

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Giordano Rubert Librelotto

**COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
ENVOLVIDOS NOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DE
EDIFICAÇÕES AQUA E LEED *for Schools***

Porto Alegre
junho 2010

GIORDANO RUBERT LIBRELOTTO

**COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
ENVOLVIDOS NOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DE
EDIFICAÇÕES AQUA E LEED *for Schools***

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre
junho 2010

GIORDANO RUBERT LIBRELOTTO

**COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
ENVOLVIDOS NOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DE
EDIFICAÇÕES AQUA E LEED *for Schools***

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 15 de julho de 2010

Prof. Miguel Aloysio Sattler
Engenheiro Civil e Agrônomo, PhD. pela University of Sheffield, UK
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
Engenheiro Civil e Agrônomo, PhD. pela University of Sheffield, UK

Lisandra Fachinello Krebs
Mestre pela UFRGS

Caroline Kehl
Mestre pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais, Tarcisio e Branca, por
todo o amor, apoio e incentivo em todos os momentos da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Miguel Sattler pela orientação e ajuda para a realização deste trabalho de diplomação.

Agradeço a Professora Carin Schmitt pela dedicação e pelo apoio sempre dado nas disciplinas do trabalho de diplomação.

Agradeço a meus colegas e amigos que sempre me acompanharam durante estes cinco anos de faculdade: Alisson Madeira, Jonatas Dariva, Luiz Roberto Meneghetti, Marcel Faria e Tobias Cardoso.

Agradeço a minha irmã Bianca por ser uma grande amiga e companheira, sempre estando presente em todos os momentos de minha vida.

Agradeço a meus irmãos Diógenes e Giovani por serem uma grande fonte de inspiração para mim, tanto pessoal quanto profissionalmente.

Agradeço a meus pais, Tarcisio e Branca, pela educação que me deram, pela confiança sempre prestada, pelo apoio e amor incondicionais.

Quando os ventos de mudança sopram, umas pessoas levantam barreiras, outras constroem moinhos de vento.

Érico Veríssimo

RESUMO

LIBRELOTTO, G. R. **Comparação entre os critérios de avaliação envolvidos nos sistemas de certificação de edificações AQUA e LEED for Schools**. 2010. 90f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Cada vez mais o termo sustentabilidade vem sendo discutido em todos os meios da sociedade, e a construção civil, como parcela importante da mesma, não poderia deixar de tratar sobre este assunto. Ao começar a pensar em reduzir impactos causados sobre o ambiente e também em proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas, o setor da construção civil acabou se inserindo no contexto da sustentabilidade ambiental que, por definição, visa satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades. Baseado nessa crescente preocupação, começaram a surgir, em diferentes países, sistemas de classificação de edificações, a partir de critérios de sustentabilidade ambiental, em diferentes categorias. Com este propósito, o objetivo deste trabalho consiste na comparação dos critérios de avaliação de dois sistemas de certificação de edificações bastante distintos, tanto no método de avaliação, quanto nas preocupações envolvidas em seus créditos e categorias, o LEED *for Schools* (para escolas), norte-americano e o AQUA, brasileiro. A metodologia utilizada neste estudo compreendeu a análise detalhada de ambos os sistemas, procurando avaliar as principais considerações entre os assuntos envolvidos. Como resultado, é possível analisar as prioridades que norteiam cada sistema, dentro dele próprio ou através da comparação de um sistema com o outro, onde o LEED proporciona um maior enfoque para a gestão da energia, enquanto o AQUA, detém a maioria das suas preocupações para a questão da qualidade dos espaços interiores e saúde dos ocupantes.

Palavras-chave: sustentabilidade; *green building*; certificação de edificações; LEED; AQUA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: diagrama das etapas de pesquisa	17
Figura 2: perfil ambiental das 14 categorias da QAE.....	39
Figura 3: gráfico mostrando os pesos de cada tema.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: pré-requisitos, créditos e pontuação do LEED <i>for Schools</i>	28
Quadro 2: obtenção do certificado LEED de acordo com a pontuação obtida.....	29
Quadro 3: LEED <i>for Schools</i> : categoria espaços sustentáveis.....	29
Quadro 4: itens exclusivos ao LEED <i>for Schools</i> : categoria espaços sustentáveis.....	31
Quadro 5: LEED <i>for Schools</i> : categoria uso eficiente da água.....	31
Quadro 6: LEED <i>for Schools</i> : categoria energia e atmosfera.....	32
Quadro 7: itens exclusivos ao LEED <i>for Schools</i> : categoria energia e atmosfera.....	33
Quadro 8: LEED <i>for Schools</i> : categoria materiais e recursos.....	34
Quadro 9: item exclusivo ao LEED <i>for Schools</i> : categoria materiais e recursos.....	34
Quadro 10: LEED <i>for Schools</i> : categoria qualidade do ambiente interno.....	35
Quadro 11: itens exclusivos ao LEED <i>for Schools</i> : categoria qualidade do ambiente interno.....	36
Quadro 12: todos os itens considerados exclusivos ao LEED <i>for Schools</i>	36
Quadro 13: AQUA: família eco-construção.....	39
Quadro 14: itens exclusivos ao AQUA: família eco-construção.....	40
Quadro 15: AQUA: família eco-gestão.....	41
Quadro 16: itens exclusivos ao AQUA: família eco-gestão.....	43
Quadro 17: AQUA: família conforto.....	43
Quadro 18: item exclusivo ao AQUA: família conforto.....	44
Quadro 19: AQUA: família saúde.....	44
Quadro 20: itens exclusivos ao AQUA: família saúde.....	46
Quadro 21: todos os itens considerados exclusivos ao AQUA.....	47
Quadro 22: código para as 5 principais categorias do LEED.....	48
Quadro 23: eco-construção: itens do AQUA que se relacionam com o LEED.....	49
Quadro 24: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 1.1 do AQUA.....	52
Quadro 25: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 1.2 do AQUA.....	53
Quadro 26: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 2.3 do AQUA.....	56
Quadro 27: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 2.4 do AQUA.....	58
Quadro 28: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 3.1 do AQUA.....	59
Quadro 29: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 3.2 do AQUA.....	60
Quadro 30: eco-gestão: itens do AQUA que se relacionam com o LEED.....	60
Quadro 31: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 4.2 do AQUA.....	62
Quadro 32: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 5.1 do AQUA.....	64

Quadro 33: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 5.2 do AQUA.....	66
Quadro 34: item do LEED que se relaciona com a categoria 6 do AQUA.....	68
Quadro 35: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 7.2 do AQUA.....	69
Quadro 36: conforto: itens do AQUA que se relacionam com o LEED.....	69
Quadro 37: itens do LEED que se relacionam com a categoria 8 do AQUA.....	72
Quadro 38: itens do LEED que se relacionam com a categoria 9 do AQUA.....	74
Quadro 39: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 10.1 do AQUA.....	75
Quadro 40: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 10.2 do AQUA.....	76
Quadro 41: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 11.1 do AQUA.....	77
Quadro 42: saúde: itens do AQUA que se relacionam com o LEED.....	78
Quadro 43: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 13.2 do AQUA.....	79
Quadro 44: proposta de temas, de acordo com agrupamento de preocupações.....	84
Quadro 45: porcentagens relativas a cada tema.....	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MÉTODO DE PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.1 Objetivo secundário	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 DELIMITAÇÕES	16
2.5 LIMITAÇÃO	16
2.6 DELINEAMENTO	16
2.6.1 Pesquisa bibliográfica	17
2.6.2 Detalhamento dos critérios do sistema de certificação AQUA	17
2.6.3 Detalhamento dos critérios do sistema de certificação LEED	18
2.6.4 Comparação dos critérios de avaliação	18
2.6.5 Considerações finais	18
3 A SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	19
4 CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES	24
4.1 SISTEMA LEED.....	25
4.2 SISTEMA AQUA.....	37
5 COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS DO AQUA E DO LEED	48
5.1 RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM O SEU ENTORNO.....	49
5.1.1 Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável	49
5.1.2 Qualidade dos espaços exteriores para os usuários	52
5.2 ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	53
5.2.1 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar seus impactos socioambientais	54
5.2.2 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar impactos à saúde humana	57
5.3 CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL.....	58
5.3.1 Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	58
5.3.2 Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras	59

5.4 GESTÃO DA ENERGIA.....	61
5.5 GESTÃO DA ÁGUA.....	63
5.5.1 Redução do consumo de água potável.....	63
5.5.2 Otimização da gestão de águas pluviais.....	65
5.6 GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	66
5.6.1 Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício.....	66
5.6.2 Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação do edifício.....	67
5.7 MANUTENÇÃO – PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL.....	68
5.8 CONFORTO HIGROTÉRMICO.....	70
5.9 CONFORTO ACÚSTICO.....	72
5.10 CONFORTO VISUAL.....	74
5.10.1 Garantia de iluminação natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento).....	75
5.10.2 Iluminação artificial confortável.....	76
5.11 CONFORTO OLFATIVO.....	76
5.12 QUALIDADE SANITÁRIA DO AR.....	78
6 VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DOS CRITÉRIOS DO LEED AO CONTEXTO NACIONAL.....	80
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	88
REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, novos desafios vêm sendo permanentemente lançados sobre toda a sociedade, devido à evolução natural dos seres humanos e também da natureza. As mudanças climáticas tão comentadas nos últimos tempos, seguidas de uma necessidade de um consumo sustentável dos recursos naturais, fizeram com que o setor da construção civil passasse a enfrentar um novo desafio: o de adotar inovações que sejam eficientes para reduzir os impactos ambientais causados por suas atividades.

A busca pela sustentabilidade nas edificações, uma constante cada vez mais presente na Engenharia e Arquitetura mundiais, está adquirindo ainda mais força e despertando o interesse de todas as áreas ligadas ao setor da construção civil. Como parcela fundamental da sociedade e da economia, coube a este importante setor entender estas crescentes necessidades de preservação ambiental e se adaptar a este contexto.

Segundo Silva (2003, p. 4-5), buscar uma indústria da construção mais sustentável é fornecer mais valor, poluir menos, ajudar no uso sustentado de recursos, responder mais efetivamente às partes interessadas e melhorar a qualidade de vida presente, sem comprometer o futuro. A autora ainda ressalta que uma redução considerável dos impactos ambientais, causados pela construção civil, pode ser obtida com a implantação de políticas consistentes e especificamente orientadas para o setor.

Como reflexo da necessidade da adoção destas políticas, foram criados sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade de edificações, o que representou um papel fundamental de inserção do setor da construção civil, em relação às questões ligadas ao consumo sustentável dos recursos naturais. O modelo mais utilizado internacionalmente é o LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* – (Liderança em Energia e Projeto Ambiental), concebido pelo USGBC – *United States Green Building Council* – (Conselho de Edificações Verdes dos Estados Unidos), uma Organização não Governamental (ONG) norte-americana, que possui foco em sustentabilidade de edificações e empreendimentos imobiliários. Além deste, alguns dos principais sistemas de certificação no mundo hoje são:

- a) BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – (Método de Avaliação Ambiental de Edificações), do Reino Unido;
- b) HQE – *Haute Qualité Environnementale* – (Alta Qualidade Ambiental), da França;
- c) CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* – (Sistema de Avaliação para a Eficiência Ambiental da Construção), do Japão;
- d) *Green Star* – (Estrela Verde), da Austrália.

Existe ainda outro referencial que começa a ganhar espaço no Brasil, o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), desenvolvido pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, em parceria com a Escola Politécnica da USP, lançado no ano de 2007 e que consiste em uma adaptação técnica para o Brasil do modelo francês HQE, ferramenta de avaliação de critérios de sustentabilidade em edifícios utilizada em países da Europa desde 2002.

Estas certificações avaliam e apresentam os requisitos para que os proprietários e operadores do edifício possam desenvolver, principalmente, práticas sustentáveis e, assim, reduzir o impacto ambiental durante seu ciclo de vida. Vários aspectos são abordados, tais como: o uso consciente e racional de água e energia, a qualidade do ar e ambiente interno, a gestão dos resíduos, o conforto, entre muitos outros.

Foi devido a este novo enfoque sustentável, em que também se encontra a construção civil, atualmente, que surgiu a motivação para a realização deste trabalho. Além do fato de que tendo sido a certificação brasileira desenvolvida recentemente, desenvolveu-se o interesse em analisar esta ferramenta, aproveitando, também, para compará-la com o sistema norte-americano LEED.

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. Neste primeiro são apresentados alguns conceitos introdutórios, relevantes para o entendimento do contexto deste trabalho. No segundo capítulo é apresentado o método de pesquisa, indicando a questão de pesquisa, os objetivos, o pressuposto, as delimitações, a limitação e o delineamento.

O terceiro capítulo apresenta uma revisão sobre a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e algumas das principais iniciativas, nacionais e internacionais, adotadas para diminuir os impactos causados ao meio ambiente pela construção civil.

O quarto capítulo apresenta uma revisão sobre os sistemas de certificação ambiental de edificações, especialmente os dois sistemas envolvidos neste trabalho: o AQUA e o LEED, assim como os itens que foram considerados exclusivos a cada um destes sistemas.

O quinto capítulo traz um detalhamento dos critérios de avaliação envolvidos em ambos os sistemas, juntamente com as comparações pertinentes a cada um deles. No sexto capítulo é apresentada uma verificação da adequação dos critérios do LEED ao contexto nacional e, no capítulo seguinte, são apresentadas as considerações finais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo busca situar o leitor sobre a estrutura deste trabalho, através da questão de pesquisa, dos objetivos do trabalho, do pressuposto, das delimitações, da limitação e do delineamento deste documento.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: ao serem comparados os sistemas de certificação ambiental de edificações AQUA e LEED *for Schools*, quais são as principais considerações a serem feitas sobre os critérios de avaliação envolvidos nestes sistemas?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundário e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho consiste na comparação dos critérios de avaliação dos sistemas de certificação ambiental de edificações AQUA e LEED *for Schools*.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário deste trabalho se baseia na verificação da adequação dos critérios utilizados na certificação norte-americana (LEED) ao contexto nacional.

2.3 PRESSUPOSTO

É pressuposto deste trabalho que os critérios envolvidos em cada sistema de certificação estão intimamente ligados às preocupações ambientais relativas à realidade local de cada país.

2.4 DELIMITAÇÕES

Os sistemas de certificação estudados foram:

- a) AQUA – Edifícios do Setor de Serviços (Escritórios e Edifícios Escolares) – desenvolvido pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, em conjunto com a Escola Politécnica da USP;
- b) LEED *for Schools*, desenvolvido pelo *United States Green Building Council*.

2.5 LIMITAÇÃO

A comparação entre os sistemas de certificação limita-se à análise teórica, sem aplicação a um edifício em particular.

2.6 DELINEAMENTO

O delineamento do trabalho abrange as seguintes etapas:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) detalhamento dos critérios do sistema de certificação AQUA;
- c) detalhamento dos critérios do sistema de certificação LEED *for Schools*;
- d) comparação dos critérios de avaliação;
- e) considerações finais.

Na figura 1, apresenta-se a sequência de etapas de como a pesquisa será desenvolvida. Cada etapa será detalhada nos itens a seguir.

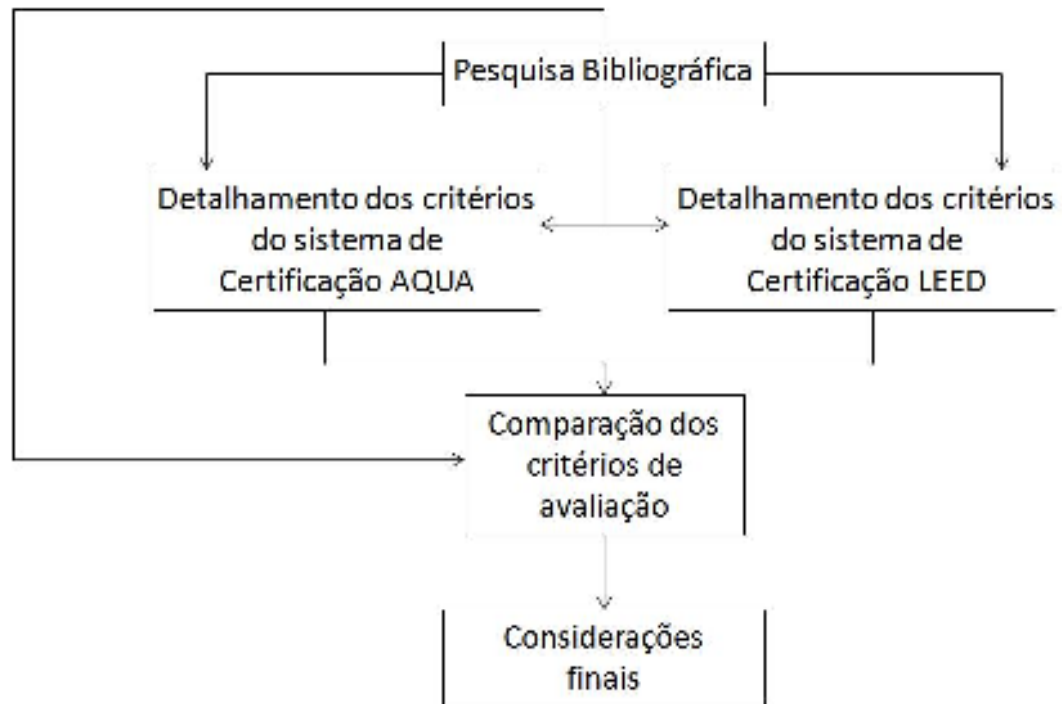


Figura 1: diagrama das etapas de pesquisa

2.5.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica abrange uma revisão sobre as certificações ambientais de edificações, que serão utilizadas neste trabalho: AQUA e LEED *for Schools*. Traz, também, uma revisão sobre a evolução do conceito da sustentabilidade inserido no contexto da construção civil, além de alguns impactos envolvidos no processo de construção.

2.5.2 Detalhamento dos critérios do sistema de certificação AQUA

Com base na pesquisa bibliográfica realiza-se o detalhamento dos critérios de avaliação desta ferramenta.

