos itens da categoria Conforto e Qualidade Ambiental (Continuação).

Créditos da Categoria de Avaliação Conforto e Qualidade Ambiental	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Controle das fontes de poluição	SIM	SIM	SIM	SIM
Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas	SIM	SIM	SIM	SIM
Organização e proteção das redes internas	SIM	SIM	SIM	SIM
Controle da temperatura interna	SIM	SIM	SIM	SIM
Controle dos tratamentos anticorrosivo e antiincrustação	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
<i>Energy Star</i> com Pacote de ar interno	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Ventilação de combustão	SIM	SIM	SIM	SIM
Ventilação externa	SIM	SIM	SIM	SIM
Exaustão local	SIM	SIM	SIM	SIM
Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Filtragem do ar	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Controle de contaminantes	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Proteção contra Radônio	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Proteção contra poluição da garagem	SIM	SIM	SIM	SIM

Dentro dos critérios de avaliação do grupo *Qualidade Ambiental Interna*, do GBTool, os itens “*Qualidade do ar e ventilação*” e “*Conforto térmico*” assumem como pressuposto que os ambientes possuem equipamentos de climatização mecânica, que, como esclarecemos anteriormente não são comumente utilizados em edificações residenciais unifamiliares no contexto brasileiro. Entretanto, dentro desses créditos há também questões que podem ser abordadas, porém sob outros parâmetros de desempenho, no desenvolvimento de uma certificação para edificações habitacionais brasileiras.

Da mesma forma que o descrito no parágrafo acima, a certificação *Green Globes* também pressupõe ventilação mecânica em seus créditos referentes ao “*Sistema de Ventilação*”.

No sistema AQUA, os créditos “*Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno*”, “*Criação de condições de conforto higrotérmico de verão com resfriamento artificial*” e “*Garantia de uma ventilação eficaz*” ficaram apontados como não-aplicáveis em nossos critérios de balizamento referentes a sua aplicabilidade ao contexto brasileiro e flexibilidade regional, por se tratarem de itens avaliativos referentes à climatização mecânica de ambientes, a qual não estamos considerando aplicável à realidade brasileira nesse trabalho.

Sabemos que em algumas regiões bioclimáticas brasileiras a utilização de sistemas de climatização mecânica se faz necessária, entretanto, essa não é uma prática generalizada para edificações habitacionais unifamiliares da maioria das regiões do país, portanto, pretendemos tratá-la como exceção para efeitos avaliativos.

Finalmente, na categoria *Qualidade do Ambiente Interno*, mais uma vez, a utilização da certificação *Energy Star* para residências, como um caminho para cumprimento dos créditos, demonstra-se inadequada. Assim como, mais uma vez vemos créditos referentes a “*Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar*” e seus sistemas de filtragem sendo priorizados. Como já analisamos na categoria *Energia e Atmosfera* tais sistemas não são largamente utilizados em edificações residenciais no Brasil, com exceção de uma pequena parcela da população detentora de alto poder aquisitivo. Portanto, aqui a

análise de técnicas de utilização de ventilação natural, pouco enfocada nesta certificação, certamente seria mais apropriada para a certificação da qualidade do ar interno das edificações em estudo.

5.7. Serviços

As abordagens referentes à qualidade dos serviços em um edifício raramente são abordadas dentro de um sistema de certificação ambiental. Isso porque, frequentemente, essas questões não são diretamente associadas ao desempenho ambiental do edifício.

No entanto, é importante notar que algumas atividades relacionadas ao serviços, como a controlabilidade dos sistemas de ventilação e climatização, ou a manutenção de desempenho de tais sistemas, estão relacionadas ao desempenho ambiental do edifício uma vez que podem significar uma maior capacidade de controle sobre o conforto ambiental, consumo energético e conseqüentes emissões de CO₂ do edifício.

Das certificações estudadas neste trabalho, a maioria aborda essas questões de forma subjetiva, estando intrínseca a outras categorias avaliativas. O único sistema que apresenta uma categoria totalmente dedicada à qualidade dos serviços do edifício é o GBTool, conforme lista abaixo:

- Flexibilidade e adaptabilidade;
- Controlabilidade dos sistemas;
- Manutenção de desempenho;
- Privacidade e acesso à luz solar e vistas;
- Qualidade de serviços e desenvolvimento local;
- Impacto sobre qualidade de serviço do local e adjacente.

Os parâmetros avaliativos acima citados passaram também pelo processo de análise e balisamento, para estudo de suas possíveis potencialidades para aplicação num sistema de certificação ambiental de certificações habitacionais brasileiras, como podemos ver na Tabela 15.

Tabela 15: Balizamento dos itens da categoria Serviços.

Créditos da Categoria de Avaliação Serviços	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTTool				
Flexibilidade e adaptabilidade	SIM	SIM	NÃO	SIM
Controlabilidade dos sistemas	SIM	SIM	SIM	SIM
Manutenção de desempenho	SIM	SIM	SIM	SIM
Privacidade e acesso à luz solar e vistas	SIM	SIM	NÃO	SIM
Qualidade de serviços e desenvolvimento local	SIM	SIM	NÃO	SIM
Impacto sobre qualidade de serviço do local e adjacente	SIM	SIM	SIM	SIM

Como podemos notar, dos seis créditos apresentados, três não apresentam pertinência significativa para a determinação de desempenho ambiental de um edifício, sendo eles “*Flexibilidade e adaptabilidade*”, “*Privacidade e acesso à luz solar e vistas*” e “*Qualidade de serviços e desenvolvimento local*”.

Os parâmetros avaliativos presentes nesses três itens não apresentam qualquer relação com o consumo energético o conforto ambiental do usuário, sendo a única exceção a questão do direcionamento das aberturas abordado no item “*Privacidade e acesso à luz solar e vistas*”, que, no entanto, é apenas uma nuance do crédito, não sendo seu foco avaliativo principal, que está mais relacionado à privacidade dos moradores.

Quando tratamos do estudo de sustentabilidade do edifício, todas as questões de serviços, que seguem o viés social de definição desse conceito, são também imprescindíveis, entretanto, nesse trabalho, nos limitaremos ao estudo da avaliação de

desempenho ambiental da edificação habitacional, não incluindo, portanto, abordagens sociais ou mesmo econômicas, como veremos também na próxima categoria de estudo.

5.8. Aspectos Econômicos

Essa categoria, dedicada aos aspectos econômicos do edifício nas fases de construção, operação e manutenção, ou seja, ao longo de todo o seu ciclo de vida, da mesma forma que a categoria estudada no item anterior, seria mais pertinente à avaliação de sustentabilidade de um edifício do que do desempenho ambiental propriamente dito.

E, mais uma vez, da mesma forma que na categoria anterior, o único sistema avaliativo que aborda a categoria Aspectos Econômicos é o GBTool, exatamente por se tratar de um sistema de certificação que busca a avaliação dos aspectos de sustentabilidade do edifício como um todo, e não apenas no setor ambiental.

No GBTool, os parâmetros de avaliação de aspectos econômicos do edifício dividem-se nos seguintes itens, que ser:

- Custos ao longo do ciclo de vida;
- Custos de construção;
- Custos de operação e manutenção.

Conforme analisado na Tabela 16, nessa categoria, da mesma forma que na categoria estudada no item anterior, relacionada à qualidade dos serviços do edifício, as não-aplicabilidades da certificação concentram-se unicamente na falta de pertinência dos critérios estudados para a determinação do desempenho ambiental de um edifício habitacional. Sob a ótica dos demais aspectos balizadores, tais critérios avaliativos não demonstram nenhuma outra fragilidade de aplicação no contexto regional ou normativo brasileiro.

Tabela 16: Balizamento dos itens da categoria Aspectos Econômicos.

Créditos da Categoria de Avaliação Aspectos Econômicos	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTool				
Custos ao longo do ciclo de vida	SIM	SIM	NÃO	SIM
Custos de construção	SIM	SIM	NÃO	SIM
Custos de operação e manutenção	SIM	SIM	NÃO	SIM

5.9. Planejamento de operação

Quando se fala em Planejamento de operação fica sempre subentendida a participação direta dos operadores do edifício, seus usuários e administradores. Ainda que sejam tratados sistemas substancialmente mecanizados e automatizados, a interferência do usuário está sempre presente e, por isso, deve também ser planejada e controlada dentro das possibilidades existentes.

Os sistemas de certificação aqui estudados tratam, nessa categoria, de estágios diferentes do ciclo de vida do edifício podendo ser, futuramente, reagrupados para que possam trabalhar em conjunto. O único estágio da vida do edifício que não está tratado em nenhuma dessas certificações é a demolição, para a qual, deveria sim, ser prevista uma metodologia de ação.

O GBTool trata, de forma resumida, de quase todos os estágios da vida do edifício, tendo itens avaliativos para a etapa de construção e operação do edifício, como podemos notar nos itens abaixo:

- Planejamento do processo de construção;
- Planejamento de operações do edifício;
- Ajuste de desempenho.

Na certificação AQUA, da mesma forma que no GBTool, também estão tratadas as etapas de construção e operação do edifício, entretanto aqui de forma mais subdividida e específica, dando a cada sistema em operação no edifício um crédito de avaliação:

- Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras;
- Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras;
- Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento;
- Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação;
- Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação;
- Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água.

O sistema de certificação ambiental LEED *for Homes* trata, nessa categoria, exclusivamente da operação do edifício. Entretanto, dos sistemas estudados, esse é o que dá maior ênfase à participação do usuário e à necessidade de programas de treinamento para a correta operação do edifício. Veja na listagem a seguir os créditos avaliativos constantes nesse sistema de certificação:

- Educação do proprietário ou morador: treinamento para operações básicas, treinamento avançado e conhecimento público;
- Educação do administrador do edifício.

A Tabela 17 apresenta o balizamento dos itens avaliativos da categoria referente ao planejamento de operação do edifício.

Mais uma vez, da mesma forma que na primeira categoria estudada neste capítulo, referente ao processo de projeto, os itens avaliativos demonstram-se bastante flexíveis, e portanto, facilmente aplicáveis em diferentes realidades regionais.

Dentre todos os sistemas de certificação estudados os únicos que apresentaram inaplicabilidade de itens avaliativos para essa categoria foram GBTool e AQUA.

Tabela 17: Balizamento dos itens da categoria Planejamento de Operação.

Créditos da Categoria de Avaliação Planejamento de operação	Critérios para balizamento das Categorias dos Sistemas de Certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
GBTTool				
Planejamento do processo de construção	SIM	SIM	SIM	SIM
Planejamento de operações do edifício	SIM	SIM	SIM	SIM
Ajuste de desempenho	SIM	NÃO	SIM	NÃO
AQUA				
Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	SIM	SIM	SIM	SIM
Redução dos incômodos e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras	SIM	SIM	SIM	SIM
Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação	SIM	SIM	SIM	SIM
Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação	SIM	SIM	SIM	SIM
Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água	SIM	SIM	SIM	SIM
LEED for Homes				
Educação do proprietário / morador	SIM	SIM	SIM	SIM
Educação do administrador	SIM	SIM	SIM	SIM

Nos itens relativo ao “*Ajuste de Desempenho*”, e “*Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento*”, respectivamente, todos os critérios avaliativos estão diretamente relacionados a sistemas de refrigeração e aquecimento automatizados, os quais estamos considerando inadequados para avaliação neste trabalho, uma vez que sua aplicação em unidades habitacionais unifamiliares no Brasil não é uma prática corrente.

Finalmente, depois de analisada a aplicabilidade individual dos itens avaliativos, para cada sistema de certificação de desempenho ambiental estudado nesse trabalho, passaremos, no próximo capítulo, a um processo de reagrupamento e reconsideração de cada um desses itens, a fim de possibilitar a estruturação de um sistema de certificação ambiental para edificações habitacionais brasileiras.