2.5.3 Detalhamento dos critérios do sistema de certificação LEED *for Schools*

Com base na pesquisa bibliográfica realiza-se o detalhamento dos critérios de avaliação desta ferramenta.

2.5.4 Comparação dos critérios de avaliação

Baseado na pesquisa bibliográfica e no estudo das ferramentas de avaliação envolvidas neste trabalho, são mostrados os itens considerados exclusivos a cada um dos sistemas e é realizada também a comparação entre os critérios de avaliação dos dois sistemas através do agrupamento dos itens que se relacionam de alguma maneira.

2.5.5 Considerações finais

Através da análise dos critérios obtidos ao longo do trabalho e das comparações realizadas, têm-se as considerações finais entre os sistemas de certificação estudados.

3 A SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A preocupação do homem em relação às questões ambientais pode ser considerada recente, no contexto histórico mundial. De acordo com *National Strategies for Sustainable Development* (2004) (Estratégias Nacionais para o Desenvolvimento Sustentável), o conceito de desenvolvimento sustentável realmente surgiu durante debates realizados na década de 70, seguindo uma série de publicações-chave, que chamavam atenção para a super-exploração do ambiente pelo homem, focando o desenvolvimento econômico e a crescente preocupação global nos objetivos do desenvolvimento e nas limitações ambientais.

Segundo Fossati (2008, p. 5-6), dentre as principais publicações pode-se citar:

- a) a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972);
- b) a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985);
- c) o Protocolo de Montreal (Montreal, 1987);
- d) a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92 (Rio de Janeiro, 1992);
- e) a Conferência das Nações Unidas (Istambul, 1996);
- f) o Protocolo de Kyoto (1997).

De acordo com Silva (2003, p. 2), foi durante a ECO-92 realizada no Rio de Janeiro, em 1992, que se criou o consenso de que as estratégias de desenvolvimento sustentável deveriam integrar aspectos ambientais em planos e políticas de desenvolvimento. Fossati (2008, p. 5) destaca que um dos resultados desta conferência foi a publicação da Agenda 21, um programa de ação, que constitui a mais ampla tentativa já realizada de promover, em escala global, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Segundo Bordeau (1999 apud SEDREZ, 2006, p. 44), a Agenda 21 para a Construção Sustentável, publicada pelo CIB, sigla francesa de *Conseil International du Bâtiment*

(Conselho Internacional para a Construção), também conhecido como *International Council For Research and Innovation in Building and Construction* (Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação na Construção), em 1999, representa um marco nas discussões sobre sustentabilidade do ambiente construído, onde o objetivo da instituição foi a identificação de oportunidades e problemas para a incorporação de práticas sustentáveis em todo o ciclo de vida da edificação. Os principais desafios, apontados pela Agenda 21, que a indústria da construção deve superar, em busca do desenvolvimento sustentável pertencem aos seguintes campos (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT, 2000 apud FOSSATI, 2008, p. 6-7):

- a) gerenciamento e organização;
- b) produtos e edifícios;
- c) consumo de recursos;
- d) impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável.

Os primeiros desafios citados, **gerenciamento e organização**, são considerados aspectos-chave da construção sustentável e devem comprometer, não apenas os aspectos técnicos, mas também os aspectos sociais, legais, econômicos e políticos. **Produtos e edifícios** dizem respeito a como otimizar as características dos edifícios e dos produtos, de forma a melhorar o desempenho sustentável, levando-se em conta fatores como o clima, cultura, tradições construtivas e fase de desenvolvimento industrial (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT, 2000 apud FOSSATI, 2008, p. 6-7).

Já em relação ao **consumo de recursos**, medidas de economia de energia, programas de recuperação e reforma, além da necessidade de transporte são identificados como grandes desafios relacionados ao uso de energia. O gerenciamento da água em edifícios deve ser desenvolvido, assim como o gerenciamento do uso do solo (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT, 2000 apud FOSSATI, 2008, p. 7).

Por fim, os **impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável** referem-se ao fornecimento de infraestrutura, à qualidade do ambiente, de vida e de moradia, ao crescimento urbano, ao gerenciamento do lixo e de outras cargas ambientais da indústria da construção vinculadas à produção, operação e desmontagem dos edifícios e obras civis. Aspectos sociais, culturais e econômicos também são abordados, enfatizando que uma construção mais

sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios financeiros e melhorias para a comunidade (CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT, 2000 apud FOSSATI, 2008, p. 7).

O trabalho desenvolvido por John et al. (2001), com o título de **Agenda 21: uma proposta para o *construbusiness* brasileiro**, é a contribuição para a discussão de uma Agenda 21 adaptada à indústria da construção civil nacional. De acordo com os autores, *construbusiness* é um termo criado pela indústria da construção brasileira para auxiliar a sua organização política, sendo este conceito correspondente ao setor da construção civil, que inclui a indústria de construção, em si, e todos os segmentos industriais indiretamente ligados a suas atividades, formando um dos setores de maior expressão em qualquer economia. Na União Européia, o chamado *construbusiness* responde por cerca de 11% do PIB. Já no Brasil, esta parcela é ligeiramente maior, estando acima de 14% (JOHN, 2000 apud JOHN et al., 2001, p. 2).

De acordo com John et al. (2001, p. 2), a maior parte das contribuições para o documento publicado pelo CIB, em 1999, veio de países desenvolvidos, de forma que muitos dos aspectos, desafios e soluções delineados eram próprios apenas para esses países. Isto acabou fazendo com que, de certa forma, a visão do primeiro mundo dominasse a discussão de desenvolvimento sustentável a nível internacional. Para Fossati (2008, p. 18-19), enquanto nos países desenvolvidos a maioria das necessidades básicas humanas já foi atingida, nos países em desenvolvimento os padrões de qualidade de vida ainda estão muito abaixo dos recomendados. Conseqüentemente, o conceito de *green building* (edificação verde) não é suficiente e a ênfase nestes casos deve ser um desenvolvimento que atenda às necessidades básicas, enquanto evita impactos ambientais negativos.

Fica claro, portanto, que existem, muitas vezes, diferentes prioridades em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo Gibberd (2005, p. 3), nos países emergentes, o desenvolvimento sustentável deve se voltar mais ao contexto social e econômico, porém sem negligenciar o contexto ambiental. Já, nos países mais ricos, o autor acredita que o contexto do desenvolvimento sustentável deve ser direcionado mais para um nível econômico e ambiental, não aparecendo o contexto social como uma prioridade.

O conceito de sustentabilidade, no que se refere à indústria da construção civil, vem sofrendo modificações com o passar dos anos. Segundo Fossati (2008, p. 6):

Inicialmente, a ênfase estava em como lidar com recursos limitados – especialmente energia – e em como reduzir os impactos sobre o meio ambiente. Na década passada, o enfoque estava baseado em requisitos mais técnicos da construção, como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. A seguir, a compreensão do significado dos aspectos não técnicos começou a crescer e as questões sociais e econômicas passaram a ser consideradas cruciais para o desenvolvimento sustentável nas construções, devendo receber tratamento específico em qualquer definição.

Uma das primeiras iniciativas, visando a construção sustentável no Brasil surgiu em 2002, com a Resolução n. 307 do CONAMA. Ela estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002, p. 1). O Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu esta resolução, considerando (BRASIL, 2002, p. 1):

- a) a necessidade de implantação de diretrizes para a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;
- b) que a disposição de resíduos da construção em locais inapropriados contribui para a degradação da qualidade ambiental;
- c) que os resíduos da construção representam um considerável percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;
- d) que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos gerados das atividades de construção, reforma, reparos e demolições, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;
- e) a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais oriundos da reciclagem de resíduos da construção civil;
- f) que a gestão integrada de resíduos da construção deverá trazer benefícios de ordens social, econômica e ambiental.

Outra iniciativa, criada pelo Governo do Estado de São Paulo, em parceria com diversas entidades ligadas à construção civil, é um Protocolo Ambiental da Construção Civil Sustentável. Este documento tem por objetivo a adoção de um conjunto de ações para a consolidação do processo de desenvolvimento sustentável do setor de construção civil e desenvolvimento urbano no estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008, p. 1).

O Protocolo Ambiental do Estado de São Paulo classifica a construção civil como uma atividade que tem como característica inerente a modificação da paisagem, o consumo de recursos naturais, tanto renováveis como não renováveis, a geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, com potenciais impactos positivos e negativos ao meio ambiente, à qualidade de vida da população e à infraestrutura existente. Silva (2003, p. 3-4) acredita que, enquanto alguns efeitos negativos, como ruído e poeira gerados pela construção civil são transitórios, outros são mais persistentes ou mesmo permanentes, como os do CO₂ de combustão liberado na atmosfera e, infelizmente, estes impactos não estão sendo reduzidos na mesma proporção dos avanços tecnológicos experimentados pelo setor.

Recebe destaque, também, dentro deste Protocolo, a necessidade de utilização de energias renováveis e de equipamentos e sistemas construtivos que causem menor impacto ao meio ambiente, a preservação da vegetação, a não-geração de resíduos e, neste sentido, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final adequada, de acordo com a Resolução n. 307, do CONAMA. As entidades que aderiram ao protocolo se comprometem, também, a armazenar águas de chuva para uso não-potável, por exemplo, e a utilizar madeira de reflorestamento ou de origem legal comprovada em seus empreendimentos.

Além do fato da adesão ao protocolo ser voluntária e este ser um documento vigente apenas para o Estado de São Paulo, essa iniciativa pode ser considerada um importante passo, no sentido do uso de práticas mais sustentáveis na indústria da construção civil brasileira. Serve, também, como referência e modelo para outros estados brasileiros, no sentido de contribuir para a proteção do meio ambiente e na melhoria das condições de vida nas cidades.

A criação destas referências por parte dos governos é muito importante para difundir ainda mais estes conceitos de sustentabilidade entre o setor da construção civil, sendo uma excelente forma de conscientizar empresas e construtoras quanto à responsabilidade ambiental. Porém, as certificações ambientais de edificações acabam sendo os principais documentos que indicam um melhor caminho a ser seguido quanto à adoção de práticas sustentáveis na construção. Os dois sistemas de certificação que serão utilizados neste trabalho são mostrados no capítulo seguinte.

4 CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES

Foi pensando nos inúmeros impactos causados pelo setor da construção civil que surgiram, a partir da década de 90, sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade de edificações. Para Silva (2003, p. 33), o surgimento e difusão dos conceitos de projeto ecológico (*green design*) foi uma das mais importantes respostas do meio técnico à generalização da conscientização ambiental nesta década.

Mais precisamente, segundo Fossati (2008, p. 17), foi em 1990, no Reino Unido, que foi desenvolvido o primeiro método de avaliação ambiental de edifícios, o **BREEAM**, que serviu de base para outros métodos de avaliação ambiental orientados para o mercado, como o **HK-BEAM** (Hong Kong), o **LEED** (Estados Unidos), o *Green Star* (Austrália) e o **CASBEE** (Japão). Atualmente, estes sistemas de certificação ambiental de edificações encontram-se difundidos por todos os continentes, incluindo a África, com o sistema **SBAT** (África do Sul) e a América do Sul, com o processo **AQUA** (Brasil).

A partir destes sistemas de certificação foi originada então a expressão *green building*. Este tipo de edificação verde é localizada, construída e operada para elevar o bem-estar de seus ocupantes e para minimizar os impactos negativos na comunidade e no ambiente natural, e possui como principais características (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2009, p. 8-9):

- a) fornecer um ambiente mais saudável e confortável;
- b) promover uma gestão sustentável da implantação da obra;
- c) incorporar tecnologias de eficiência no uso da água e da energia, possibilitando assim um consumo racional e econômico de energia e água na implantação da obra e ao longo de sua vida útil;
- d) utilizar matérias-primas ecoeficientes;
- e) reduzir os resíduos e contaminação da construção e demolição;
- f) aumentar o valor de revenda;
- g) incluir tecnologias de energia renovável;

- h) melhorar a qualidade do ar interno, a satisfação e o conforto dos ocupantes;
- i) ser de fácil manutenção e construído para durar.

Além disso, Silva (2003, p. 5) destaca que construção sustentável (ou *green building* como é chamada em âmbito internacional) não se trata de um senso vago de responsabilidade social, mas de questões concretas de saúde, segurança, produtividade e relação custo-eficiência, pois são estes aspectos que capturam a atenção do investidor ou comprador potencial e são eles, portanto, que devem ser ressaltados. Ainda, segundo a autora, extrair as características ambientais de um edifício e apresentá-las em um pacote atraente e conciso é uma necessidade mercadológica fundamental, e também um dos maiores desafios.

A intenção principal deste trabalho é, portanto, comparar dois sistemas de avaliação de edificações que vêm sendo adotados em nosso país, o AQUA e o LEED, que comprovam a adoção de práticas sustentáveis na construção. Para isso, foi preciso então analisar todos os itens que estão envolvidos em ambos os sistemas. Através desta análise foi possível perceber que certas características de um sistema não se encaixavam em comparações com o outro. Desta maneira, este capítulo procura descrever o funcionamento dos dois sistemas, juntamente com as características consideradas exclusivas a cada um deles. Primeiramente, será mostrado o sistema norte-americano LEED e, posteriormente, o sistema brasileiro AQUA.

4.1 SISTEMA LEED

O LEED é um sistema de classificação de edificações a partir de critérios de sustentabilidade ambiental, com base em diferentes categorias. Segundo o USGBC (2009, p. xiii), o projeto piloto deste sistema, também conhecido como LEED versão 1.0, foi lançado em agosto de 1998, e, após extensas modificações, a versão 2.0 foi lançada em março de 2000, seguida da versão 2.1 lançada em 2002 e da versão 2.2 lançada em 2005. Atualmente o sistema se encontra em sua versão 3.0, lançada em 2009.

Esta última versão de 2009 é dividida em categorias específicas para avaliar diferentes tipos de edificações, a seguir descritas:

- a) *LEED for New Construction and Major Renovations* (para novas construções e grandes projetos de reforma) – aplica-se quando o proprietário ou locatário detenha 50% ou mais da ocupação e pode ser usado para certificar prédios comerciais, residenciais, governamentais, instalações recreativas, laboratórios e plantas industriais;
- b) *LEED for Existing Buildings: Operations and Maintenance* (para edifícios existentes: operações e manutenção) – aplica-se de forma a maximizar a eficiência operacional e energética da edificação;
- c) *LEED for Commercial Interiors* (para projetos de interiores e edifícios comerciais) – desenvolvido para garantir a alta performance dos interiores, em termos de ambiente saudável, locais de trabalho produtivos, baixo custo de manutenção e operação e redução do impacto ambiental;
- d) *LEED for Core and Shell Development* (para projetos da envoltória e parte central do edifício) – aplica-se quando nenhum proprietário ou locatário detenha mais de 50% da ocupação. É direcionado ao mercado imobiliário, fazendo com que, dentre todas as categorias do LEED, esta seja a única passível de pré-certificação;
- e) *LEED for Homes* (para residências) – aplica-se ao projeto e construção de residências de alta performance sustentável;
- f) *LEED for Schools* (para escolas) – reconhece o caráter único da concepção e construção de escolas;
- g) *LEED for Neighborhood Development* (para desenvolvimento de bairro) – integra os princípios do crescimento inteligente, urbanismo e construção sustentável para a concepção de bairros.

Cada um destes sistemas de certificação é organizado em 5 categorias ambientais distintas (USGBC, 2009, p. xiii):

- a) espaços sustentáveis (ES);
- b) uso eficiente da água (UA);
- c) energia e atmosfera (EA);
- d) materiais e recursos (MR);
- e) qualidade do ambiente interno (QI).

O LEED, segundo o USGBC (2009, p. xiv), leva em consideração as ponderações desenvolvidas pelo *National Institute of Standards and Technology* (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia). As categorias destes processos são comparadas para atribuir um peso

relativo a cada uma delas. Juntas, as duas abordagens fornecem uma base sólida para a determinação do valor a cada crédito do LEED. As normas ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* – (Sociedade Americana dos Engenheiros da Área de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado) são utilizadas como parâmetro para este sistema, assim como as normas locais, sendo priorizada a que for mais restritiva.

O processo de ponderação dos créditos se baseia nos seguintes parâmetros, que mantêm uma certa consistência entre todos sistemas de certificação LEED (USGBC, 2009, p. xiv):

- a) todos os créditos possuem o valor mínimo de 1 ponto;
- b) todos os sistemas de certificação LEED possuem 100 pontos de base;
- c) créditos extras podem fornecer até 10 pontos a mais à edificação.

Para comparar este sistema com o AQUA, que serve para certificar edifícios escolares e de escritórios, optou-se por utilizar o sistema LEED *for Schools*, que é utilizado para certificar novas construções e grandes projetos de reforma de escolas. Os créditos envolvidos em cada categoria do LEED trazem os objetivos, requisitos e estratégias para se alcançar determinada característica e cada um deles possui uma pontuação possível de ser atingida, caso os mesmos sejam atendidos, e que varia de crédito para crédito ao longo de todo o sistema de avaliação.

Porém, de acordo com o USGBC (2009, p. xviii), o sistema LEED possui um programa mínimo de pré-requisitos, que define as características mínimas que um projeto deve possuir, a fim de ser elegível para ser avaliado pelo sistema de certificação. Somente depois de cumpridos todos os pré-requisitos a edificação se torna elegível para receber a certificação ambiental. Este programa tem por objetivo dar uma orientação clara para os clientes, proteger a integridade do programa LEED e reduzir os desafios que ocorrem durante o processo de certificação.

O quadro 1, a seguir, apresenta a quantidade de pré-requisitos e créditos ligados a cada uma das 5 principais categorias, além da máxima pontuação possível de ser alcançada em cada uma delas.