CAPÍTULO 6. DISCUSSÃO DAS INADEQUAÇÕES E PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE ADAPTAÇÃO

Este capítulo será iniciado com a apresentação de todas as inadequações dos sistemas de certificação estudados, em relação ao contexto brasileiro, encontradas no capítulo anterior, as quais estão ordenadas por categoria de avaliação na Tabela 18.

Tabela 18: Inadequações dos sistemas de certificação estudados ao contexto brasileiro.

Créditos Avaliativos por Categorias	Critérios de inaplicabilidade dos créditos por certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Categoria Conexões				
Certificação LEED para o desenvolvimento de Bairros		LEED for Homes		LEED for Homes
Categoria Implantação				
Efeito local de ilha de calor		LEED for Homes		LEED for Homes
Controle não tóxico de pestes		LEED for Homes	LEED for Homes	LEED for Homes
Desenvolvimento compacto	LEED for Homes		LEED for Homes	LEED for Homes
Categoria Consumo de Recursos				
Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados		GBTool		GBTool
Transporte eficiente energeticamente				Green Globes
Conservação da água				Green Globes
Tratamento local da água	Green Globes	Green Globes		
Materiais de baixo impacto		Green Globes		
Uso interno de água		LEED for Homes		LEED for Homes
Produtos ambientalmente preferíveis		LEED for Homes		LEED for Homes
Otimização de consumo energético		LEED for Homes		LEED for Homes
Refrigeração residencial		LEED for Homes		LEED for Homes

Tabela 18: Inadequações dos sistemas de certificação estudados ao contexto brasileiro

(Continuação).

Créditos Avaliativos por Categorias	Critérios de inaplicabilidade dos créditos por certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Categoria Emissões				
Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio		GBTool		GBTool
Emissões atmosféricas		<i>Green Globes</i>		
Destruição da camada de ozônio		<i>Green Globes</i>		<i>Green Globes</i>
Minimização da poluição		<i>Green Globes</i>		
Categoria Conforto e Qualidade Ambiental				
Qualidade do ar e ventilação		GBTool		GBTool
Conforto Térmico		GBTool		GBTool
Sistema de ventilação		<i>Green Globes</i>		<i>Green Globes</i>
Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno		AQUA		AQUA
Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial		AQUA		AQUA
Garantia de uma ventilação eficaz		AQUA		AQUA
<i>Energy Star</i> com Pacote de ar interno		<i>LEED for Homes</i>		<i>LEED for Homes</i>
Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar		<i>LEED for Homes</i>		<i>LEED for Homes</i>
Filtragem do ar		<i>LEED for Homes</i>		<i>LEED for Homes</i>
Controle de contaminantes		<i>LEED for Homes</i>		<i>LEED for Homes</i>
Proteção contra Radônio		<i>LEED for Homes</i>		<i>LEED for Homes</i>

Tabela 18: Inadequações dos sistemas de certificação estudados ao contexto brasileiro

(Continuação).

Créditos Avaliativos por Categorias	Critérios de inaplicabilidade dos créditos por certificação			
	Adequação à normatização estudada	Aplicabilidade no contexto brasileiro	Pertinência para a determinação de desempenho ambiental	Flexibilidade regional
Categoria Serviços				
Flexibilidade e adaptabilidade			GBTTool	
Privacidade e acesso à luz solar e vistas			GBTTool	
Qualidade de serviços e desenvolvimento local			GBTTool	
Categoria Aspectos Econômicos				
Custos ao longo do ciclo de vida			GBTTool	
Custos de construção			GBTTool	
Custos de operação e manutenção			GBTTool	
Categoria Planejamento de Operação				
Ajuste de desempenho		GBTTool		GBTTool
Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento		AQUA		AQUA

Dos créditos avaliativos considerados inadequados para aplicação em edificações habitacionais no contexto brasileiro, são poucas as situações onde esses demonstram total inaplicabilidade. Na maioria dos casos, tais créditos necessitam apenas de algum tipo de adequação em seus critérios avaliativos, de forma a serem adaptados ao contexto de aplicação desejado.

Na primeira categoria estudada neste trabalho, **Conexões**, foi encontrado apenas um único crédito avaliativo o qual demonstrou alguma inadequação ao contexto brasileiro: “*Certificação LEED para o desenvolvimento de Bairros*”. Tal crédito apresentou inadequações aos critérios de balizamento “aplicabilidade ao contexto brasileiro” e “flexibilidade regional”, os quais estão intimamente ligados em seus conceitos, devido ao

fato de que o *LEED para o Desenvolvimento de Bairros* não se verifica amplamente difundido no país. No entanto, a certificação *LEED for Homes*, a qual apresenta tal crédito avaliativo, oferece também outras possibilidade de cumprimento de créditos sem o uso de tal certificação, o que minimiza a problemática da inadequação de tal crédito, o qual pode ser simplesmente excluído, sem grandes danos ao conceito avaliativo do sistema.

Na categoria seguinte, **Implantação**, são três os créditos avaliativos os quais apresentam inadequações de aplicação, sendo estes: “*Efeito local de ilha de calor*”, “*Controle não-tóxico de pestes*” e “*Desenvolvimento compacto*”, todos os três, mais uma vez, pertencentes ao sistema de certificação *LEED for Homes*.

O crédito “*Efeito Local de Ilha de Calor*”, que demonstra restrição regional de aplicação, demonstrando-se claramente direcionado a habitações localizadas no hemisfério norte quando considera o solstício de verão em 21 de junho, poderia muito facilmente se tornar aplicável ao contexto brasileiro apenas se alterando tal diretriz de avaliação e considerando-se a data para análise de tal crédito, aquela em que o dia está mais “a pino” no decorrer do ano, data esta que é variável de acordo com a latitude em que o edifício está localizado.

Dentro da mesma categoria, o crédito referente ao “*Controle não-tóxico de pestes*”, traz uma série de recomendações quanto a construções em madeira, as quais não são largamente comuns no contexto geral brasileiro, a não ser por algumas exceções regionais, principalmente na região sul do país. A aplicação de tal crédito poderia ser considerada com pontuação ponderável a diferentes edificações, de acordo com sua tipologia e localização, sendo incorporadas, por exemplo, pontuações extras e específicas referentes às características regionais do projeto. No entanto, tal questão também não se demonstra de grande pertinência para determinação de desempenho ambiental da edificação, o que atribui ao crédito um caráter complementar, e não indispensável.

Quanto à não adequação à legislação vigente do item referente ao “*Desenvolvimento Compacto*”, é importante esclarecer que não se trata de uma

incompatibilidade rígida, ou seja, a adequação fica dependente dos zoneamentos urbanos locais, e sua densidade construtiva máxima permitida, como salientado no capítulo anterior.

Dos créditos apresentados como inadequados à aplicação no contexto brasileiro da categoria **Consumo de Recursos**, aqueles referentes ao uso materiais certificados, como “*Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados*”, da certificação GBTool, “*Materiais de baixo impacto*”, da certificação *Green Globes*, e “*Produtos Ambientalmente Preferíveis*”, do LEED *for Homes*, foram assim considerados devido à sua inadequação aos critérios de balisamento referentes à aplicabilidade ao contexto brasileiro e flexibilidade regional, uma vez que a certificação ambiental de componentes construtivos ainda não é prática corrente no país, exceto pela certificação de alguns tipos de madeiras.

A classificação e certificação de materiais e componentes construtivos ainda demonstra-se como uma prática utópica e pouco factível, devido à escassez de dados sobre a origem de matérias-primas, processos e recursos empregados para a produção de tais componentes. Diante das pesquisas sobre o estado da arte deste tema, realizadas neste trabalho, conclui-se que a solução para tal problema estaria no desenvolvimento de uma metodologia específica de avaliação de ciclo de vida de componentes construtivos, a qual, com a difusão de sua aplicação, possibilitaria a criação de um banco de dados de inventários de ciclo de vida de tais produtos, de modo que estes poderiam ser comparados de forma a levar à escolha do produto mais adequado às necessidades construtivas e às prerrogativas ambientais do edifício avaliado.

O item “*Transporte eficiente energeticamente*”, da certificação *Green Globes*, apresenta dificuldade de aplicação do ponto de vista da flexibilidade regional, uma vez que pontua estratégias que incentivam o uso de transporte público ou cicloviário, podendo demonstrar inaplicabilidade para pequenas cidades ou realidades geográficas acidentadas, respectivamente, conforme observado no capítulo anterior. Segundo os estudos realizados neste trabalho, a melhor alternativa para aplicação de um crédito a partir do conceito de transporte eficiente, seria a flexibilização dos critérios avaliativos, de forma que sejam inicialmente estudadas as alternativas viáveis de utilização de meios de transporte

eficientes energeticamente na região onde o edifício será implantado, para então avaliar a boa utilização de tais alternativas por este.

Nas questões relativas ao consumo de água, também podemos encontrar dificuldades de aplicação no contexto brasileiro dos itens presentes nos sistemas de certificação, como no sistema *Green Globes*, nos itens referentes a “*Conservação da água*” e “*Tratamento local de água*”, podemos notar divergências com a legislação brasileira, assim como inadequações de aplicabilidade ao contexto brasileiro, da mesma forma que na certificação *LEED for Homes*, o item referente ao “*Uso Interno de Água*”, o qual baseia seus padrões de consumo na norma americana ASME A112.19.14 (2006), e recomenda o uso de equipamentos sanitários com selo de desempenho do *U.S. EPA WaterSense*. O que podemos notar nesses itens avaliativos não é uma inadequação conceitual, e sim de parâmetros. Portanto, para legitimar a aplicabilidade de tais créditos é necessário tão somente que seus parâmetros avaliativos sejam alterados e baseados na legislação brasileira, o que tornaria todos os três itens citados acima perfeitamente aplicáveis.

O crédito relativo à “*Otimização de Consumo Energético*”, apresentado pela certificação *LEED for Homes*, é o que apresenta maior número de inconsistências de aplicabilidade, de conceitos e padrões, em relação à realidade brasileira. Quando se trata do consumo de recursos energéticos e, desta forma, já se fazendo menção a algumas questões de qualidade do ambiente interno, a principal causa da inaplicabilidade dos créditos refere-se à utilização de climatização mecânica de ambientes, a qual não demonstra-se largamente utilizada em unidades habitacionais brasileiras, principalmente aquelas de baixo custo, ou localizadas em regiões menos quentes do país.

Dentro dos critérios de avaliação do grupo **Conforto e Qualidade Ambiental**, os itens “*Qualidade do ar e ventilação*” e “*Conforto térmico*” da certificação *GBTool*, assumem como pressuposto que os ambientes possuem equipamentos de climatização mecânica, da mesma forma que a certificação *Green Globes* também pressupõe ventilação mecânica em seus créditos referentes ao “*Sistema de Ventilação*”, assim como os créditos “*Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno*”, “*Criação de condições de conforto*

higrotérmico de verão com resfriamento artificial” e “*Garantia de uma ventilação eficaz*”, no sistema AQUA. A mesma situação de priorização da avaliação de sistemas mecânicos de condicionamento acontece nos itens “*Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar*” e seus sistemas de filtragem, da certificação LEED for Homes.

Sabemos que em algumas regiões bioclimáticas brasileiras a utilização de sistemas de climatização mecânica se faz necessária, entretanto, essa não é uma prática generalizada para edificações habitacionais unifamiliares na maioria das regiões do país, portanto, pretendemos tratá-la como exceção para efeitos avaliativos. A aplicação de tais créditos poderia ser considerada com pontuação ponderável a diferentes tipos de edificação e localização, sendo incorporados, por exemplo, como pontuações extras e específicas referentes às características regionais do projeto, como sugerido para o item relativo ao “*Controle não-tóxico de pestes*”.