CATEGORIA	Nº DE PRÉ-REQUISITOS	Nº DE CRÉDITOS	PONTUAÇÃO POSSÍVEL
Espaços Sustentáveis	2	16	24
Uso Eficiente da Água	1	4	11
Energia e Atmosfera	3	6	33
Materiais e Recursos	1	8	13
Qualidade do Ambiente Interno	3	14	19
TOTAL =	10	48	100

Quadro 1: pré-requisitos, créditos e pontuação do LEED *for Schools* (baseado em USGBC, 2009)

De acordo com o USGBC (2009, p. xv), existem ainda duas categorias adicionais que fornecem pontos extras possíveis de serem alcançados pela edificação, que são Inovação nos Projetos e Prioridades Regionais. No caso do LEED para escolas a primeira delas pode fornecer até 4 pontos se a edificação possuir algum caráter que demonstre uma maior sustentabilidade em relação a critérios não abrangidos no âmbito das 5 categorias ambientais principais, ou através da extrapolação de um parâmetro em algum crédito que corresponderia ao seu próximo nível. Fornece também 1 ponto se a equipe possuir ao menos um LEED AP – *Accredited Professional* – (Profissional Autorizado) que possui conhecimento sobre as práticas de construção sustentável e sobre os princípios do sistema LEED, podendo facilitar o processo de certificação, atuando como um consultor, além de mais 1 ponto se as características sustentáveis das instalações da escola se integrarem com sua proposta pedagógica de ensino. A segunda categoria adicional fornece até 4 pontos se o empreendimento atender a alguns critérios regionais prioritários. Projetos fora dos Estados Unidos não são passíveis de receber estes pontos, porém comitês técnicos do *Green Building Council Brasil* (Conselho Brasileiro de Edificações Verdes) estão trabalhando na adaptação destes créditos para o nosso país.

O empreendimento, para ser certificado de acordo com os critérios avaliados pelo sistema LEED, deve conquistar um certo número de pontos, sendo que, quanto maior esta pontuação, maior será o nível do certificado obtido. O sistema se divide em 4 níveis de classificação, de acordo com o quadro 2.

Nível do Certificado	Pontuação a ser obtida
Certificado	40 - 49 pontos
Prata	50 - 59 pontos
Ouro	60 - 79 pontos
Platina	80 pontos ou mais

Quadro 2: obtenção do certificado LEED de acordo com a pontuação obtida (baseado em USGBC, 2009)

Conforme dito anteriormente, através da análise de todos os pré-requisitos e créditos do LEED para escolas foi possível perceber que alguns destes não estavam sendo contemplados no sistema AQUA. Desta maneira, na sequência serão exibidos os quadros relativos às cinco categorias do LEED e após cada um deles serão mostrados os itens considerados exclusivos a este sistema. O quadro 3, a seguir, traz os pré-requisitos e créditos relacionados à categoria espaços sustentáveis do LEED.

CATEGORIA: ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS		
PRÉ-REQUISITOS		
1	Prevenção da poluição pela atividade de construção	
2	Avaliação ambiental do local	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO (até 24 pontos)
1	Seleção do local do empreendimento	1
2	Desenvolvimento: conectividade com a comunidade	4
3	Recuperação de áreas contaminadas	1
4.1	Transporte alternativo: acesso ao transporte público	4
4.2	Transporte alternativo: armazenamento de bicicletas e vestiários	1
4.3	Transporte alternativo: veículos de baixa emissão e baixo consumo de combustível	2
4.4	Transporte alternativo: capacidade de estacionamento	2
5.1	Desenvolvimento do local do empreendimento: proteger ou restaurar habitats naturais	1
5.2	Desenvolvimento do local do empreendimento: maximizar o espaço aberto	1
6.1	Controle da quantidade da água de chuva	1
6.2	Controle da qualidade da água de chuva	1
7.1	Ilhas de calor: em geral	1
7.2	Ilhas de calor: em telhados	1
8	Redução da poluição luminosa	1
9	Plano diretor da área	1
10	Uso conjunto das instalações	1

Quadro 3: LEED *for Schools*: categoria espaços sustentáveis (baseado em USGBC, 2009)

O pré-requisito 2 (avaliação ambiental do local) é exigido para a obtenção da certificação LEED e é considerado exclusivo a este sistema. Ele procura garantir a avaliação do local quanto à contaminação ambiental e, se o mesmo estiver contaminado, que a contaminação seja remediada de acordo com normas locais, estaduais ou federais, a que for mais restritiva, de maneira a proteger a saúde das crianças. Nestes casos deve ser apresentado um plano de descontaminação e a comprovação da realização do mesmo. Terrenos de escolas contaminados por terem sido utilizados como aterros no passado, não são elegíveis para a certificação LEED. Diretamente ligado a este assunto está o crédito 3 (recuperação de áreas contaminadas) desta categoria, que tem por objetivo reabilitar locais degradados onde o desenvolvimento é dificultado pela contaminação ambiental. Ou seja, o pré-requisito demonstra a grande preocupação do sistema LEED quanto ao assunto, sendo essencial para a certificação, e o crédito 3 ainda proporciona um ponto caso haja a recuperação destes locais contaminados.

Outra preocupação exclusiva ao LEED é quanto às ilhas de calor, que são abordadas nos créditos 7.1 e 7.2 da categoria espaços sustentáveis. O primeiro deles tem o objetivo de reduzir as ilhas de calor em geral para minimizar os impactos destas áreas nos microclimas da edificação e nas áreas ocupadas por humanos e pela vida silvestre. Para obter a pontuação deste crédito é preciso tomar algumas medidas para no mínimo 50% das áreas pavimentadas (calçadas, estacionamentos), como o sombreamento proporcionado pela arborização, dispositivos arquitetônicos ou estruturas que tenham uma refletância (IRS¹ – índice de refletância solar) de pelo menos 29, além da utilização de um sistema de pavimentação permeável. Outra opção é de colocar mais da metade dos espaços de estacionamento embaixo de alguma cobertura, que também deve possuir um IRS de pelo menos 29, ou ainda a utilização de telhados verdes. Já o segundo crédito tem o mesmo objetivo do anterior, porém aplicado somente às coberturas. Para garantir a pontuação deste item a edificação deve ter ou coberturas verdes em 50% do telhado ou coberturas com IRS de pelo menos 29 para telhados inclinados, ou de 78 para coberturas planas.

Ainda dentro da categoria espaços sustentáveis existe o crédito 9 (plano diretor da área), considerado exclusivo ao LEED, que tem por objetivo garantir que as questões ambientais do local, incluídas no desenvolvimento inicial da área e do projeto, sejam mantidas durante todo

¹ Um IRS maior representa menos calor solar absorvido pela superfície de cobertura, uma vez que ele reflete as ondas solares.

o desenvolvimento futuro, sejam quais forem as alterações nos programas ou na demografia existentes. E, por fim, o crédito 10 (uso conjunto das instalações), que visa fazer da escola uma parte integrada da comunidade, permitindo que a edificação e todas as suas instalações, como ginásios e pátios, por exemplo, sejam utilizadas para eventos não escolares e outras funções.

O quadro 4, a seguir, mostra um resumo dos itens considerados exclusivos ao sistema LEED para escolas, quanto à categoria espaços sustentáveis.

CATEGORIA: ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS		
PRÉ-REQUISITO		
2	Avaliação ambiental do local	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO
3	Recuperação de áreas contaminadas	1
7.1	Ilhas de calor: em geral	1
7.2	Ilhas de calor: em telhados	1
9	Plano diretor da área	1
10	Uso conjunto das instalações	1

Quadro 4: itens exclusivos ao LEED *for Schools*: categoria espaços sustentáveis

A próxima categoria do LEED, uso eficiente da água, é a única em que o pré-requisito e todos seus créditos, mostrados no quadro 5, possuem alguma relação direta com o sistema AQUA. Estes serão então comparados no capítulo seguinte.

CATEGORIA: USO EFICIENTE DA ÁGUA		
PRÉ-REQUISITO		
1	Redução do uso da água	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO (até 11 pontos)
1	Uso eficiente da água para paisagismo	2 a 4
2	Tecnologias inovadoras de águas residuais	2
3	Redução do uso da água	2 a 4
4	Processo de redução do uso da água	1

Quadro 5: LEED *for Schools*: categoria uso eficiente da água
(baseado em USGBC, 2009)

O quadro 6 mostra os pré-requisitos e os créditos incluídos na categoria energia e atmosfera do LEED.

CATEGORIA: ENERGIA E ATMOSFERA		
PRÉ-REQUISITOS		
1	Comissionamento dos principais sistemas de energia da edificação	
2	Performance mínima de energia	
3	Gestão fundamental de refrigerantes	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO (até 33 pontos)
1	Otimização do desempenho energético	1 a 19
2	Energias renováveis no local	1 a 7
3	Melhorias no comissionamento	2
4	Gerenciamento da emissão de gases	1
5	Medição e verificação de desempenho	2
6	Energia verde	2

Quadro 6: LEED *for Schools*: categoria energia e atmosfera
(baseado em USGBC, 2009)

O pré-requisito 1 (comissionamento dos principais sistemas de energia da edificação) e o crédito 3 (melhorias no comissionamento) estão diretamente conectados e foram considerados exclusivos ao sistema LEED. O pré-requisito é extremamente importante para atingir os objetivos do projeto e é obrigatório para a obtenção da certificação. O comissionamento permite a verificação e validação das condições reais de operação de uma edificação ou seus sistemas, em relação ao desempenho projetado. Entre os benefícios de comissionar os sistemas de energia do prédio estão:

- a) menor consumo de energia;
- b) menores custos operacionais;
- c) menos retrabalhos;
- d) melhor documentação da construção;
- e) verificação de que o desempenho dos sistemas estão de acordo com as exigências do proprietário.

Para atender ao pré-requisito a edificação deve designar uma autoridade independente para liderar, analisar e supervisionar, o quanto antes possível, o cumprimento de todas as

atividades do processo de comissionamento e que tenha experiência anterior na área em pelos menos outros dois empreendimentos. Como resultado final, deve-se apresentar relatório atestando que os sistemas estão operando de acordo com os projetos e os requerimentos do proprietário. Já o crédito 3 irá pontuar a edificação caso sejam atendidos estes mesmos critérios do pré-requisito 1.

O pré-requisito 3 (gestão fundamental de refrigerantes) tem o objetivo de fazer com que o edifício não contribua com a destruição da camada de ozônio, eliminando todo o CFC dos equipamentos de ar condicionado. A estratégia para atender a este pré-requisito é fazer com que o condomínio adote, após a entrega do empreendimento, uma política de restrição à instalação de equipamentos que ainda sejam baseados no CFC, por parte dos usuários. O crédito 4 (gerenciamento da emissão de gases), por sua vez, irá proporcionar um ponto caso estes critérios do pré-requisito 3 sejam atendidos.

Há ainda o crédito 5 (medição e verificação de desempenho) que visa garantir a responsabilidade do consumo de energia da edificação ao longo do tempo, através do desenvolvimento e implantação de um plano de medição e verificação de energia para avaliar o desempenho do sistema energético da edificação.

O quadro 7, a seguir, mostra um resumo dos itens considerados exclusivos ao sistema LEED para escolas, quanto à categoria energia e atmosfera. Nota-se que a questão da gestão do empreendimento quanto à obtenção do desempenho energético projetado é uma característica bastante forte deste sistema.

CATEGORIA: ENERGIA E ATMOSFERA		
PRÉ-REQUISITOS		
1	Comissionamento dos principais sistemas de energia da edificação	
3	Gestão fundamental de refrigerantes	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO
3	Melhorias no comissionamento	2
4	Gerenciamento da emissão de gases	1
5	Medição e verificação de desempenho	2

Quadro 7: itens exclusivos ao LEED *for Schools*: categoria energia e atmosfera

O quadro 8 traz o pré-requisito e os créditos incluídos na categoria materiais e recursos do LEED.

CATEGORIA: MATERIAIS E RECURSOS		
PRÉ-REQUISITO		
1	Coleta e armazenamento de resíduos recicláveis	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO (até 13 pontos)
1.1	Reuso da edificação: manutenção dos elementos estruturais	1 a 2
1.2	Reuso da edificação: manutenção dos elementos não-estruturais	1
2	Gestão dos resíduos da construção	1 a 2
3	Reuso dos materiais	1 a 2
4	Conteúdo reciclado	1 a 2
5	Materiais regionais/locais	1 a 2
6	Materiais rapidamente renováveis	1
7	Madeira certificada	1

Quadro 8: LEED *for Schools*: categoria materiais e recursos
(baseado em USGBC, 2009)

Dentro destes itens, apenas um crédito foi considerado exclusivo ao sistema LEED, o crédito 6 (materiais rapidamente renováveis), que procura reduzir o uso e esgotamento de matérias-primas finitas e de materiais renováveis de longo ciclo, substituindo-os por materiais rapidamente renováveis (bambu, lã, algodão, cortiça) para 2,5% do valor total de todos os materiais e produtos utilizados no projeto. O quadro 9, na sequência, mostra este item exclusivo ao sistema LEED.

CATEGORIA: MATERIAIS E RECURSOS		
CRÉDITO		PONTUAÇÃO
6	Materiais rapidamente renováveis	1

Quadro 9: item exclusivo ao LEED *for Schools*: categoria materiais e recursos

O quadro 10 mostra os pré-requisitos e os créditos relativos à categoria qualidade do ambiente interno do LEED.

CATEGORIA: QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO		
PRÉ-REQUISITOS		
1	Qualidade mínima do ar interno	
2	Controle da fumaça de cigarros no ambiente	
3	Desempenho acústico mínimo	
CRÉDITOS		PONTUAÇÃO (até 19 pontos)
1	Monitoramento do dióxido de carbono	1
2	Aumento da ventilação	1
3.1	Plano de gestão da qualidade do ar interno: durante a construção	1
3.2	Plano de gestão da qualidade do ar interno: antes da ocupação	1
4	Materiais com baixa emissão de poluentes	1 a 4
5	Controle da poluição interna por origem química	1
6.1	Controle dos sistemas: iluminação	1
6.2	Controle dos sistemas: conforto térmico	1
7.1	Conforto térmico: projeto	1
7.2	Conforto térmico: verificação	1
8.1	Iluminação natural	1 a 3
8.2	Vistas para o ambiente externo	1
9	Aumento do desempenho acústico	1
10	Prevenção contra o mofo	1

Quadro 10: LEED *for Schools*: categoria qualidade do ambiente interno
(baseado em USGBC, 2009)

O pré-requisito 2 aborda um assunto que também foi considerado exclusivo ao sistema LEED, o controle da fumaça de cigarros no ambiente. Este item tem como objetivo minimizar a exposição dos ocupantes do edifício, das superfícies internas e dos sistemas de ventilação e distribuição de ar, à fumaça de tabaco. Para cumprir o pré-requisito, deve ser proibido fumar nas áreas internas do edifício, e nas áreas externas a uma distância de aproximadamente 8,0m das entradas do mesmo, das tomadas de ar do sistema de ventilação e de qualquer janela que possa ser aberta.

Outro assunto que entra nestas considerações de exclusividade ao sistema LEED está relacionado ao crédito 10 (prevenção contra o mofo), que busca reduzir a potencial presença de mofo nas escolas através de medidas preventivas de concepção e construção. Como requisito, é preciso fornecer sistemas de controle destinados a limitar a umidade relativa a 60%, tanto em condições de ocupação quanto de desocupação. No quadro 11 são então evidenciados o pré-requisito e o crédito considerados exclusivos ao LEED, quanto a qualidade do ambiente interno.

CATEGORIA: QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO		
PRÉ-REQUISITO		
2	Controle da fumaça de cigarros no ambiente	
CRÉDITO		PONTUAÇÃO
10	Prevenção contra o mofo	
		1

Quadro 11: itens exclusivos ao LEED *for Schools*: categoria qualidade do ambiente interno

Quanto aos créditos exclusivos é possível notar que não chegam a representar uma pontuação muito significativa quanto ao total da pontuação do sistema LEED. Eles são apresentados através de um quadro geral (quadro 12). Desta maneira é finalizada a exibição dos pré-requisitos e créditos exclusivos ao LEED (em comparação com o AQUA) e também a apresentação de todos os itens envolvidos neste sistema. Na sequência será abordado o funcionamento do sistema AQUA, juntamente com seus créditos considerados exclusivos.

ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS	PONTUAÇÃO
Avaliação ambiental do local (pré-requisito)	-
Recuperação de áreas contaminadas	1
Ilhas de calor: em geral	1
Ilhas de calor: em telhados	1
Plano diretor da área	1
Uso conjunto das instalações	1
ENERGIA E ATMOSFERA	
Comissionamento dos principais sistemas de energia da edificação (pré-requisito)	-
Gestão fundamental de refrigerantes (pré-requisito)	-
Melhorias no comissionamento	2
Gerenciamento da emissão de gases	1
Medição e verificação de desempenho	2
MATERIAIS E RECURSOS	
Materiais rapidamente renováveis	1
QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	
Controle da fumaça de cigarros no ambiente (pré-requisito)	-
Prevenção contra o mofo	1
TOTAL =	12

Quadro 12: todos os itens considerados exclusivos ao LEED *for Schools*

4.2 SISTEMA AQUA

Recentemente, foi lançada no País a primeira alternativa para certificação de empreendimentos sustentáveis adaptada às condições brasileiras. Com o objetivo de desenvolver práticas de construção sustentável e o uso de materiais que gerem menor impacto ambiental, foi elaborado pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, em parceria com a Escola Politécnica da USP, o referencial técnico de certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) para edifícios do setor de serviços, que serve tanto para certificar edifícios comerciais como edifícios escolares, e é uma adaptação do sistema de certificação francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*).