Além disso, no contexto brasileiro, a análise de técnicas de utilização de ventilação natural, pouco enfocada nas certificações estudadas, certamente seria mais apropriada para a avaliação da qualidade do ar interno das edificações em estudo.

Finalmente, na categoria **Conforto e Qualidade Ambiental**, a utilização da certificação *Energy Star* para residências, como um caminho alternativo para cumprimento dos créditos, demonstra-se inadequada, pela dificuldade de aplicação no contexto brasileiro, o que deve resultar em sua exclusão do processo avaliativo, e substituição pelos créditos sugeridos pelo próprio sistema de certificação em questão.

Quanto à questão das **Emissões**, tratada em categoria própria, como já discutido anteriormente neste trabalho, todos os métodos dão importância significativa à emissão de CO₂ durante a operação do edifício, demonstrando incoerência com o cenário brasileiro, onde o controle de CO₂ durante a operação dos edifícios não é prioritária, uma vez que a necessidade de refrigeração dos ambientes é muito mais freqüente que de aquecimento e a eletricidade utilizada é, em sua maior parte, proveniente de fontes hidráulicas.

No sistema de certificação *Green Globes* o item referente a “*Emissões atmosféricas*” tem seu critério de desempenho baseado na norma ASME A112.19.14 (2006), o qual, para

aplicação no contexto brasileiro, deve sofrer alteração em seus parâmetros avaliativos, que devem ser baseados na legislação brasileira vigente.

Ainda no sistema avaliativo *Green Globes*, assim como no GBTool, os itens que versam sobre a “*Destruição da Camada de Ozônio*”, e “*Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio*”, respectivamente, abordam, mais uma vez, questões referentes a ambientes climatizados, podendo ser aplicada, para esses créditos, a mesma alternativa proposta para casos semelhantes analisados nas categorias anteriores. O tópico relativo à “*Minimização da poluição*” advinda do edifício, apresenta algumas inadequações relativas à normatização em que o crédito se baseia, mostrando-se necessária a substituição desta pela normatização brasileira equivalente.

Na categoria **Serviços**, os créditos “*Flexibilidade e adaptabilidade*”, “*Privacidade e acesso à luz solar e vistas*” e “*Qualidade de serviços e desenvolvimento local*”, não apresentam pertinência significativa para a determinação de desempenho ambiental de um edifício, uma vez que os parâmetros avaliativos presentes nesses três itens não apresentam relação com o consumo energético ou o conforto ambiental do usuário, portanto, a sua exclusão não implicará em nenhuma forma no comprometimento da estrutura avaliativa. O mesmo dá-se com os créditos da categoria **Aspectos Econômicos**, visto que, neste trabalho, nos limitamos ao estudo da avaliação de desempenho ambiental da edificação habitacional, não incluindo abordagens sociais ou econômicas.

Dentre todos os sistemas de certificação estudados, apresentaram inadequação à categoria **Planejamento de Operação** a certificação GBTool, no item relativo ao “*Ajuste de Desempenho*” e a certificação AQUA, no item “*Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento*”, ambos baseados em critérios avaliativos diretamente relacionados a sistemas de refrigeração e aquecimento automatizados. Mais uma vez, a proposta aqui é a avaliação do planejamento de operação de tais equipamentos de forma complementar, uma vez seja constatada a sua existência no edifício a ser avaliado.

Os sistemas de certificação estudados neste trabalho tratam, nessa última categoria, de estágios diferentes do ciclo de vida do edifício, podendo ser, futuramente, reagrupados

para que possam trabalhar em conjunto. O único estágio da vida do edifício que não é abordado em nenhuma dessas certificações é a demolição, ou desmonte, para a qual, deveria sim, ser prevista uma metodologia de operação.

A Tabela 19 apresenta um quadro sinóptico das possibilidades de adaptação dos créditos considerados inadequados pela análise comparativa, de forma a sintetizar a discussão de aplicabilidades realizada no presente capítulo.

Os créditos apresentados na Tabela 19 como **Alternativos**, são aqueles que já possuem cumprimento opcional em seus sistemas de certificação de origem, e poderiam ser simplesmente excluídos de um sistema adaptado ao contexto brasileiro, sem acarretar prejuízos para a estrutura avaliativa. Os créditos apresentados como **Opcionais** são aqueles que poderiam tornar-se de cumprimento opcional num sistema de certificação adaptado para aplicação no contexto brasileiro, devido ao seu caráter regional, específico ou complementar, funcionando como pontuação extra, relativa a características regionais do projeto, ou com ponderação do seu valor final na avaliação e classificação do edifício.

Tabela 19: Possibilidade de adaptação dos créditos considerados inadequados

Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Tipo de inadequação	Possibilidade de Adaptação
Categoria Conexões			
Certificação LEED para o desenvolvimento de Bairros	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	NÃO (Alternativo)
Categoria Implantação			
Efeito local de ilha de calor	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM
Controle não tóxico de pestes	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Desenvolvimento compacto	LEED <i>for Homes</i>	Adequação à normatização estudada	SIM

Tabela 19: Possibilidade de adaptação dos créditos considerados inadequados
(continuação)

Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Tipo de inadequação	Possibilidade de Adaptação
Categoria Emissões			
Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio	GBTool	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Emissões atmosféricas	<i>Green Globes</i>	Aplicabilidade ao contexto brasileiro	SIM
Destruição da camada de ozônio	<i>Green Globes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Minimização da poluição	<i>Green Globes</i>	Aplicabilidade ao contexto brasileiro	SIM
Categoria Consumo de Recursos			
Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados	GBTool	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM
Transporte eficiente energeticamente	<i>Green Globes</i>	Flexibilidade regional	SIM
Conservação da água	<i>Green Globes</i>	Flexibilidade regional	SIM
Tratamento local da água	<i>Green Globes</i>	Adequação à normatização estudada	SIM
Materiais de baixo impacto	<i>Green Globes</i>	Aplicabilidade ao contexto brasileiro	SIM
Uso interno de água	LEED for Homes	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM
Produtos ambientalmente preferíveis	LEED for Homes	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM
Otimização de consumo energético	LEED for Homes	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Refrigeração residencial	LEED for Homes	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Categoria Conforto e Qualidade Ambiental			
Qualidade do ar e ventilação	GBTool	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Conforto Térmico	GBTool	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Sistema de ventilação	<i>Green Globes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno	AQUA	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Criação de condições de conforto higrotérmico de verão com resfriamento artificial	AQUA	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Garantia de ventilação eficaz	AQUA	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)