De acordo com a Fundação Vanzolini (2007, p. 8), a obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto características de gestão ambiental, como de natureza arquitetônica e técnica. Esta é a razão pela qual o referencial técnico de certificação se estrutura em dois instrumentos, permitindo avaliar os desempenhos alcançados com relação aos dois elementos, que são os seguintes (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007, p. 8):

- a) **o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)**, para avaliar o sistema de gestão ambiental desenvolvido pelo empreendedor;
- b) **o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE)**, para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

Segundo a Fundação Vanzolini (2007, p. 9), o sistema AQUA permite avaliar um dado empreendimento, novo ou envolvendo uma reabilitação significativa, composto por edifícios destinados ao uso como escritórios ou edifícios escolares, além do fato de poder ser utilizado pelos agentes do empreendimento desde a decisão de realizá-lo, até a sua entrega. As fases cobertas por esta certificação são assim descritas (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007, p. 9):

- a) **programa**: fase na qual se elabora o programa de necessidades, documento destinado aos projetistas para a concepção arquitetônica e técnica do empreendimento;
- b) **concepção**: fase na qual os projetistas, com base nas informações do programa, elaboram a concepção arquitetônica e técnica do empreendimento;
- c) **realização**: fase na qual os projetos são construídos, tendo como resultado final a construção do empreendimento.

O referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) organiza-se de acordo com os seguintes capítulos (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007, p. 11):

- a) **comprometimento do empreendedor**, no qual são descritos os elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e suas exigências para formalizar tal comprometimento;
- b) **implementação e funcionamento**, no qual são descritas as exigências em termos de organização;
- c) **gestão do empreendimento**, no qual são descritas as exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE e de ações corretivas;
- d) **aprendizagem**, onde são descritas as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

Segundo a Fundação Vanzolini (2007, p.8), a Qualidade Ambiental do Edifício é estruturada em 14 categorias (conjuntos de preocupações) que são divididas em 4 famílias: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde. Cada categoria é ainda dividida em subcategorias, somando 37 no total.

O desempenho associado a cada uma das categorias da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) se expressa segundo 3 níveis² (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007, p. 12):

- a) bom: nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação se esta for suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática corrente;
- b) superior: nível correspondendo ao das boas práticas;
- c) excelente: nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, mas somente caso eles possam ser atingíveis.

É exigido que o perfil de desempenho nas 14 categorias do sistema AQUA seja, pelo menos, excelente em 3 categorias, superior em 4 e bom em 7, conforme ilustrado na figura 2.

² Para a presente edição brasileira do referencial, as exigências regulamentares e normativas, as práticas correntes, as boas práticas e as práticas que levam aos desempenhos máximos foram ajustadas para a realidade do País, em outubro de 2007.

EXCELENTE	MÍNIMO: 3 CATEGORIAS	4	MÁXIMO: 7 CATEGORIAS
SUPERIOR			
BOM			

Figura 2: perfil ambiental das 14 categorias da QAE
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

Da mesma maneira como foi feito anteriormente para o LEED, será feito para o AQUA, na sequência. Serão exibidos os quadros com as categorias e subcategorias que compõem cada uma das 4 famílias deste sistema, juntamente com aqueles itens considerados exclusivos ao sistema brasileiro. O quadro 13, a seguir, traz os temas ligados à primeira família do AQUA: eco-construção.

ECO-CONSTRUÇÃO	
1	RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO
1.1	Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável
1.2	Qualidade dos espaços exteriores para os usuários
1.3	Impactos do edifício sobre a vizinhança
2	ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS
2.1	Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade da construção
2.2	Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção
2.3	Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar seus impactos socioambientais
2.4	Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar à saúde humana
3	CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL
3.1	Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras
3.2	Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras

Quadro 13: AQUA: família eco-construção
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

A primeira subcategoria do AQUA que não encontrou similaridade com o sistema LEED foi a 1.3 (impactos do edifício sobre a vizinhança). Ela busca assegurar à vizinhança o direito ao sol, à luminosidade, às vistas, à saúde e à tranquilidade. Para isto, medidas devem ser tomadas para otimizar o direito ao sol da vizinhança, limitar o efeito de sombreamento sobre os

edifícios vizinhos, evitar zonas úmidas e zonas favoráveis à proliferação de insetos e limitar os ruídos de equipamentos e atividades do empreendimento sobre a vizinhança.

Outras questões exclusivas ao AQUA estão relacionadas às escolhas construtivas para a durabilidade, adaptabilidade e facilidade de conservação da construção, subcategorias 2.1 e 2.2. Elas tratam sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e a desmontabilidade de produtos, sistemas e processos em função de sua vida útil, que pode ser curta (10 anos), média (25 anos) ou longa (50 a 100 anos), conforme esse sistema de certificação. Priorizam também a escolha de produtos, sistemas ou processos cujas características possam ser verificadas, ou seja, que possuam aprovação técnica por algum órgão reconhecido ou certificação de qualidade. Além disso, abrangem a escolha de produtos de natureza fácil de limpar e conservar, além da facilidade de acesso para a conservação do edifício, como, por exemplo, fachadas, vidraças, forros, etc.

O quadro 14 traz as subcategorias relacionadas à família eco-construção consideradas exclusivas ao sistema AQUA.

ECO-CONSTRUÇÃO	
1	RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO
1.3	Impactos do edifício sobre a vizinhança
2	ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS
2.1	Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade da construção
2.2	Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção

Quadro 14: itens exclusivos ao AQUA: família eco-construção

O quadro 15, a seguir, mostra os itens ligados à segunda família do AQUA: eco-gestão.

ECO-GESTÃO	
4	GESTÃO DA ENERGIA
4.1	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica
4.2	Redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados
5	GESTÃO DA ÁGUA
5.1	Redução do consumo de água potável
5.2	Otimização da gestão de águas pluviais
6	GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO
6.1	Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação
6.2	Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação
7	MANUTENÇÃO - PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL
7.1	Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento
7.2	Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação
7.3	Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação
7.4	Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água

Quadro 15: AQUA: família eco-gestão
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

A subcategoria 4.1 (redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica) foi considerada exclusiva ao sistema AQUA. Ela traz alguns exemplos de melhorias na concepção da edificação, através de um forte isolamento térmico das vedações, inércia térmica forte, cobertura ventilada e ventilação cruzada, para limitar a necessidade de resfriamento. Mostra também que é possível limitar a necessidade de iluminação artificial através da iluminação natural abundante em ambientes de trabalho e circulação, evitando a irradiação direta, empregando cores claras para as superfícies internas, entre outros.

Quanto à questão da permanência do desempenho ambiental, três das quatro subcategorias referentes ao assunto foram consideradas exclusivas ao sistema AQUA, e elas são as seguintes:

- a) permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento (7.1);
- b) permanência do desempenho dos sistemas de iluminação (7.3);
- c) permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água (7.4).

Quanto aos **sistemas de aquecimento e resfriamento** o AQUA aborda que é preciso disponibilizar meios para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação do edifício, através de medidores de energia setorizados, do acompanhamento do nível de conforto por um sistema de automação predial, do controle e gestão da demanda de

potência elétrica e de um sistema de detecção de falhas. É preciso também garantir simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite os incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções, facilitando o acesso às mesmas, durante seu uso e operação.

Para os **sistemas de iluminação** o AQUA manifesta que se torna necessário haver medidores de energia para as redes e acompanhamento dos consumos, manutenção preventiva, escolha de luminárias pouco sensíveis ao empoeiramento e gestão da iluminação quanto aos horários de ocupação e duração da luz natural. Esta subcategoria também aborda a limitação da variedade de lâmpadas e luminárias presentes no edifício, de maneira a simplificar a manutenção e a facilidade de acesso seguro às mesmas, quando localizadas em pontos elevados, por exemplo.

O AQUA ainda discorre que o acompanhamento e o controle do **desempenho dos sistemas de gestão das águas** é facilitado quando se utilizam medidores de água setorizados, sistemas de detecção de vazamentos, meios para a realização de tratamentos anti-incrustação e antidesenvolvimento de microorganismos e dispositivos de análise da qualidade da água pluvial (quando armazenada). Quanto à simplicidade de concepção e limitação dos incômodos aos ocupantes é preciso haver uma setorização das redes de água, possibilitando as intervenções apenas nos pontos necessários.

A fase de uso e operação da edificação não é coberta pelo AQUA, assim como também não é coberta pelo LEED, porém o AQUA traz alguns elementos que facilitam a efetiva obtenção dos desempenhos ambientais de uma edificação após a sua entrega, o que torna os dois sistemas distintos quanto à esta questão. Percebe-se, também, que melhorias na concepção arquitetônica de uma edificação são uma questão importante para o AQUA quanto à redução do consumo de energia. O quadro 16 traz um resumo dos itens considerados exclusivos ao sistema AQUA quanto à categoria eco-gestão.

ECO-GESTÃO	
4	GESTÃO DA ENERGIA
4.1	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica
7	MANUTENÇÃO - PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL
7.1	Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento
7.3	Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação
7.4	Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água

Quadro 16: itens exclusivos ao AQUA: família eco-gestão
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

O quadro 17 evidencia os temas ligados à terceira família do AQUA: conforto.

CONFORTO	
8	CONFORTO HIGROTÉRMICO
8.1	Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto de verão e inverno
8.2	Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno
8.3	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente
8.4	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados artificialmente
9	CONFORTO ACÚSTICO
9.1	Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos
9.2	Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes
10	CONFORTO VISUAL
10.1	Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)
10.2	Iluminação artificial confortável
11	CONFORTO OLFA TIVO
11.1	Garantia de uma ventilação eficaz
11.2	Controle das fontes de odores desagradáveis

Quadro 17: AQUA: família conforto
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

A subcategoria 11.2 (controle das fontes de odores desagradáveis) é a única desta família considerada exclusiva ao sistema AQUA. Ela trata da identificação das fontes de odores, ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, e também da adoção de soluções arquitetônicas para reduzir os efeitos destas fontes, restringindo a entrada de odores provenientes do meio externo, organizando os espaços para limitar os incômodos olfativos internos ao edifício e proporcionando a exaustão destes odores. O quadro 18 traz o resumo desta família, contendo apenas este item considerado restrito ao sistema AQUA.

CONFORTO	
11	CONFORTO OLFAATIVO
11.2	Controle das fontes de odores desagradáveis

Quadro 18: item exclusivo ao AQUA: família conforto

O quadro 19 traz os temas ligados à quarta e última família do AQUA: saúde.

SAÚDE	
12	QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES
12.1	Controle da exposição eletromagnética
12.2	Criação de condições de higiene específicas
13	QUALIDADE SANITÁRIA DO AR
13.1	Garantia de uma ventilação eficaz
13.2	Controle das fontes de poluição
14	QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA
14.1	Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas
14.2	Organização e proteção das redes internas
14.3	Controle da temperatura na rede interna
14.4	Controle dos tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação

Quadro 19: AQUA: família saúde
(baseado em FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007)

Existem duas categorias do AQUA que foram consideradas exclusivas a este sistema. Uma delas é a categoria 12, que trata da qualidade sanitária dos ambientes. Esta categoria abrange duas questões bem distintas: o controle da exposição eletromagnética e a criação de condições de higiene específicas. A primeira delas pode ser considerada ainda um assunto recente, em que os dados científicos disponíveis não apontam em definitivo qualquer efeito nocivo à saúde das pessoas sobre os efeitos das ondas eletromagnéticas. Porém, o sistema brasileiro considera importante o comprometimento com esta questão. Já a segunda, trabalha com a criação de condições de higiene em locais que realizem atividades específicas.

A subcategoria 12.1 (controle da exposição eletromagnética) propõe avaliar de maneira diferente duas fontes de exposição eletromagnéticas, as fontes do universo das “energias” e as fontes do universo das telecomunicações. A primeira delas, **fontes de energia**, procura identificar as fontes emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência no entorno e internas ao empreendimento, como, por exemplo, proximidade de linha de alta tensão, transformadores e cabos aéreos de alimentação elétrica (de trens, bondes), como fontes potenciais do entorno, e máquinas, elevadores e sistemas de iluminação, como fontes

potenciais do empreendimento. Outra preocupação é em otimizar a escolha das fontes internas em relação a seu impacto eletromagnético, por exemplo, localizando as prumadas de alimentação de preferência distantes dos ambientes sensíveis ou de permanência prolongada, escolhendo equipamentos com bom rendimento energético, localizando o transformador em subsolos mais profundos (levando em conta também questões relativas à acústica), etc. Com relação às **fontes de telecomunicações**, os critérios de avaliação procuram identificar fontes de radiofrequência no entorno (emissor de rádio difusão, radar, estação de transmissão de telefonia celular), estimar o campo eletromagnético ambiente e do próprio empreendimento, através de medições ou simulações, e também expressar a contribuição do empreendimento à exposição global, através de um cálculo que relaciona os campos do entorno e do empreendimento.

Já a subcategoria 12.2 (criação de condições de higiene específicas) se preocupa em identificar os locais com estas condições, que realizem atividades particulares, como estocagem de resíduos, recepção de animais, sanitários, cozinha, lavagem de roupas, etc. Para estes locais é necessário, portanto, tomar medidas para criar as condições de higiene específicas, através de ventilação, gestão dos fluxos de entrada e saída, circulações internas e equipamentos e instalações de limpeza disponíveis no ambiente.

Outra categoria considerada exclusiva ao sistema AQUA é a 14 (qualidade sanitária da água), que se separa em 4 subcategorias:

- a) qualidade e durabilidade dos materiais empregados (14.1);
- b) organização e proteção das redes internas (14.2);
- c) controle da temperatura na rede interna (14.3);
- d) controle de tratamento anticorrosivo e anti-incrustação (14.4).

A primeira delas, 14.1, propõe a escolha de materiais que estejam em conformidade com a normalização técnica, no caso a NBR 5626/1998: Instalação Predial de Água Fria, refere-se que é necessário também escolher materiais compatíveis com a natureza físico-química da água distribuída e que é necessário respeitar os procedimentos de instalação de tubulações em função do material que as compõem. A segunda subcategoria, 14.2, visa estruturar, sinalizar e separar as redes internas em função dos usos da água, como as redes de água potável e as

eventuais redes de água não-potável. A distinção e identificação destas tubulações podem ser realizadas por meio de cores e no caso de redes de aproveitamento de água pluvial é necessário haver ainda uma codificação distinta entre a rede destinada ao armazenamento (com a finalidade de utilização) e a destinada ao lançamento (na rede coletiva ou por infiltração).

Já a terceira subcategoria, 14.3, procura controlar o risco de queimaduras e também o risco do desenvolvimento de bactérias, como, por exemplo, a *Legionella pneumophyla*, causadora da legionelose, que toleram temperaturas elevadas, isolando as redes internas de água quente e fria. A quarta e última subcategoria, 14.4, aborda a adequação do tratamento com a natureza da água e das características da rede interna, dispondo que deve ser calculado o potencial de incrustação e que deve haver uma dosagem adequada. É necessário, portanto, verificar e assegurar o desempenho dos tratamentos, instalando tubos de controle e torneiras de teste nas saídas de água quente e fria.

Conclui-se, inicialmente, a partir destes itens, que existe uma maior preocupação do AQUA quanto à saúde de seus ocupantes, apresentadas através de formas bastante distintas, que não se encaixam dentro dos créditos envolvidos no sistema LEED. O quadro 20 mostra os itens considerados exclusivos ao AQUA, quanto à família saúde.

SAÚDE	
12	QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES
12.1	Controle da exposição eletromagnética
12.2	Criação de condições de higiene específicas
14	QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA
14.1	Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas
14.2	Organização e proteção das redes internas
14.3	Controle da temperatura na rede interna
14.4	Controle dos tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação

Quadro 20: itens exclusivos ao AQUA: família saúde

Desta forma é finalizada a apresentação de todas as categorias e subcategorias do sistema AQUA, além de como o sistema é organizado e constituído. O quadro 21 traz um resumo de todas as subcategorias que foram consideradas exclusivas a este sistema (em comparação com o LEED) e que também foram abordadas anteriormente.

ECO-CONSTRUÇÃO	
1.3	Impactos do edifício sobre a vizinhança
2.1	Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade da construção
2.2	Escolhas construtivas para a facilidade de conservação da construção
ECO-GESTÃO	
4.1	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica
7.1	Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento
7.3	Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação
7.4	Permanência do desempenho dos sistemas de gestão da água
CONFORTO	
11.2	Controle das fontes de odores desagradáveis
SAÚDE	
12.1	Controle da exposição eletromagnética
12.2	Criação de condições de higiene específicas
14.1	Qualidade e durabilidade dos materiais empregados em redes internas
14.2	Organização e proteção das redes internas
14.3	Controle da temperatura na rede interna
14.4	Controle dos tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação

Quadro 21: todos os itens considerados exclusivos ao AQUA

Os itens restantes dos dois sistemas e que representam a maioria dos créditos do LEED e subcategorias do AQUA serão trabalhados durante o próximo capítulo, onde então serão feitas as comparações entre aqueles tópicos que se relacionam de alguma maneira.

5 COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS DO AQUA E DO LEED

Conforme visto no capítulo anterior, existem itens de um sistema que não possuem relação direta com o outro, sendo considerados neste trabalho como exclusivos a cada um dos sistemas envolvidos. Sendo assim, todos os outros créditos do LEED e subcategorias do AQUA se relacionam entre si de alguma forma. Isto é o que será abordado neste capítulo. Para realizar o comparativo se decidiu por seguir a sequência de avaliação do sistema AQUA, excluindo os itens já abordados como exclusivos, primeiramente abordando os objetivos das subcategorias deste sistema, em seguida apontando os créditos do LEED que se relacionam com o assunto tratado e por fim as considerações e comparações a serem feitas sobre as questões envolvidas em ambas as certificações.

Como as 5 principais categorias do LEED são amplamente mencionadas durante este trabalho, adotou-se um esquema de códigos que serão utilizados neste capítulo e que abreviam estas categorias, de acordo com o quadro 22.

CATEGORIA	CÓDIGO
Espaços Sustentáveis	ES
Uso Eficiente da Água	UA
Energia e Atmosfera	EA
Materiais e Recursos	MR
Qualidade do Ambiente Interno	QI

Quadro 22: código para as 5 principais categorias do LEED

O AQUA é composto por 4 grandes famílias e a primeira delas é a eco-construção, que envolve 3 categorias. Algumas subcategorias já foram mostradas no capítulo anterior, desta forma o quadro 23, a seguir, traz apenas os itens desta família que se relacionam de alguma forma com o LEED.

ECO-CONSTRUÇÃO	
1	RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO
1.1	Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável
1.2	Qualidade dos espaços exteriores para os usuários
2	ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS
2.3	Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar seus impactos socioambientais
2.4	Escolhas dos produtos de construção a fim de limitar à saúde humana
3	CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL
3.1	Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras
3.2	Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras

Quadro 23: eco-construção: itens do AQUA que se relacionam com o LEED

5.1 RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM O SEU ENTORNO

Esta primeira categoria do AQUA, pertencente à família eco-construção, possui uma subcategoria (1.3) que foi considerada exclusiva a este sistema e já foi explicitada anteriormente. Existem ainda outras duas subcategorias (1.1 e 1.2) que se relacionam de alguma maneira com alguns créditos do LEED e serão tratadas a seguir.

5.1.1 Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável

Este item do AQUA procura assegurar a coerência da implantação do empreendimento no terreno e as expectativas de desenvolvimento sustentável da comunidade, nos mais variados pontos, explorando racionalmente redes e recursos disponíveis e minimizando novos impactos no local. Preocupa-se com o ecossistema e a biodiversidade do local, incentivando a implantação de áreas verdes onde for possível (telhados verdes, por exemplo), em gerir adequadamente as águas pluviais, tomando medidas para otimizar o binômio retenção/infiltração e limitar os riscos de inundação e propagação de poluentes pelo transbordamento das margens de corpos de água, no terreno ou em seu entorno. Aborda também a questão dos meios de transporte, incentivando o deslocamento limpo (de bicicleta, a pé, etc.), os pouco ou nada poluentes e destaca que a escolha das medidas a serem adotadas quanto a este tema é função do contexto do empreendimento e da política global da cidade

quanto aos transportes urbanos. A seguir serão mostrados os créditos do LEED que se relacionam com estas questões.

O crédito ES 1 (seleção da área) do LEED tem o objetivo de evitar o desenvolvimento de áreas inapropriadas e reduzir o impacto ambiental, a partir da localização do edifício no terreno, evitando desenvolver edificações em terrenos agrícolas, possivelmente inundáveis e identificados como habitats para espécies animais ameaçadas de extinção. Quanto ao desenvolvimento do local, o crédito ES 2 (desenvolvimento: conectividade com a comunidade) além de visar a proteção e preservação de habitats e recursos naturais, leva em conta a conectividade com a comunidade em relação aos serviços básicos (banco, igreja, restaurante, bombeiros, supermercado, etc.), considerando que a escola deva se situar distante no máximo a um quilômetro de pelo menos 10 destes serviços básicos.

Os créditos ES 5.1 e 5.2 que consideram o desenvolvimento do local do empreendimento quanto à proteção ou restauração de habitats naturais e maximização do espaço aberto, respectivamente, visam a conservação ao máximo das áreas verdes. O primeiro deles busca manter um mínimo de 50% da área com vegetação nativa ou adaptada, enquanto o segundo procura aumentar os espaços abertos destinados à vegetação, quando não houver espécies nativas no local, minimizando a pegada ecológica.

O LEED, quanto à questão dos meios de transporte, procura reduzir a poluição e os impactos do desenvolvimento a partir do não-uso do automóvel, levando em conta quatro importantes tópicos relativos ao tema, dos créditos ES 4.1 ao 4.4, como:

- a) acesso ao transporte público: presença de malha ferroviária próxima ao local, paradas de ônibus também próximas (ônibus escolar pode ser considerado) e a proximidade da moradia dos estudantes com a escola, proporcionando deslocamentos a pé;
- b) armazenamento de bicicletas e vestiários: presença de bicicletários seguros para 5% ou mais dos funcionários e estudantes, além de proporcionar vestiários e chuveiros para 0,5% dos funcionários que trabalham em período integral;
- c) veículos de baixa emissão e baixo consumo de combustível: desenvolvimento de um plano para os ônibus escolares e veículos da escola utilizarem 20% de combustível natural (biodiesel, gás natural), além do fornecimento de 5% das vagas de estacionamento para portadores de deficiência;

- d) capacidade de estacionamento: verificar a capacidade máxima de acordo com o plano diretor, fornecer 5% das vagas para ônibus escolares, limitar a implantação de novos estacionamentos e dificultar o acesso a eles.

De acordo com as questões abordadas é possível tirar algumas conclusões. Enquanto o AQUA leva em consideração a implantação do empreendimento com relação ao atendimento das expectativas de desenvolvimento sustentável da comunidade, o LEED já considera uma conectividade com a comunidade através da localização de serviços básicos próximos ao local, mas ambos levam em conta a redução dos impactos causados pela implantação de uma edificação no terreno. Outra questão é referente a preservação dos ecossistemas e habitats naturais existentes, com o LEED incentivando a manutenção de um mínimo de 50% de espécies nativas ou adaptadas, enquanto o AQUA incentiva o uso de áreas verdes, porém não adota uma porcentagem mínima. Por outro lado, ambos os sistemas procuram escolher espécies vegetais que melhor se adaptem ao clima e ao terreno, que facilitem sua manutenção e requeiram o mínimo de irrigação, fertilizantes, pesticidas e herbicidas. Por fim, é possível notar uma grande diferença entre os dois sistemas quanto à questão dos meios de transportes. O AQUA trata do assunto através de um subitem de uma subcategoria, enquanto o LEED traz 4 importantes créditos ligados ao tema, envolvendo uma gama de propostas de redução do uso do automóvel e, conseqüentemente, das emissões de gases. O quadro 24 traz um resumo dos créditos do LEED que se relacionam com a subcategoria do AQUA tratada neste item.

AQUA	LEED
RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO	ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS
1.1 - Implantação do empreendimento no terreno para um desenvolvimento urbano sustentável	1 - Seleção do local do empreendimento 2 - Desenvolvimento: conectividade com a comunidade 4.1 - Transporte alternativo: acesso ao transporte público 4.2 - Transporte alternativo: armazenamento de bicicletas e vestiários 4.3 - Transporte alternativo: veículos de baixa emissão e baixo consumo de combustível 4.4 - Transporte alternativo: capacidade de estacionamento 5.1 - Desenvolvimento do local do empreendimento: proteger ou restaurar habitats naturais 5.2 - Desenvolvimento do local do empreendimento: maximizar o espaço aberto

Quadro 24: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 1.1 do AQUA

5.1.2 Qualidade dos espaços exteriores para os usuários

A preocupação desta subcategoria do AQUA é de criar conforto ambiental exterior satisfatório, tomando medidas para limitar os efeitos incômodos do vento e tirando proveito dele para arejar os espaços, proteger contra os efeitos indesejáveis da chuva e otimizar o potencial de exposição ao sol. Procura também criar um conforto acústico exterior satisfatório, levando em conta as fontes emissoras de ruídos, geradas pelo entorno do empreendimento, além de um conforto visual satisfatório, através do acesso às vistas e de uma iluminação exterior ótima, especialmente em zonas de circulação exteriores, áreas de estocagem de resíduos de uso e operação e zonas de iluminação fraca. Outra preocupação é assegurar espaços exteriores saudáveis, levando em conta o risco de poluição dos mesmos, por exemplo, através de indústrias vizinhas, espécies vegetais tóxicas, alergênicas, etc. A seguir será mostrado o crédito do LEED que se relaciona com este assunto.

Quanto ao conforto visual exterior satisfatório, o crédito ES 8 (redução da poluição luminosa) do LEED procura evitar uma poluição luminosa excessiva, incentivando a iluminação exterior

apenas referente à segurança e ao conforto dos usuários. Um dos objetivos deste crédito é reduzir o efeito *sky-glow* (brilho do céu) de grandes cidades, devido à poluição luminosa causada por excesso de iluminação direcionada para o céu. Este mesmo crédito ainda se refere quanto à iluminação interna, que deve ser automaticamente desligada fora do horário de expediente, em pelo menos 50% do período noturno, reduzindo ainda mais o impacto causado pela iluminação.

Com base nestes dados, quanto à criação de conforto ambiental e acústico exteriores, é possível dizer que o LEED para escolas não aborda estas questões, assim como a garantia de espaços exteriores saudáveis. Ambos os sistemas tratam do conforto visual exterior, porém a abordagem do LEED é diferente do AQUA, com o sistema norte-americano se preocupando com os impactos da poluição luminosa num sentido bem mais amplo. O quadro 25 traz a relação entre os itens envolvidos em ambos os sistemas.

AQUA	LEED
RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO	ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS
1.2 - Qualidade dos espaços exteriores para os usuários	8 - Redução da poluição luminosa

Quadro 25: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 1.2 do AQUA

5.2 ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Esta categoria pertencente à família eco-construção do AQUA é composta por 4 subcategorias, porém duas delas foram consideradas exclusivas a este sistema durante o capítulo anterior. As outras duas que possuem alguma relação direta com o sistema LEED serão mostradas a seguir.

5.2.1 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar seus impactos socioambientais

Esta subcategoria do AQUA se preocupa em conhecer a contribuição dos produtos de construção nos impactos ambientais, especialmente aqueles ligados à emissão de gases contribuintes ao efeito estufa, à geração de resíduos, à possibilidade de reuso/reciclagem de materiais e ao uso de recursos renováveis, escolhendo os melhores produtos, de forma a limitar sua contribuição quanto a estes impactos. No critério de avaliação desta subcategoria entra, por exemplo:

- a) a questão dos produtos de construção localizarem-se, em geral, a menos de 300 km do local da obra, para no mínimo 30% da quantidade total de materiais em massa;
- b) a preferência pelo uso do cimento CP III ou CP IV, de acordo com a disponibilidade no mercado local;
- c) o uso de madeira certificada e/ou de reflorestamento;
- d) o uso de agregados reciclados (20% em massa);
- e) o uso de produtos que apresentem maior possibilidade de reuso ou reciclagem ao final da vida útil do edifício, no mínimo para 50% dos elementos;
- f) o uso, sempre que disponível, de produtos cujo CO₂ emitido durante sua fase de produção tenha sido neutralizado por programas ambientais, etc.

Existe também a preocupação de conhecer e escolher fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade fiscal e trabalhista na cadeia produtiva. As famílias de produtos da construção no sistema AQUA são ainda divididas em duas:

- a) obra bruta,
 - estrutura portante vertical: alvenarias, paredes maciças e pilares;
 - estrutura portante horizontal: lajes e vigas;
 - fundações;
 - estruturas de coberturas;
 - revestimentos de argamassa (de parede, teto, etc.);
- b) obra limpa,
 - cobertura (telhamento, impermeabilização);

- divisórias de separação;
- fachadas leves e elementos de fachada;
- outros revestimentos de piso;
- esquadrias exteriores (janelas, vidraças, portas).

Uma das cinco categorias do LEED, materiais e recursos, procura avaliar a sustentabilidade da edificação, levando em conta os impactos ambientais relacionados aos materiais adquiridos e aos resíduos gerados. Portanto, alguns créditos desta categoria serão comparados com o item do AQUA, exposto anteriormente.

Enquanto o AQUA divide as famílias de produtos da construção em obra bruta e obra limpa, o LEED traz o conceito de elementos estruturais e não-estruturais, que podem ser considerados equivalentes, respectivamente. Os créditos MR 1.1 (reuso da edificação – manutenção dos elementos estruturais) e MR 1.2 (reuso da edificação – manutenção dos elementos não-estruturais) do LEED procuram estender o ciclo de vida da edificação e reduzir o desperdício e o impacto ambiental, no que diz respeito à fabricação e ao transporte de materiais. Para tanto, a pontuação é obtida através de certos percentuais de reutilização de materiais e elementos, pelo menos 75% de elementos estruturais e 50% de elementos não-estruturais, reutilizados na edificação.

O crédito MR 3 (reuso dos materiais) visa reutilizar materiais (painéis, portas, molduras, tijolos, objetos decorativos, etc.), tal que a soma dos mesmos constitua, pelo menos, 5% do valor total dos materiais, sobre o projeto. Ainda seguindo esta linha, o crédito MR 4 (conteúdo reciclado) busca utilizar pelo menos 10% de materiais com conteúdo reciclado, do total de materiais do projeto, reduzindo os impactos resultantes da extração e processamento de matérias-primas virgens.

Quanto ao uso de materiais regionais/locais, o crédito MR 5 do LEED trabalha com o uso de materiais ou produtos que tenham sido extraídos, colhidos ou recuperados, bem como fabricados, a menos de 800 km do local do projeto, a fim de reduzir os impactos ambientais resultantes do transporte, para um mínimo de 10% do valor total dos materiais. Por fim, em relação ao uso de madeira certificada, o crédito MR 7 do LEED busca utilizar no mínimo 50% de madeira à base de materiais e produtos que são certificados.

De acordo com os dados apresentados, percebe-se que o AQUA incentiva a utilização de materiais que permitam seu reuso ao final da vida útil da obra, enquanto para o LEED o reuso de materiais, estruturais e não-estruturais, durante a construção passa a ser o maior enfoque. Quanto à utilização de material reciclado (agregados) durante a obra, ambos os sistemas incentivam praticamente a mesma porcentagem. O LEED incentiva que metade da madeira utilizada na construção seja certificada, enquanto o AQUA trata do assunto porém não recomenda qualquer porcentagem mínima. O AQUA ainda trata de uma questão importante: a escolha de fabricantes que não pratiquem a informalidade fiscal e trabalhista, que só é abordada no sistema brasileiro, devido basicamente às nossas características socio-econômicas. Por fim, quanto à distância máxima adotada para a localização de parte dos materiais, o LEED aborda uma distância maior (800 km) para uma quantidade menor de material (10 a 20% em custo) do que o AQUA, que fala em 300 km para uma quantidade de 30% do total de materiais em massa. O quadro 26 exhibe um resumo dos créditos do LEED envolvidos dentro da subcategoria do AQUA em questão.

AQUA	LEED
ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	MATERIAIS E RECURSOS
2.3 - Escolha dos produtos de construção a fim de limitar seus impactos socioambientais	1.1 - Reuso da edificação: manutenção dos elementos estruturais 1.2 - Reuso da edificação: manutenção dos elementos não-estruturais 3 - Reuso dos materiais 4 - Conteúdo reciclado 5 - Materiais regionais/locais 7 - Madeira certificada

Quadro 26: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 2.3 do AQUA

5.2.2 Escolha dos produtos de construção a fim de limitar impactos à saúde humana

Esta subcategoria do AQUA se preocupa em conhecer os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana dos produtos de construção e em escolher aqueles que limitem esses impactos. Quanto aos critérios de avaliação, leva-se em conta o não-uso de produtos à base de amianto ou que contenham o mesmo em sua composição, o uso de tintas e adesivos somente à base de água, devendo os mesmos ser certificados pelo programa *Coatings Care*³. Aborda também a questão da utilização de lâmpadas que apresentem o selo do PROCEL⁴. Apesar de as lâmpadas fluorescentes e as de vapores metálicos apresentarem mercúrio em sua composição, elemento prejudicial à saúde, a sua grande eficiência energética, comparada a outras que não utilizam mercúrio, faz com que seu uso não seja restringido pelo sistema AQUA. A seguir serão mostrados dois créditos do LEED relacionados às questões envolvidas nesta subcategoria.

O crédito QI 4 (materiais com baixa emissão de poluentes) do LEED busca reduzir a quantidade de contaminantes presentes no ar, que são irritantes ou prejudiciais para o conforto e bem-estar dos ocupantes. Neste crédito se inserem os adesivos, selantes, tintas e revestimentos, que devem cumprir os requisitos do produto e serem testados pelo *California Department of Health Services* (Departamento da Califórnia de Serviços de Saúde). Além das tintas e adesivos, o crédito QI 4 leva em conta mais alguns assuntos, como, por exemplo: sistemas de pavimentação, compósitos de madeira e sistemas de parede e forro de gesso, que também devem ser testados pelo departamento norte-americano citado, além de que todo o mobiliário utilizado nas salas de aula deve ser certificado.

Com relação à questão do amianto, o LEED não aborda especificamente o assunto, porém existe o crédito QI 5 (controle da poluição interna por origem química), que visa minimizar a exposição dos ocupantes à edificações potencialmente perigosas e à partículas poluentes

³ É o mais importante programa de conscientização e compromisso que os agentes de toda a cadeia produtiva de tintas podem assumir em âmbito mundial, em prol da saúde e segurança e da não-agressão ao meio ambiente. No Brasil, o programa *Coatings Care* foi implantado pela ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, a quem cabe sua coordenação em âmbito nacional.

⁴ É um selo brasileiro que tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando economia na conta de energia elétrica. Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente.

químicas, com um enfoque voltado mais para o controle da entrada destes poluentes na edificação.

A preocupação da escolha de produtos que não causem impactos à saúde humana está basicamente relacionada aos dois sistemas quanto à utilização de tintas e adesivos. A preocupação é quanto à emissão de compostos orgânicos voláteis (COV), que são produtos tóxicos. O LEED, por sua vez, não chega a considerar a questão dos impactos à saúde pela escolha de lâmpadas, em seus créditos. O quadro 27 traz um esquema com os itens de ambos os sistemas envolvidos anteriormente.

AQUA	LEED
ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
2.4 - Escolha dos produtos de construção a fim de limitar impactos à saúde humana	4 - Materiais com baixa emissão de poluentes 5 - Controle da poluição interna por origem química

Quadro 27: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 2.4 do AQUA

5.3 CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Os canteiros de obras originam diversas fontes de poluição e incômodos, seja para os trabalhadores da construção civil, vizinhos ou até mesmo pedestres. Esta categoria do AQUA, também pertencente à família eco-construção, possui duas subcategorias que se relacionam de alguma forma com créditos do LEED e serão exibidas na sequência.

5.3.1 Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras

Os resíduos da construção civil são tão representativos quanto os resíduos urbanos e, por isso, torna-se imprescindível encontrar soluções para minimizar a produção dos mesmos e desenvolver processos de triagem, coleta seletiva e cadeias para o seu beneficiamento. A gestão dos resíduos pelo sistema AQUA visa adotar medidas para reduzir a produção na

origem, otimizar o grau de desconstrução, beneficiar o máximo possível de resíduos do canteiro de obras (no mínimo de 5 a 15%), de forma coerente com as cadeias locais, além de assegurar a sua correta destinação.