Tabela 19: Possibilidade de adaptação dos créditos considerados inadequados
(continuação)

Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Tipo de inadequação	Possibilidade de Adaptação
Categoria Conforto e Qualidade Ambiental (continuação)			
Energy Star com Pacote de ar interno	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	NÃO (Alternativo)
Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Filtragem do ar	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Controle de contaminantes	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM
Proteção contra Radônio	LEED <i>for Homes</i>	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	NÃO
Categoria Serviços			
Flexibilidade e adaptabilidade	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Privacidade e acesso à luz solar e vistas	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Qualidade de serviços e desenvolvimento local	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Categoria Aspectos Econômicos			
Custos ao longo do ciclo de vida	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Custos de construção	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Custos de operação e manutenção	GBTTool	Pertinência para determinação de desempenho ambiental	NÃO
Categoria Planejamento de Operação			
Ajuste de desempenho	GBTTool	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)
Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento	AQUA	Aplicabilidade / Flexibilidade regional	SIM (Opcional)

Finalmente a Tabela 20 apresenta um quadro sinóptico das estratégias utilizadas para a adaptação dos créditos considerados inadequados, de forma a promover uma visão geral das modificações propostas para cada item dos sistemas de certificação estudados.

Tabela 20: Estratégias de adequação dos créditos

Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Estratégia de Adaptação
Categoria Implantação		
Efeito local de ilha de calor	LEED <i>for Homes</i>	Utilização do solstício de verão variável de acordo com a latitude do edifício.
Controle não tóxico de pestes	LEED <i>for Homes</i>	Considerar crédito de pontuação extra para características de caráter regional
Desenvolvimento compacto	LEED <i>for Homes</i>	Flexibilidade em relação ao zoneamento local do edifício
Categoria Emissões		
Emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio	GBTool	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Emissões atmosféricas	<i>Green Globes</i>	Parametrização do crédito pela legislação brasileira em vigor
Destrução da camada de ozônio	<i>Green Globes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Minimização da poluição	<i>Green Globes</i>	Parametrização do crédito pela legislação brasileira em vigor
Categoria Planejamento de Operação		
Ajuste de desempenho	GBTool	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento	AQUA	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Categoria Consumo de Recursos		
Quantidade e qualidade dos materiais externos utilizados	GBTool	Avaliação através de inventários de ciclo de vida
Transporte eficiente energeticamente	<i>Green Globes</i>	Considerar crédito de pontuação extra para características de caráter regional
Conservação da água	<i>Green Globes</i>	Parametrização do crédito pela legislação brasileira em vigor
Tratamento local da água	<i>Green Globes</i>	Parametrização do crédito pela legislação brasileira em vigor
Materiais de baixo impacto	<i>Green Globes</i>	Avaliação através de inventários de ciclo de vida
Uso interno de água	LEED <i>for Homes</i>	Parametrização do crédito pela legislação brasileira em vigor

Tabela 20: Estratégias de adequação dos créditos (continuação)

Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Estratégia de Adaptação
Produtos ambientalmente preferíveis	LEED <i>for Homes</i>	Avaliação através de inventários de ciclo de vida
Otimização de consumo energético	LEED <i>for Homes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Refrigeração residencial	LEED <i>for Homes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Créditos Avaliativos Inadequados ao contexto brasileiro (por Categorias)	Sistema de Certificação	Possibilidade de Adaptação
Categoria Conforto e Qualidade Ambiental		
Qualidade do ar e ventilação	GBTool	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Conforto Térmico	GBTool	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Sistema de ventilação	<i>Green Globes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno	AQUA	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial	AQUA	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Garantia de uma ventilação eficaz	AQUA	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Distribuição de Sistemas de Aquecimento e Condicionamento do Ar	LEED <i>for Homes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Filtragem do ar	LEED <i>for Homes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional
Controle de contaminantes	LEED <i>for Homes</i>	Considerar créditos sobre ambientes climatizados de pontuação extra para características de caráter regional

CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise comparativa e balizamento de itens avaliativos das certificações estudadas pelos critérios preestabelecidos neste trabalho, assim como pela discussão da aplicabilidade de tais critérios no contexto brasileiro, é possível afirmar que as ferramentas estudadas demonstram uma série de itens avaliativos plenamente aplicáveis a edifícios residenciais situados no cenário brasileiro e outros que ainda necessitam de adaptações.

O sistema de certificação que apresentou o maior número de inadequações foi o LEED *for Homes*, no entanto, de seus 13 créditos inadequados, apenas um demonstrou-se completamente inaplicável, ao passo que o sistema de certificação GBTool, a despeito de ter apresentado um número menor de inadequações (dez), possui um maior número de inaplicabilidades, somando, ao todo, seis créditos inaplicáveis.

O sistema de certificação AQUA foi o que demonstrou menor número de inadequações para aplicação no contexto brasileiro (apenas quatro), sendo que todas elas apresentam-se em créditos que poderiam ter cumprimento opcional, dependentemente da região brasileira de aplicação da certificação (como demonstrado na Tabela 19, do capítulo anterior).

A discussão de aplicabilidade, neste trabalho, também demonstrou estar fortemente associada às questões de complexidade das ferramentas, assim como à sua flexibilidade regional, ou seja, uma ferramenta pode ser amplamente aplicada por sua flexibilidade de critérios, mas ainda assim, se sua metodologia for muito complexa, a sua aplicabilidade fica comprometida. Este é o caso do GBTool, por exemplo. Essa metodologia foi desenvolvida para ter critérios e ponderação flexíveis, entretanto, a sua complexidade acaba por restringir sua aplicação no processo projetual, limitando o seu uso à pesquisa científica.

Por outro lado, sistemas avaliativos de aplicação simplificada na forma de *checklist* ou questionário, como LEED *for Homes* e *Green Globes*, respectivamente, apesar do atrativo da simplicidade de utilização, são desenvolvidos para os contextos nacionais específicos dos Estados Unidos e Canadá, o que limita a sua aplicação em localidades

diferentes, como o Brasil, por exemplo, por não apresentarem flexibilidade de adaptação a diferentes contextos locais.

O caso do AQUA, do ponto de vista da metodologia de aplicação, apresenta nuances bastante específicas, uma vez que sua estruturação em questionário aplicado por terceiros e sua adaptação ao contexto brasileiro deveriam tornar este o método mais fortemente aplicado no panorama atual. Entretanto, a falta de divulgação em torno dessa certificação, combinada com os altos custos do processo tem, até o presente momento, restringido o número de aplicações desta ferramenta. Entretanto, de todas, é a que apresenta o maior nível de aplicabilidade no contexto brasileiro, uma vez que já foi preliminarmente adaptada para tal.

As limitações regionais de aplicação estudadas neste trabalho remetem, em sua maioria, à ineficiência da aplicação de certificações internacionais fora do contexto em que tiveram baseado sua criação e desenvolvimento. No entanto a adaptação dos critérios e parâmetros avaliativos utilizados pelas certificações estudadas demonstrou-se possível através do estudo de adaptação das inaplicabilidades apresentado, o qual buscou a proposição de alternativas de adaptação de questões geográficas, climáticas, culturais e normativas.

7.1. Sugestão para continuidade da pesquisa

A análise realizada nesta pesquisa deverá servir como embasamento para um trabalho futuro de criação de diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de certificação ambiental de edificações habitacionais brasileiras.

O desenvolvimento de um sistema de certificação nacional poderia ser realizado a partir do presente trabalho, através da combinação dos sistemas estudados, de forma a proceder com a exclusão dos itens que se apresentarem de forma repetida e da aplicação das estratégias de adaptação propostas no capítulo anterior.

Feito isso, um próximo passo deveria ser a verificação dos temas que ainda encontram-se abordados de forma insatisfatória, e a possível proposição de novos itens avaliativos, de forma a obter-se um sistema de certificação o mais completo possível.

Dentro dos temas considerados com abordagem insatisfatória por este trabalho, a avaliação de impactos ambientais decorrentes da escolha e uso de materiais e componentes construtivos apresenta-se de forma preponderante. Nas certificações estudadas, os critérios para escolha de materiais baseiam-se apenas no reconhecimento de *atributos* de produtos (custo, durabilidade, renovabilidade, teor reciclado), e esta abordagem trata os atributos isoladamente e perde-se a noção global do impacto, quando, na verdade, esses estão freqüentemente em conflito e interferem (negativamente) um no outro. Portanto, faz-se necessária uma metodologia de análise quantitativa para a avaliação de impactos ambientais decorrentes da produção e utilização materiais e componentes construtivos, baseada na avaliação de ciclo de vida desses elementos.

Além disso, como a complexidade de aplicação das ferramentas demonstrou, neste trabalho, ser preponderante em sua aplicabilidade, o desenvolvimento de uma nova certificação deve considerar profundamente sua metodologia de aplicação, de forma que a flexibilidade regional defendida neste trabalho não venha tornar o sistema complexo demais para utilização pelos profissionais da área.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING, AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ASHRAE 55** - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, 2004.
- AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). **A112.19.14** - *Six-Liter Water Closets Equipped with a Dual Flushing Device*, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575** – Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.
- _____. **NBR 15220** - Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.
- _____. **NBR ISO 14031** - Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental - Diretrizes. Rio de Janeiro, 2004a.
- _____. **NBR ISO 14040** - Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2001. 10 p.
- _____. **NBR ISO 14041** - Avaliação do Ciclo de Vida: Definição de objetivo e escopo e análise do inventário. Rio de Janeiro, 2004b. 21 p.
- _____. **NBR ISO 14042** - Avaliação do Ciclo de Vida: Avaliação do impacto do ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2004c. 17 p.
- _____. **NBR ISO 14043** - Avaliação do Ciclo de Vida: Interpretação do ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2005b. 19 p.
- BEQUEST. PROCUREMENT PROTOCOL TG. **PIMWAQ**:background. 2001. Disponível em: <<http://cic.vtt.fi/eco/viikki/text.pdf>>. Acessado em 10.ago.2008.
- BEQUEST TOOLKIT. **Assessment methods: all reviews**. 2001. Disponível em: <<http://research.scpm.salford.ac.uk/bqtoolkit/index2.htm>>. Acessado em 10.ago.2008.
- BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A report to the Balaton Group.** Winnipeg: IISD, 1999. 138p.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Déficit habitacional no Brasil 2006.** Brasília, DF, 2007.

Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/biblioteca/publicacoes-e-artigos/Deficit200606-05-2008.pdf>>. Acesso em 02.fev.2009.

_____. **Lei Federal Nº 10.295.** Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001a.

_____. **Decreto Nº 4059,** de 19 de dezembro de 2001, que regulamenta a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001b.

BREEAM. **How does BREEAM work?** Disponível em: <<http://products.bre.co.uk/breeam/index.html>>. Acessado em: 13.ago.2008.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J.A. **Certificação ambiental de edificações habitacionais: Análise da aplicação do LEED for Homes no contexto brasileiro.** ENTECA2009 - ENCONTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, Maringá – PR, 2009.