Paralelamente, o crédito MR 2 (gestão dos resíduos da construção) do LEED procura reciclar e recuperar pelo menos 50% dos resíduos de construção/demolição, desenvolvendo uma gestão dos mesmos, identificando os materiais a serem reciclados e o destino próprio de cada um deles. Desta forma, pode-se considerar que ambos os sistemas possuem basicamente a mesma preocupação quanto à gestão dos resíduos de construção, embora o LEED incentive uma porcentagem maior de resíduos beneficiados. O quadro 28 evidencia, portanto, a relação entre os itens citados.

AQUA	LEED
CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL	MATERIAIS E RECURSOS
3.1 - Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras	2 - Gestão dos resíduos da construção

Quadro 28: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 3.1 do AQUA

5.3.2 Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras

Esta segunda subcategoria deste item do AQUA visa limitar os incômodos sonoros e visuais, devidos à circulação de veículos e devidos ao material particulado, à lama e aos derramamentos de concreto. Procura também limitar a poluição do solo, do subsolo, da água e do ar (incluindo odores), além de definir uma estratégia para limitar o consumo de recursos causados pelo canteiro, especialmente água e energia.

O primeiro pré-requisito do LEED (prevenção da poluição pela atividade de construção), relativo à categoria espaços sustentáveis e indispensável à obtenção da certificação, tem por objetivo controlar a poluição gerada pelos processos construtivos, controlando a erosão do solo, a sedimentação nos cursos d'água e a geração de poeira e de material particulado. Ele é

atingido quando se desenvolve um plano para o controle destes três tipos de poluição, que serão geradas pelo empreendimento. O plano deve ser desenvolvido anteriormente ao início dos trabalhos e deve estar de acordo com a legislação local.

Portanto, ambos os sistemas consideram a questão da poluição causada pelo canteiro de obras extremamente importante, especialmente o LEED, através do desenvolvimento de um plano de gestão da poluição gerada e por ser um pré-requisito do sistema. Já o AQUA ainda trata da limitação dos incômodos visuais e sonoros e da redução de recursos naturais pelo canteiro. O quadro 29 mostra a relação direta entre os dois itens considerados anteriormente.

AQUA	LEED
CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL	ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS
3.2 - Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras	Pré-requisito 1 - Prevenção da poluição pela atividade de construção

Quadro 29: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 3.2 do AQUA

Após finalizar a análise dos itens envolvidos dentro da família eco-construção do AQUA, comparando com os créditos relativos ao LEED, a partir de agora será feito a mesma análise para a família eco-gestão, cujos itens que serão abordados estão dispostos no quadro 30.

ECO-GESTÃO	
4	GESTÃO DA ENERGIA
4.2	Redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados
5	GESTÃO DA ÁGUA
5.1	Redução do consumo de água potável
5.2	Otimização da gestão de águas pluviais
6	GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO
6.1	Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação
6.2	Qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação
7	MANUTENÇÃO - PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL
7.2	Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação

Quadro 30: eco-gestão: itens do AQUA que se relacionam com o LEED

5.4 GESTÃO DA ENERGIA

Esta categoria do AQUA aborda uma das grandes preocupações ambientais atuais, onde uma demanda cada vez mais crescente de energia, devido ao crescimento populacional e aos novos padrões de consumo, acaba pressionando ainda mais os recursos naturais existentes. Devido a estes fatores, as certificações ambientais de edificações procuram fazer sua parte, oferecendo medidas que reduzam o consumo de energia e incentivem o uso de novas fontes energéticas, causando o mínimo possível de impactos ao ambiente. Existem duas subcategorias no AQUA relacionadas à esta questão, porém uma delas foi considerada exclusiva ao sistema brasileiro, já sendo explicitada anteriormente. A outra é denominada de **redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados** (subcategoria 4.2). Ela visa reduzir o consumo de energia primária (recurso energético disponível na natureza), devido ao resfriamento e ao aquecimento de água, à iluminação, à ventilação e aos equipamentos auxiliares. É possível calcular, segundo simulações computacionais, o coeficiente de consumo de energia primária (Cep). Outra preocupação está em limitar os poluentes gerados pelo consumo de energia, especialmente o dióxido de carbono (CO₂) e utilizar energias renováveis locais.

A comparação do sistema brasileiro com o norte-americano, em relação à gestão da energia, começa a partir da tradução para o português de LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que significa Liderança em Energia e Projeto Ambiental. Através do próprio nome é possível perceber o destaque que o sistema norte-americano proporciona para esta questão. Dos 110 pontos possíveis de serem alcançados pelo LEED, 33 estão relacionados à este tema. A sua terceira categoria (energia e atmosfera) possui seis créditos referentes ao assunto, sendo que três destes serão abordados na sequência, devido à relação com o AQUA, e os outros três foram considerados exclusivos ao sistema LEED e já foram apresentados.

O pré-requisito 2 (performance mínima de energia), exigido para a obtenção da certificação, procura estabelecer um nível mínimo de desempenho energético, para com isso reduzir os impactos ambientais e econômicos relacionados ao consumo excessivo de energia. Para atender a este pré-requisito, deve-se demonstrar, através de uma simulação computacional de todo o edifício, uma melhora de 10% no desempenho energético de novas edificações e 5% para edificações existentes, quando comparadas com um valor base. Este valor é calculado a partir de metodologia constante no Apêndice G da norma ASHRAE 90.1-2007. O crédito EA

1 (otimização do desempenho energético) está diretamente ligado à este pré-requisito e poderá proporcionar a maioria dos pontos da categoria, 19 no máximo, com a simulação do desempenho energético do edifício podendo variar de 12% (1 ponto) a 48% (19 pontos) de melhoria, em novas edificações, quando comparada com a situação sem as medidas adotadas.

O uso de energias renováveis no local e as chamadas **energias verdes**, créditos EA 2 e EA 6, respectivamente, procuram incentivar o desenvolvimento e uso de tecnologias de energias renováveis no local, para compensar o custo de energia da edificação e reduzir o impacto causado pela utilização de energias que utilizem combustíveis fósseis. O EA 6 ainda tem como requisito o valor mínimo de 35% da eletricidade ser proveniente de fontes renováveis.

De acordo com os itens relativos à este assunto, nota-se que o AQUA também necessita de algumas simulações computacionais do edifício, para a obtenção do coeficiente de energia primária, por exemplo, porém nada tão abrangente quanto ao pré-requisito 2 e ao crédito EA 1 do LEED. A preocupação com a emissão de gases e a utilização de energias renováveis no local são tópicos envolvidos nos dois sistemas, porém a questão energética no geral acaba recebendo maior atenção do sistema LEED, o que pode estar relacionado com a maneira como os Estados Unidos decidiram enfrentar esta situação, pois a queima de combustíveis fósseis para geração de energia neste país é um grande problema, o que acaba fazendo com que seus créditos relativos ao assunto procurem garantir um desempenho energético que dependa o mínimo possível destas fontes. O quadro 31 traz o pré-requisito e os créditos do LEED que se relacionam com a subcategoria do AQUA em questão.

AQUA	LEED
GESTÃO DA ENERGIA	ENERGIA E ATMOSFERA
4.2 - Redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados	Pré-requisito 2 - Performance mínima de energia 1 - Otimização do desempenho energético 2 - Energias renováveis no local 6 - Energia verde

Quadro 31: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 4.2 do AQUA

5.5 GESTÃO DA ÁGUA

A redução do consumo de água potável pode ser expressa segundo várias formas. Uma delas é limitar seu uso apenas para beber, preparar alimentos, lavar louças e higiene pessoal, em geral. Para os outros tipos de usos (irrigação, descargas de banheiros, lavagem de carros) podem ser utilizadas águas não provenientes da rede pública de água potável, sendo a melhor solução o aproveitamento das águas pluviais. Esta categoria do AQUA, pertencente à família eco-gestão, possui duas subcategorias referentes ao assunto que serão abordadas na sequência.

5.5.1 Redução do consumo de água potável

Esta subcategoria do AQUA traz ainda alguns outros exemplos de soluções economizadoras de água, como o uso de sistema de dupla descarga em bacias sanitárias, torneiras com sensor de presença, etc. O sistema de coleta e o uso das águas não potáveis devem estar em conformidade com as normas nacionais vigentes. É necessário, também, a implantação de uma rede interna dupla, para água potável e água pluvial, e haver uma adequada conservação das instalações e um constante monitoramento. Outra questão importante são as dificuldades que as edificações podem enfrentar para conseguir utilizar as águas pluviais em suas instalações, como a limitação técnica (baixa intensidade pluviométrica), limitação de projeto (superfícies de coleta insuficientes), risco sanitário e relação custo-benefício pouco favorável. A seguir serão mostrados os itens do LEED referentes ao assunto.

O único pré-requisito (redução do uso da água) da categoria uso eficiente da água, obrigatório para a obtenção do certificado, tem por objetivo aumentar a eficiência na utilização de água, reduzindo as cargas nos sistemas municipais de abastecimento e esgoto. Para alcançá-lo, o empreendimento deve consumir 20% menos água do que seria o usual para uma edificação similar, baseando os cálculos de consumos de acordo com os valores determinados pelo sistema de certificação. Os créditos UA 3 e UA 4 (redução do uso da água e processo de redução do uso da água, respectivamente) estão diretamente ligados ao pré-requisito, de maneira que sua nomenclatura é exatamente a mesma, e fornecem, portanto, uma pontuação de acordo com as porcentagens de redução de consumo, que nestes crédito são um pouco mais restritivas, de 30 a 40%.

O crédito UA 1 (uso eficiente da água para paisagismo) do LEED procura limitar ou eliminar o uso de água potável ou de outros recursos hídricos de subsolo ou superfície, disponíveis no local ou perto dele, no projeto de irrigação. Propõe o valor de 50% de redução do consumo de água potável para irrigação ou o uso para este fim somente através de água da chuva captada, residual reciclada ou água tratada e transmitida por um órgão público específico para usos não-potáveis. Já o crédito UA 2 (tecnologias inovadoras de águas residuais) busca reduzir a geração de águas residuais e a demanda de água potável, através da redução da utilização desta fonte para o transporte de esgoto, em 50%, através do uso de água não-potável ou do uso de latrinas e mictórios, além do tratamento de 50% das águas residuais, devendo a água tratada ser infiltrada ou utilizada no local.

Ao pensar em reduzir o uso de água potável, as águas pluviais aparecem como uma das melhores soluções, estando intimamente ligadas a todos os créditos do LEED relacionados à categoria uso eficiente da água. É possível notar que ambos os sistemas de certificação têm grande preocupação quanto à esta questão, porém o LEED abrange uma gama maior de fatores e propostas específicas de redução, através de porcentagens mínimas recomendadas, em comparação ao AQUA. O quadro 32 mostra todos os créditos do LEED relativos à categoria uso eficiente da água que se relacionam diretamente com a subcategoria do AQUA em questão.

AQUA	LEED
GESTÃO DA ÁGUA	USO EFICIENTE DA ÁGUA
5.1 - Redução do consumo de água potável	Pré-requisito 1 - Redução do uso de água 1 - Uso eficiente de água para paisagismo 2 - Tecnologias inovadoras de águas residuais 3 - Redução do uso da água 4 - Processo de redução do uso da água

Quadro 32: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 5.1 do AQUA

5.5.2 Otimização da gestão de águas pluviais

Esta subcategoria deste item do AQUA busca otimizar a gestão das águas pluviais em três parâmetros principais: retenção, infiltração e tratamento. O primeiro deles se relaciona com a vazão de escoamento, a que existia inicialmente no local e a calculada após a implantação do sistema projetado. Quanto à questão da infiltração, a relação está diretamente ligada à questão do coeficiente de impermeabilização (quantidade de superfícies impermeáveis sobre a superfície total), sendo que quanto menor este coeficiente, maior será a infiltração. Será avaliado como melhor aquele projeto que possuir um baixo coeficiente e que proporcionar melhorias, em locais fortemente urbanizados, do valor deste coeficiente, quanto ao seu estado existente. Por fim, também são levadas em conta medidas tomadas para recuperar as águas de escoamento potencialmente poluídas e tratá-las antes do descarte final, em função de sua natureza. A seguir serão mostrados os dois créditos do LEED que se relacionam com esta subcategoria.

Os créditos ES 6.1 e 6.2 (controle da quantidade e da qualidade da água de chuva, respectivamente) do LEED buscam reduzir a capa impermeável, aumentar a infiltração e gerir a água da chuva. Com relação ao tratamento destas águas, o LEED prevê o tratamento de 90% da precipitação anual incidente sobre o terreno da escola, utilizando as melhores práticas de manejo. Ainda prestigia o uso de superfícies alternativas (telhados verdes e pavimentos permeáveis) para diminuir a impermeabilidade e promover a infiltração.

Os objetivos dos dois créditos do LEED citados são bastante semelhantes ao item do AQUA exposto anteriormente, porém eles diferem quanto aos planos de gestão dos sistemas de escoamento, retenção e infiltração das águas pluviais. Outra diferença é quanto ao tratamento das águas precipitadas no terreno, com o LEED abordando um valor de 90% de águas tratadas enquanto o AQUA incentiva, porém não trabalha com quaisquer porcentagens referentes ao assunto. O quadro 33 mostra os créditos do LEED referentes à subcategoria do AQUA em questão.

AQUA	LEED
GESTÃO DA ÁGUA	ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS
5.2 - Otimização da gestão de águas pluviais	6.1 - Controle da quantidade da água de chuva 6.2 - Controle da qualidade da água de chuva

Quadro 33: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 5.2 do AQUA

5.6 GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO

A geração de resíduos, através das atividades de uso e operação dos edifícios, é uma das questões mais problemáticas enfrentadas atualmente. Onde dispor estes resíduos? Como melhor reaproveitá-los? Quais os principais impactos ambientais causados pela disposição em locais inapropriados? Estas são apenas algumas perguntas que necessitam de respostas cada vez mais urgentes e eficientes, a fim de evitar maiores problemas ambientais, referentes ao assunto. Esta categoria do AQUA, referente à família eco-gestão, possui duas subcategorias que serão mostradas a seguir.

5.6.1 Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício

Esta subcategoria do AQUA visa identificar e classificar a produção de resíduos, conforme sua natureza (perigosos ou não, inertes ou não) ou categoria (resíduos orgânicos, de embalagens, de equipamentos elétricos), com a finalidade de reutilizá-los ao máximo. Avalia também a identificação dos serviços de coleta disponíveis, públicos ou privados, e a escolha satisfatória das cadeias locais de reaproveitamento de resíduos, além de estimular a triagem de resíduos na fonte geradora, disponibilizando espaços para a colocação de recipientes coletores e a proximidade dos mesmos de seus usuários.

O único pré-requisito da categoria materiais e recursos do LEED, coleta e armazenamento dos resíduos recicláveis, tem por objetivo promover a redução da quantidade de resíduos gerados pelos ocupantes da edificação que são transportados e dispostos em aterros sanitários. Para

atingir este pré-requisito, exigido para a obtenção da certificação, deve-se ter uma área de fácil acesso que seja dedicada somente ao armazenamento dos resíduos recicláveis gerados por todo o edifício. No mínimo, deve-se fazer a coleta e separação de papel, papelão, vidro, plástico e metal.

Desta forma, percebe-se que ambos os sistemas se preocupam quanto ao descarte de resíduos gerados durante o uso e operação da edificação, procurando proporcionar locais adequados para a disposição dos mesmos.

5.6.2 Qualidade do sistema de gestão de resíduos de uso e operação do edifício

Esta qualidade está ligada a sua capacidade de estimular e facilitar a contribuição de todos os usuários do edifício, fornecendo áreas pré-estabelecidas para os locais de estocagem e retirada de resíduos, que sejam locais adequados e de qualidade, além de otimizar os pontos de entrega voluntária (coletores de baterias, por exemplo) e garantir que a estocagem de resíduos retirados com baixa frequência não atrapalhe a gestão de resíduos de coleta mais regular, de acordo com o sistema AQUA. É preciso assegurar também a permanência do desempenho do sistema de gestão ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, antecipando suas evoluções futuras e os serviços de retirada de resíduos.

O pré-requisito 1 da categoria materiais e recursos, citado no item anterior, também se relaciona diretamente com esta subcategoria do AQUA, através da disposição de locais de coleta de resíduos gerados durante a vida útil da edificação. Porém, o AQUA ainda procura criar um sistema de gestão que proporcione um desempenho adequado da disposição destes resíduos ao longo do seu ciclo de vida. O quadro 34 mostra a relação entre as duas subcategorias do AQUA e o pré-requisito do LEED abordados anteriormente.

AQUA	LEED
GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO	MATERIAIS E RECURSOS
6.1 - Otimização da revalorização dos resíduos gerados pelas atividades de uso e operação do edifício	Pré-requisito 1 - Coleta e armazenamento dos resíduos recicláveis
6.2 - Qualidade do sistema de gestão de resíduos de uso e operação do edifício	

Quadro 34: item do LEED que se relaciona com a categorias 6 do AQUA

5.7 MANUTENÇÃO – PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL

Esta categoria do AQUA se preocupa com as atividades de conservação e manutenção que permitam garantir os esforços realizados pelas outras categorias ao longo do tempo, como limpeza, reparos, controle, substituição de elementos, etc. Das quatro subcategorias pertencentes a esta categoria, três foram consideradas exclusivas ao sistema AQUA. A única que possui algumas características que tem relação com o LEED é a subcategoria 7.2, **permanência do desempenho dos sistemas de ventilação**. Ela diz que é preciso fornecer meios de acompanhamento e controle do desempenho segundo medidores de tempo de funcionamento dos ventiladores, sistemas de medição das velocidades do ar, dos regimes de ventilação e da qualidade do ar. É necessário garantir simplicidade de concepção e limitar os incômodos aos ocupantes, como, por exemplo, tomar medidas para que o uso e a operação do edifício permaneçam possíveis durante a deficiência temporária de um equipamento, além de dispor de facilidade de acesso aos elementos do sistema de ventilação, em particular aos dutos de distribuição, filtros, tomadas de ar novo e saídas de ar poluído. A seguir será mostrado o pré-requisito do LEED que se relaciona com esta questão.

O pré-requisito 1 (qualidade mínima do ar interno) da categoria qualidade do ambiente interno do LEED, exigido para a obtenção da certificação, tem como objetivo estabelecer uma qualidade mínima do ar interno, contribuindo assim com o conforto e o bem estar dos ocupantes. Para cumprir este pré-requisito o projeto do sistema de ventilação deve ser feito respeitando as condições mínimas apresentadas nas seções 4 a 7 da norma ASHRAE 62.1-2007, que trata sobre a ventilação para qualidade aceitável do ar interno em espaços ventilados mecanicamente e naturalmente.

A preocupação quanto à qualidade do ar interior está presente em ambos os sistemas, porém de forma um pouco distinta. Enquanto o LEED se baseia principalmente no estabelecimento de uma qualidade em espaços ventilados que proporcione um ambiente agradável aos seus ocupantes, o AQUA procura adotar medidas para que o desempenho dos sistemas de ventilação permaneça ao longo do tempo. O quadro 35 mostra o item do LEED referente à subcategoria do AQUA abordada.

AQUA	LEED
MANUTENÇÃO – PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
7.2 - Permanência do desempenho dos sistemas de ventilação	Pré-requisito 1 - Qualidade mínima do ar interno

Quadro 35: item do LEED que se relaciona com a subcategorias 7.2 do AQUA

Com o término dos itens relativos à família eco-gestão, na sequência serão apresentadas as categorias do AQUA envolvidas na família conforto, evidenciadas no quadro 36, juntamente com as suas comparações com os créditos do LEED referentes aos assuntos abordados.

CONFORTO	
8	CONFORTO HIGROTÉRMICO
8.1	Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto de verão e inverno
8.2	Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno
8.3	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente
8.4	Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados artificialmente
9	CONFORTO ACÚSTICO
9.1	Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos
9.2	Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes
10	CONFORTO VISUAL
10.1	Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)
10.2	Iluminação artificial confortável
11	CONFORTO OLFATIVO
11.1	Garantia de uma ventilação eficaz

Quadro 36: conforto: itens do AQUA que se relacionam com o LEED

5.8 CONFORTO HIGROTÉRMICO

Este termo está ligado à satisfação e ao bem-estar do homem em se sentir confortável termicamente. Existem algumas variáveis que influenciam o conforto térmico, como, por exemplo, a temperatura e a velocidade do ar, a atividade desempenhada, o isolamento térmico, a temperatura radiante, etc. A seguir serão mostradas as quatro subcategorias do AQUA relacionadas ao assunto e ao final as comparações com os créditos do LEED envolvidos.

A primeira delas, **implantação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno**, procura levar em consideração as características do local do empreendimento, principalmente no verão, adotando medidas para proteção ótima quanto ao sol e calor, sem prejudicar outros benefícios, como, por exemplo, o conforto de inverno ou o conforto visual, trazidos pelo sol e calor. Estas medidas estão relacionadas à orientação das aberturas, proteções solares fixas e móveis ou ainda a orientação para o sul dos ambientes com cargas térmicas internas elevadas. Estão relacionadas também às características aerodinâmicas do local, onde é possível adotar uma disposição arquitetônica que melhor aproveite os ventos dominantes, para a ventilação natural e cruzada, além de evitar as tomadas externas de ar nas fachadas quentes no verão.

Ainda dentro deste item é possível melhorar a aptidão do edifício quanto às condições de conforto higrotérmico de verão e inverno, através de medidas como a inércia térmica adaptada, superfícies de aberturas envidraçadas bem dimensionadas e proteções solares adaptadas a cada estação do ano. Existe também a preocupação em agrupar ambientes com necessidades térmicas homogêneas, realizando um zoneamento dos ambientes em função de suas necessidades higrotérmicas, de acordo com as atividades realizadas, os tipos de usuários, os períodos de ocupação, etc.

A segunda subcategoria, **criação de condições de conforto higrotérmico de inverno**, procura obter um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes, em período de ocupação, conforme a sua destinação, e também em assegurar uma velocidade de ar que não prejudique o conforto dos usuários. Preocupa-se ainda com o controle dos desconfortos devido aos ganhos solares, que podem ser resolvidos através de proteções solares móveis, inércia térmica calibrada em ambientes sensíveis, etc.

Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente é o terceiro item, que visa assegurar um nível mínimo de conforto térmico e proteger as áreas envidraçadas do sol, em 100% dos ambientes de permanência prolongada, além de assegurar uma ventilação suficiente quando as proteções solares móveis estiverem acionadas. Outra questão abordada é relativa às zonas de ruído, sendo que no caso de se tratar de zona de ruído RU1⁵ e o conforto de verão for obtido pela abertura de janelas, é preciso adotar medidas, como a utilização de janelas de correr, basculantes ou do tipo Maxim-ar⁶. Caso se tratar de zonas RU2 ou RU3 é preciso garantir um nível mínimo de conforto com as janelas fechadas, em 100% dos ambientes de permanência prolongada. Nestes casos é necessário que haja um controle da temperatura, para garantir o conforto dos ocupantes.

Já a quarta subcategoria, **criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes com sistema de resfriamento artificial**, preocupa-se em definir um nível adequado de temperatura nos diferentes ambientes, considerando a sua destinação nos períodos de ocupação, sendo recomendado pela normalização brasileira NBR 6401/1980: Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto, temperaturas interiores do ar entre 23 e 25°C, em edifícios escolares e escritórios. É preciso também assegurar uma velocidade do ar que não prejudique o conforto e controlar os ganhos solares, principalmente o desconforto de locais próximos das aberturas.

Os termos utilizados são diferentes nos dois sistemas, enquanto o AQUA trabalha com conforto higrotérmico, o LEED trata simplesmente de conforto térmico, porém o conceito de ambos é o mesmo. A abordagem também é diferente entre eles. O AQUA abrange uma grande variedade de assuntos referentes ao tema, diferenciando, principalmente, as condições de verão e inverno, climatização natural e artificial, conforme visto. O LEED, por sua vez, possui três créditos referentes ao assunto, QI 6.2, 7.1 e 7.2 (controle dos sistemas, projeto e verificação do conforto térmico, respectivamente). O primeiro deles tem o objetivo de fornecer um elevado nível de conforto térmico através de um sistema controlado pelos ocupantes, individualmente ou grupos em espaços multi-ocupados (salas de aula, por exemplo) e promover sua produtividade, conforto e bem-estar. O segundo procura cumprir os

⁵ RU1: áreas rurais, residenciais urbanas, hospitais e escolas. RU2: área mista, predominantemente residencial e com vocação comercial. RU3: área mista com vocação recreacional e predominantemente industrial.

⁶ Janela que possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas em torno de um eixo horizontal, com translação simultânea desse eixo.

parâmetros térmicos definidos pela norma ASHRAE 55-2004, que versa sobre condições térmicas de ambientes com ocupação humana. Por fim, o terceiro crédito relativo ao assunto busca fornecer uma avaliação para o conforto térmico ao longo do tempo. Para obter este crédito é preciso realizar uma vistoria dentro de um período de 6 a 18 meses, coletando informações anônimas, dentre os ocupantes, sobre o desempenho térmico da edificação. Caso o resultado indicar mais do que 20% de insatisfação, é preciso desenvolver um plano de ações corretivas.

Portanto, é possível perceber que há uma grande preocupação entre os dois sistemas com relação ao conforto térmico, porém existe também uma diferença considerável de aplicações e conceitos entre eles, onde o AQUA proporciona um maior destaque para o assunto. O quadro 37 traz um resumo das subcategorias do AQUA e dos créditos do LEED envolvidos nesta questão.

AQUA	LEED
CONFORTO HIGROTÉRMICO	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
8.1 - Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno	6.2 - Controle dos sistemas - Conforto térmico
8.2 - Criação de condições de conforto higrotérmico de inverno	
8.3 - Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados naturalmente	7.1 - Conforto térmico - Projeto
8.4 - Criação de condições de conforto higrotérmico de verão em ambientes climatizados artificialmente	7.2 - Conforto Térmico - Verificação

Quadro 37: itens do LEED que se relacionam com a categoria 8 do AQUA

5.9 CONFORTO ACÚSTICO

O conforto acústico tem o objetivo de promover tratamentos adequados às edificações de forma a obter isolamentos satisfatórios e proporcionar uma boa qualidade dos sons que são recebidos ou emitidos nos ambientes. Esta categoria traz duas subcategorias que possuem

relação com alguns itens do LEED quanto à esta questão. A primeira delas é a subcategoria 9.1, **otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos**. Ela busca encontrar a melhor disposição dos ambientes entre si, limitando, tanto quanto possível, a proximidade de ambientes muito sensíveis com ambientes de atividades ruidosas e agrupando ambientes sensíveis com muito sensíveis⁷. Procura também otimizar a disposição dos ambientes em relação aos ruídos exteriores, organizando o plano de massas para distanciar, conforme for possível, ambientes sensíveis dos incômodos acústicos e vibratórios exteriores, além de melhorar a forma e o volume dos ambientes em prol da qualidade acústica interna.

Já a subcategoria 9.2, **criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes**, separa edifícios escolares de edifícios de escritórios. O enfoque acústico de um não é necessariamente o mesmo do outro, por isso as modalidades de avaliação do desempenho acústico são explicitadas separadamente. Seguindo o enfoque deste trabalho de diplomação, serão explicitadas somente as preocupações dos edifícios escolares. Elas preveem o isolamento acústico padrão de ambientes sensíveis frente aos ruídos de infraestrutura de transportes terrestres, isolamento este que deve ser maior ou igual a 30 dB, podendo ir até a 45 dB. Limitam o nível de ruído de impactos transmitidos nos ambientes sensíveis e também o nível de ruído de equipamentos, nestes locais. Controlam a acústica interna e preveem o isolamento do ruído aéreo nos ambientes sensíveis, frente a outros ambientes. A seguir serão mostrados o pré-requisito e o crédito do LEED que se relacionam com esta questão.

O pré-requisito 3 (desempenho acústico mínimo) da categoria qualidade do ambiente interno do LEED procura proporcionar salas de aula bem isoladas para que os professores falem com a classe sem fazer esforço e que os alunos possam se comunicar eficazmente entre si e com o professor. Para atingir o pré-requisito, exigido para a obtenção da certificação, é preciso limitar o nível de ruídos nas salas de aula, ocasionados por sistemas de aquecimento, ventilação e condicionadores de ar, em 45dB. O crédito QI 9 (aumento do desempenho acústico) irá proporcionar um ponto caso a edificação atenda a estes mesmos objetivos.

⁷ Ambiente muito sensível: vocação para repouso.

Ambiente sensível: sala de aula, escritório, sala de música, sala de reunião, refeitório, etc.

Ambiente ruidoso: ambiente técnico, zona de circulação comum, equipamentos, sala de esportes, etc.

Discorre também quanto à utilização de paredes bem espessas e janelas bem vedadas para atingir o desempenho desejado e ainda limita o nível de ruído de equipamentos em ambientes sensíveis a 40 dB.

Portanto, é possível notar uma grande similaridade destes dois itens do LEED com a categoria conforto acústico do AQUA. O que se percebe é que o pré-requisito do LEED limita em 45 dB o ruído gerado por equipamentos, enquanto o crédito QI 9, que proporciona pontuação, especifica este valor máximo em 40 dB, ainda mais restritivo. O AQUA trabalha com valores de 33 a 43 dB para este tipo de finalidade, sendo bastante próximos dos valores do LEED. Outro ponto importante é a preocupação específica dos dois sistemas quanto às edificações escolares, que necessitam de condições de conforto acústico satisfatórias para que haja compreensão e não haja interferências durante o aprendizado. Porém, no geral o AQUA abrange uma variedade maior de assuntos referentes à acústica, em comparação ao LEED. O quadro 38 traz os itens de ambos os sistemas relacionados ao assunto.

AQUA	LEED
CONFORTO ACÚSTICO	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
9.1 - Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos	Pré-requisito 3 - Desempenho acústico mínimo
9.2 - Criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes	9 - Aumento do desempenho acústico

Quadro 38: itens do LEED que se relacionam com a categorias 9 do AQUA

5.10 CONFORTO VISUAL

O conforto visual é um importante fator que deve ser alcançado para promover o bem-estar, a saúde e também aumentar a produtividade dos ocupantes de um determinado ambiente. Esta categoria do AQUA possui duas subcategorias, a seguir descritas, que têm por objetivo garantir uma iluminação natural satisfatória e uma iluminação artificial confortável.

5.10.1 Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)

Esta subcategoria do AQUA busca dispor de acesso à luz do dia em 100% dos ambientes de permanência prolongada (escritórios, salas de aula), por acesso direto ou por componentes de passagem de luz (elementos translúcidos colocados em portas, divisórias, etc.) e também do acesso às vistas externas no sentido horizontal do plano de visão dos ocupantes, em 100% destes ambientes. Um conceito que é útil nesta subcategoria é o de Fator de Luz do Dia (FLD)⁸. Outras preocupações referentes a esta subcategoria são a de dispor de luz do dia nas áreas de circulação e de evitar o ofuscamento direto ou indireto devido ao sol, em locais sensíveis ou muito sensíveis.

O sistema norte-americano possui dois créditos que abordam as mesmas questões desta subcategoria, o QI 8.1 (iluminação natural) e o QI 8.2 (vistas para o ambiente externo). O primeiro deles busca fornecer aos ocupantes uma ligação entre os espaços internos e externos, através da introdução de luz natural em, no mínimo, 75% de todas as salas de aula, enquanto no AQUA este valor é de 100%, e o segundo procura fornecer aos ocupantes vista direta para o ambiente exterior em 90% de todas as áreas ocupadas regularmente, sendo também de 100% esta exigência no sistema brasileiro. O quadro 39 traz o resumo dos créditos do LEED envolvidos nesta subcategoria do AQUA.

AQUA	LEED
CONFORTO VISUAL	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
10.1 - Garantia de iluminância natural ótima evitando seus inconvenientes (ofuscamento)	8.1 - Iluminação natural 8.2 - Vistas para o ambiente externo

Quadro 39: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 10.1 do AQUA

⁸ Expressa, em porcentagem, a quantidade de luz natural em um ambiente interno, disponível na superfície do plano de trabalho, relacionada com a quantidade de luz percebida em um ambiente externo, em condições de céu encoberto. Este fator se aplica até uma profundidade equivalente a 1,5 vezes a altura do topo da janela, medida desde o piso.

5.10.2 Iluminação artificial confortável

Esta subcategoria deste item do AQUA visa dispor de um nível de iluminância médio a ser mantido nos ambientes, de acordo com as atividades previstas. Iluminância indica a quantidade de luz por unidade de área que chega em um determinado ponto, e seus valores são recomendados pela NBR 5413/1992: Iluminância de Interiores. Procura garantir também uma boa uniformidade de iluminação de fundo para ambientes com mais de 20 m², evitar o ofuscamento devido à iluminação artificial, garantir uma qualidade agradável da luz emitida e adotar soluções para permitir aos usuários o controle de seu meio visual.

Com exceção do controle do sistema de iluminação, que consta no LEED através do crédito QI 6.1, buscando fornecer controle individual de iluminação para, no mínimo, 90% dos ocupantes do edifício, todos os outros pontos referentes à esta subcategoria do AQUA não são contemplados no sistema LEED para escolas. O quadro 40 traz a relação entre estes itens dos dois sistemas.

AQUA	LEED
CONFORTO VISUAL	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
10.2 - Iluminação artificial confortável	6.1 - Controle dos sistemas – Iluminação

Quadro 40: item do LEED que se relaciona com a subcategoria 10.2 do AQUA

5.11 CONFORTO OLFATIVO

Esta categoria do AQUA possui duas subcategorias, sendo que uma delas foi considerada exclusiva a este sistema e a outra é a responsável pela **garantia de uma ventilação eficaz**. Esta subcategoria visa assegurar vazões de ar adequadas às atividades dos ambientes, através de um sistema de ventilação específico (excluindo a abertura simples de janelas) que assegure taxas higiênicas regulamentadas, a manutenção das vazões de ar previstas e a distribuição adequada de ar renovado. Para esta última, é preciso haver a ventilação antes do início do período de ocupação dos ambientes, a garantia da qualidade do ar conduzido nos dutos de

circulação e uma exaustão ótima do ar viciado. A seguir serão mostrados os itens do LEED que se relacionam com o assunto em questão.

O pré-requisito 1 (qualidade mínima do ar interno) da categoria qualidade do ambiente interno do LEED, já citado anteriormente e exigido para a obtenção da certificação, tem como objetivo estabelecer uma qualidade mínima do ar interno, contribuindo assim com o conforto e o bem estar dos ocupantes. Já o crédito QI 2 (aumento da ventilação) busca fornecer uma quantidade maior de ar externo para dentro da edificação a fim de melhorar a qualidade do ar interior, através de uma ventilação natural ou mecânica. O LEED ainda trabalha com um plano de gestão da qualidade do ar interno, durante a construção e antes da ocupação (créditos QI 3.1 e 3.2, respectivamente), que procura reduzir os problemas de qualidade do ar interior resultantes da construção ou reforma.

A garantia de uma ventilação eficaz proporciona inúmeros benefícios ao ambiente interno, e as medidas a serem tomadas para obtê-los, consideradas nos itens do LEED citados, como o aumento da ventilação, a garantia de uma qualidade do ar satisfatória e um plano de gestão desta qualidade, se relacionam diretamente com a subcategoria do AQUA em questão. Quanto ao plano de gestão, o AQUA trabalha apenas com o período pré-ocupação, enquanto o LEED também envolve um plano de gestão durante a fase de construção. O quadro 41 traz a relação dos créditos do LEED citados com a subcategoria do AQUA em questão.