CEPINHA, Eloísa. RODRIGUES, Marta. **Sistemas de avaliação na construção sustentável: aplicação do Green Building Tool.** Portugal, 2003. Monografia – Licenciatura em Engenharia do Meio Ambiente, Instituto Superior Tecnológico.

COLE, R. J., LARSSON, N. **Green Building Challenge 2002: GBTool User Manual.** 2002.

DIAKAKI, C.; GRIGOROUDIS, E.; KOLOKOTSA, D. **Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings.** Energy and Buildings, Volume 40, Issue 9. 2008.

DU PLESSIS, C. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries.** CIB Information Bulletin, 2002. Disponível em : <<http://www.cibworld.nl/pages/begin/Agenda21Brochure.pdf>>. Acessado em: 07.dez.2008.

FERNANDEZ, F. **Aprendendo a lição de Chaco Canyon: do desenvolvimento a uma vida sustentável.** *Revista Reflexão.* São Paulo, v 6. nº15, p. 13-19, agosto de 2005.

- FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial Técnico de Certificação:** Edifícios do Setor de Serviços – Processo AQUA. Disponível em: <<http://www.geaconstruction.com/arquivos/HQE%20FCAV%202007%20%20Completo%2015%2010%2007%20v21%20sem%20revisões%20-rm2-ca..pdf>>. Acessado em: 11.set.2008.
- GIBSON, E.J. **Working with the performance approach in building**. Rotterdam. CIB W060. 1982. CIB State of Art Report n. 64.
- GIVONI, Baruch. Comfort, climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings. Volume 18, July 1992.
- GREEN GLOBES. **Environmental assessment of building: what is it?** 2004. Disponível em <<http://www2.energyefficiency.org/existing/whatisit.asp> >. Acessado em: 13.ago.2008.
- GUSTAVSSON, L.; JOELSSON, A. **Life cycle primary energy analysis of residential buildings**. Energy and Buildings, Volume 42, Issue 2. Fevereiro, 2010.
- INMETRO. **Etiqueta de Eficiência Energética para Edificações**. 02.jul.2009. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br> >. Acessado em: 03.ago.2009.
- INTERNATIONAL INITIATIVE FOR SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT (iSBE). **Energy and Environmental Issues in the Building Sector**, 2009. Disponível em <<http://greenbuilding.ca/>>. Acessado em: 12.mar.2010.
- JOHN, V. M. ; SILVA, V. G. ; AGOPYAN, V. **Agenda 21: Uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro**. In: II ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2001, Canela. Porto Alegre : ANTAC, 2001. p. 91-98.
- KNEIFEL, J. **Life-cycle carbon and cost analysis of energy efficiency measures in new commercial buildings**. Energy and Buildings, Volume 42, Issue 3. 2010.
- MACHADO, E. **Excelentes perspectivas de crescimento no mercado residencial imobiliário brasileiro**. Revista Arquishow. São Paulo, março de 2008.

- PATRICIO, R. M. R.; GOUVINHAS, R. P. **Avaliação de Desempenho Ambiental em Edificações**: Diretrizes para o Desenvolvimento de uma nova metodologia adaptada à realidade do Nordeste. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável/10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004.
- RAIA – THE ROYAL AUSTRALIAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Review of NABERS**. Austrália, 2003.
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: Teoria e Prática, São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.
- SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica, Tese (doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SILVA, V. G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios**: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. Revista Ambiente Construído (Online), v.7, p.47-66, 2007a.
- SILVA, V. G. **Uso de Materiais e Sustentabilidade**. Revista Sistemas Prediais (Online), julho, 2007b. Disponível em <<http://www.nteditorial.com.br/revista/Materias/index.asp?RevistaID1=7&Edicao=22&id=200&TopicoID=318>>. Acessado em: 10.ago.2009.
- SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de desempenho ambiental de edifícios**: Estágio atual e perspectivas para o desenvolvimento no Brasil. Artigo extraído do site da disciplina Sustentabilidade no Ambiente Construído: <http://pcc5100.pcc.usp.br>. São Paulo, 10 maio de 2003a.
- SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003b.
- SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; JOHN, V.M; AGOPYAN, V. **Perspectives for development of environmental assessment of buildings in Brazil**. Sustainable Buildings 2000/GRC2000 Section. Proceedings. Maastricht, October, 2000.

- SKOPEK, J. **BREEAM**, A Building Environmental Performance Assessment Method. In: Ontario Association of Architects Committee on the Environment. Canadá, 1997.
- SKOPEK, J.; BRYAN, H. **Green Globes**: and online assessment tool for benchmarking building performance. Canadá, 2002.
- SZÜCS, C. P. **Habitação social**: alternativas para o terceiro milênio. São Paulo, SP. 2003. v. 2, p. 147-152. SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DA REDE CYTED, 4, 2003, São Paulo, SP.
- SOEBARTO, V. I.; WILLIAMSON, T. J. **Multi-criteria assessment of building performance: theory and implementation**. School of Architecture, The University of Adelaide, Australia. *Building and Environment* 36, p. 681–690, 2001.
- TAYRA, F. **A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente**: limites para o desenvolvimento sustentável. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VI, nº 119 (72), 2002. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-72.htm>. Acesso em: 28/01/2009.
- UNCED. **Our Common Future**. Switzerland: Conches, 1987.
- US GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **LEED (Leadership and Energy & Environmental Design)**: Green Building Rating System – *Version 3*. Janeiro, 2009.
- _____ **LEED for Homes: Rating System**. Janeiro 2008.
- VAN BELLEN, H. M. **Desenvolvimento Sustentável**: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. *Ambiente & Sociedade*: 7 (1) 67-88. 2004.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade**: Uma Análise Comparativa. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2005.
- VERBEECK, G.; HENS, H. **Life cycle inventory of buildings**: A contribution analysis. *Building and Environment*, Volume 45, Issue 4. Abril, 2010.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Sustainability through the market**: seven keys to success. Switzerland:WBCSD. 60p. 2001.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)