AQUA	LEED
CONFORTO OLFATIVO	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
11.1 - Garantia de uma ventilação eficaz	Pré-requisito 1 - Qualidade mínima do ar interno
	2 - Aumento da ventilação
	3.1 - Plano de gestão da qualidade do ar interno: durante a construção
	3.2 - Plano de gestão da qualidade do ar interno: antes da ocupação

Quadro 41: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 11.1 do AQUA

Após finalizar os itens referentes à família conforto do AQUA, seguem os itens relativos à família saúde, conforme mostra o quadro 42, contendo apenas a categoria qualidade sanitária

do ar. As outras duas categorias que se enquadram nesta família foram consideradas exclusivas ao AQUA e já foram explicitadas anteriormente.

SAÚDE	
13	QUALIDADE SANITÁRIA DO AR
13.1	Garantia de uma ventilação eficaz
13.2	Controle das fontes de poluição

Quadro 42: saúde: itens do AQUA que se relacionam com o LEED

5.12 QUALIDADE SANITÁRIA DO AR

Esta categoria é dividida em duas subcategorias e a primeira delas é idêntica a do item citado anteriormente, **garantia de uma ventilação eficaz**, relativa à categoria conforto olfativo. Já a segunda subcategoria, **controle das fontes de poluição**, trata da identificação das fontes de poluição, ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, da adoção de soluções arquitetônicas para redução dos efeitos destas fontes, restringindo a entrada de ar renovado poluído proveniente do meio externo, organizando os espaços para limitar a poluição das atividades internas no edifício sobre os usuários, e proporcionando a exaustão desta poluição. Há ainda a preocupação em limitar as emissões químicas de poluição dos produtos/materiais de construção, através do uso de tintas e adesivos somente à base de água.

O aumento da ventilação (QI 2) e os materiais com baixa emissão de poluentes (QI 4), como as tintas e adesivos, já descritos anteriormente em outras categorias, são alguns dos créditos do LEED referentes à esta questão. Há ainda a questão do monitoramento do dióxido de carbono (crédito QI 1) que tem o objetivo de instalar sistemas de monitoramento permanentes sobre o desempenho do sistema de ventilação, seja ele mecânico ou natural, para ajudar a promover o conforto e bem-estar dos ocupantes. Este último, porém, acaba indo além dos preceitos envolvidos no AQUA quanto ao controle das fontes de poluição. Mas, no geral, o AQUA envolve uma gama maior de fatores quanto à qualidade sanitária do ar do que no LEED, embora este último sistema possua três créditos referentes ao assunto, conforme mostra o quadro 43.

AQUA	LEED
QUALIDADE SANITÁRIA DO AR	QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO
13.2 - Controle das fontes de poluição	1 - Monitoramento do dióxido de carbono
	2 - Aumento da ventilação
	4 - Materiais com baixa emissão de poluentes

Quadro 43: itens do LEED que se relacionam com a subcategoria 13.2 do AQUA

Desta forma é finalizado o capítulo com as comparações entre os itens do AQUA e do LEED que se relacionam de alguma forma e, na sequência, será apresentada uma verificação da adequação dos critérios do LEED ao contexto nacional.

6 VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DOS CRITÉRIOS DO LEED AO CONTEXTO NACIONAL

Comitês técnicos criados pelo GBC Brasil (*Green Building Council*), compostos por diversos profissionais, estão trabalhando na adaptação do certificado LEED em função da realidade do nosso país. Este referencial com características brasileiras ainda não foi lançado, porém na página da internet do GBC Brasil⁹ é possível acessar às atas das reuniões realizadas pelos comitês para a adaptação à versão brasileira das certificações LEED NC (para novas construções) e LEED EB (para edifícios existentes). Os créditos envolvidos no LEED para escolas são basicamente os mesmos do sistema que avalia novas construções, com algumas poucas ressalvas. Desta forma foi possível perceber que quase todos os créditos do LEED NC foram mantidos na regionalização deste sistema, porém com algumas alterações e ajustes, além da criação de alguns novos créditos. A manutenção dos mesmos ocorreu através da correção da ponderação de alguns itens e de pequenas alterações em seus textos, com a inclusão de características locais. Porém, certos créditos foram mantidos exatamente da mesma maneira como foram criados para atender às necessidades norte-americanas.

Quanto à categoria espaços sustentáveis, nota-se que houve a manutenção de todos seus créditos, com certas alterações na pontuação e no texto de alguns deles, além da inclusão de dois novos créditos. O primeiro deles é referente à acessibilidade, em que é preciso garantir acesso aos deficientes físicos em edificações através de condições adequadas tanto externa quanto internamente à edificação. Este item é extremamente importante e não é abordado no sistema AQUA. O outro novo crédito tem o objetivo de abranger ainda mais os impactos causados pelo empreendimento que não são atendidos pelo seu pré-requisito 1 (prevenção da poluição pela atividade de construção), preocupação esta que foi considerada mais abrangente no AQUA, e que acaba tornando o LEED mais próximo deste sistema.

Quanto ao uso eficiente da água, houve a manutenção de todos os créditos, com algumas alterações nos textos e na ponderação, além disso foi possível perceber a inclusão, quanto à questão do uso racional da água, da obrigatoriedade de atendimento ao PBQP-H (Programa

⁹ http://www.gbcbrazil.org.br/pt/index.php?pag=certificacao_atas.php&certificado=cert_ata_leed_nc.php

Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) e de normas brasileiras específicas para cada tipo de louça ou metal utilizados na edificação, onde fornecedores devem estar inscritos e com seus produtos aprovados por este programa, o que proporciona um maior controle da qualidade dos materiais utilizados. Houve também a criação de um novo crédito que proporciona a medição individualizada do consumo de água, com o intuito de conscientizar os usuários quanto aos seus hábitos e com isso controlar o consumo. Esta preocupação mostra mais um avanço do sistema LEED quanto à redução do consumo de água e ela se encontra presente no sistema AQUA, pois ele também abrange edifícios de escritórios, porém este crédito talvez não tenha aplicação no LEED específico para escolas.

No que diz respeito à categoria energia e atmosfera, todos os créditos foram mantidos e a alta pontuação referente a este assunto também se manteve. O crédito otimização da performance energética, por exemplo, continua a poder fornecer até 19 pontos, da mesma maneira como seu referencial. Há também a proposta de um novo crédito, referente ao aquecimento de água por sistema solar ou por meio de sistemas de recuperação de calor. Para a obtenção deste crédito é preciso que os pontos de aquecimento de água sejam dimensionados para atender a 50% da demanda anual de energia necessária para o aquecimento de água, que sigam as normas brasileiras e que possuam certificação de qualidade pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). Desta maneira, nota-se que a questão energética ainda irá proporcionar a maioria dos pontos possíveis de ser alcançados pelo LEED, mesmo este sendo adaptado às condições nacionais.

Em relação à categoria materiais e recursos, percebe-se que todos seus créditos também se mantiveram, com algumas alterações no texto e na pontuação. Além disso, dois novos créditos foram criados. Já existe um crédito relativo à gestão dos resíduos da construção, que procura destinar certa porcentagem de resíduos para a reciclagem ou reuso, porém outro crédito foi criado com a intenção de limitar o desperdício de materiais em, no máximo, 10% durante a construção. O outro novo crédito procura projetar para o desmonte, ou seja, facilitar o aproveitamento futuro de materiais, utilizando projetos modulares e sistemas desmontáveis, sendo que o potencial de reuso deve ser comprovado em projeto e memorial descritivo. Outra questão interessante é a inclusão de uma nota no único pré-requisito desta categoria (coleta e armazenamento dos resíduos recicláveis) que prevê a necessidade de um plano de gerenciamento de resíduos para processos de manutenção/pequenos reparos (em lâmpadas, pilhas, filtros, etc), após entrega do empreendimento. Estas modificações citadas mostram um

avanço considerável deste sistema no que se refere à reutilização de materiais após o ciclo de vida da edificação, uma questão que antes foi considerada sendo abordada apenas pelo AQUA, e também a inclusão de mais alguns itens relacionados ao gerenciamento de resíduos recicláveis, o que demonstra uma maior preocupação quanto ao uso e operação da edificação.

A categoria qualidade do ambiente interno também foi considerada adequada às condições nacionais, com a permanência de todos os créditos envolvidos e suas respectivas pontuações, além da inclusão de alguns textos. No pré-requisito 1 desta categoria (qualidade mínima do ar interno) houve a inclusão de tabelas de referência para a qualidade do ar da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), além de também considerar a resolução 03 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que indica os padrões nacionais de qualidade do ar. Outro ponto relacionado à regionalização deste sistema está ligado ao crédito referente à iluminação natural, que procura propiciar luz natural para, no mínimo, 75% dos ocupantes. Neste crédito houve a inclusão da norma ABNT 5413/1992 (Iluminância de interiores) que indica níveis mínimos e máximos de iluminância e, com isso, se iguala às preocupações da subcategoria do AQUA, iluminação artificial confortável, que também considera esta norma.

Embora quase a totalidade dos créditos envolvidos no LEED para escolas ser os mesmos do LEED para novas construções, estas modificações mostradas são exclusivas a este último sistema. Não houve ainda a tentativa de adaptar o LEED para escolas às condições nacionais, devido talvez à grande semelhança com o sistema utilizado para certificar novas construções. Além disso, ainda não foi lançada oficialmente esta versão adaptada ao Brasil, desta forma, as considerações feitas anteriormente em cada categoria do LEED não entraram nas comparações com o sistema AQUA, pois modificações ainda podem ocorrer ao longo do processo de aprovação deste documento. Tudo isto que foi exposto serve, portanto, para mostrar que existem muitos créditos do LEED a serem adaptados às condições e normas brasileiras. Percebe-se também que as normas ASHRAE ainda continuam sendo as principais referências deste sistema.

A adaptação do sistema LEED significa um grande avanço na adequação às nossas condições, porém, da maneira como é aplicado atualmente, ele é considerado uma boa ferramenta de certificação no Brasil. Além disso, é o sistema mais aplicado em nosso país. A seguir serão apresentadas as considerações finais deste trabalho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se pode obter através da análise dessas certificações é de que precisamos cada vez mais rapidamente nos adaptar às mudanças na maneira de pensar nossas edificações e em como nos portar diante dos problemas ambientais que são agravados a cada dia. Este enfoque cada vez mais será solicitado pela sociedade em geral e, por isso, os profissionais de Engenharia e Arquitetura devem estar preparados para enfrentar este desafio. A certeza que temos é que as diretrizes envolvidas em qualquer certificação nos ajudam a chegar a um patamar muito melhor do que conseguiríamos chegar sem elas, e, portanto, estes sistemas são fundamentais para difundir os conceitos de sustentabilidade nas edificações.

De acordo com o objetivo principal deste trabalho de diplomação: a comparação dos critérios de avaliação dos sistemas AQUA e LEED, ao longo do trabalho foi possível analisar mais profundamente todas as categorias e créditos envolvidos nos dois sistemas de certificação e, procurou-se, então, comparar, da melhor maneira possível, aqueles itens que tratavam do mesmo assunto, pois o modo como os dois sistemas são apresentados é bastante distinto.

Como não poderia deixar de ser, as principais questões abordadas, em ambas as certificações, são aquelas que estão diretamente ligadas ao contexto geral da sustentabilidade, aos principais conceitos que, ao longo dos anos, acabaram se inserindo ao conjunto de preocupações ambientais do planeta. A tentativa de evidenciar, portanto, uma comparação mais relevante entre os os dois sistemas envolvidos, partiu do agrupamento dos itens que abordavam os mesmos assuntos, dentro de cada sistema. Com base nisso foram propostos oito temas, que direcionam todos os créditos do LEED e subcategorias do AQUA para dentro destes, ou seja, tudo aquilo referente ao canteiro de obras, por exemplo, do AQUA e do LEED, foi direcionado para este tema. As categorias espaços sustentáveis e materiais e recursos inserem alguns de seus itens em temas diferentes, enquanto as outras três categorias se enquadram em apenas um tema específico. O quadro 44 traz os temas que foram propostos e as categorias do AQUA e do LEED que se encaixam em cada um deles.

PROPOSTA DE TEMAS, DE ACORDO COM AGRUPAMENTO DE PREOCUPAÇÕES		
TEMAS	AQUA (BRASIL)	LEED (EUA)
Gestão do empreendimento	Sistema de gestão do empreendimento	-
Qualidade do ambiente externo	Relação do edifício com seu entorno	Espaços sustentáveis
Materiais e sistemas construtivos	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Materiais e recursos
Canteiro de obras	Canteiro de obra com baixo impacto ambiental	Espaços sustentáveis: prevenção da poluição pela atividade de construção Materiais e recursos: gestão dos resíduos da construção
Água	Gestão da água	Uso eficiente da água
Energia	Gestão da energia	Energia e atmosfera
Qualidade do ambiente interno e saúde dos ocupantes	Qualidade sanitária dos ambientes, ar e água; conforto térmico, acústico, visual e olfativo	Qualidade do ambiente interno
Operação e manutenção	Gestão dos resíduos de uso e operação; manutenção – permanência do desempenho ambiental	Materiais e recursos: coleta e armazenamento de resíduos recicláveis
Outros	-	Inovações nos projetos e prioridades regionais

Quadro 44: proposta de temas, de acordo com agrupamento de preocupações

Através deste quadro foi possível quantificar o peso inerente a cada uma destas reuniões de créditos e categorias. Para o LEED este processo foi realizado da seguinte maneira: o total de seus créditos constitui 100 pontos e os créditos adicionais fornecem mais 10. Já os pré-requisitos não possuem pontuação, porém consideram questões extremamente importantes e devem ser considerados nesta ponderação. Desta forma, será considerado que cada um dos 10 pré-requisitos do LEED possui o peso relativo a 10 pontos. A porcentagem de um tema proposto será, portanto, a pontuação relacionada ao tema, sobre a quantidade total de pontos ($100 + 10 + 100 = 210$).

Para o AQUA foi preciso adotar o seguinte critério: todas as 37 categorias terão o mesmo peso, ou seja, um tema que contemplar apenas quatro subcategorias terá sua porcentagem relativa a $4/37$. A gestão do empreendimento, por ser uma atividade extra deste sistema e não estar incluída nestes 37 itens, será considerada como 10% do peso total do sistema brasileiro. A seguir, apresentam-se o quadro 45, que traz as porcentagens relativas a cada tema, e a figura 3, que mostra um gráfico a partir destes valores.

PORCENTAGENS RELATIVAS A CADA TEMA				
TEMAS	AQUA (BRASIL)		LEED (EUA)	
	SUBCATEGORIAS	%	PONTOS	%
Gestão do empreendimento	–	10%	0	0%
Qualidade do ambiente externo	3	7%	34	16%
Materiais e sistemas construtivos	4	10%	11	5%
Canteiro de obras	2	5%	12	6%
Água	2	5%	21	10%
Energia	2	5%	63	30%
Qualidade do ambiente interno e saúde dos ocupantes	18	43%	49	23%
Operação e manutenção	6	15%	10	5%
Outros	-	0%	10	5%
TOTAL =	37	100%	210	100%

Quadro 45: porcentagens relativas a cada tema

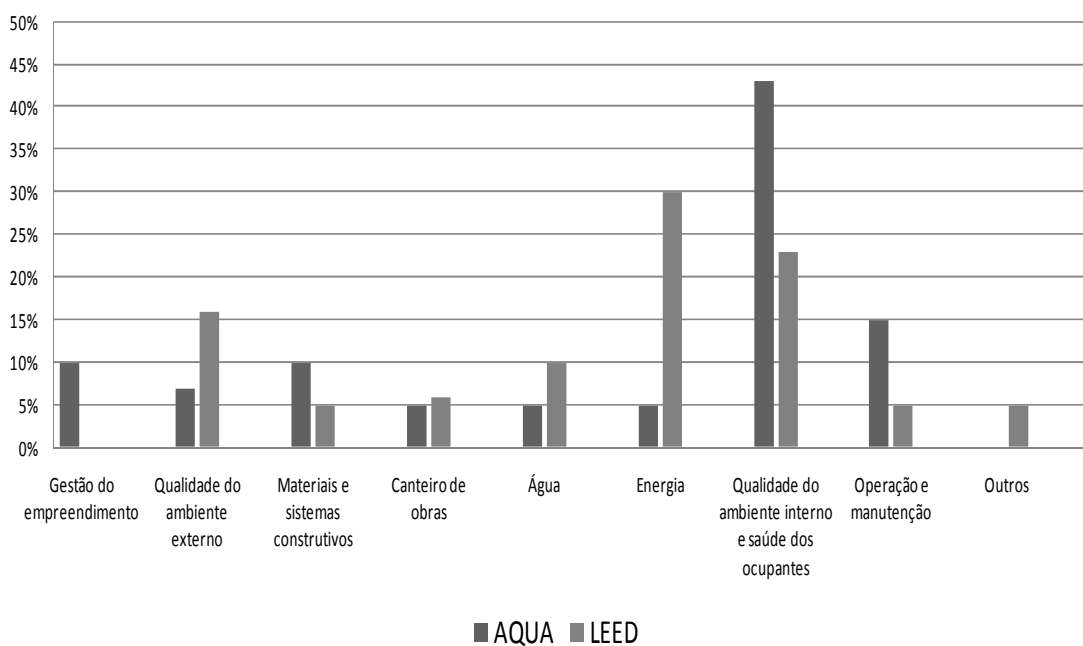


Figura 3: gráfico mostrando os pesos de cada tema

Através do gráfico é possível perceber melhor a priorização de assuntos que acontece por parte de cada certificação, entre elas próprias e em detrimento do outro sistema. Para cada um destes temas propostos serão feitas as últimas considerações, a seguir.

Quanto à **gestão do empreendimento**, é possível notar a ausência desta consideração no sistema norte-americano. O AQUA, por sua vez, considera este tema como fundamental para a implantação de uma edificação sustentável no Brasil, sendo descrito, no próprio documento deste referencial, como a “coluna vertebral” da certificação. É uma ferramenta importante para que o empreendedor se organize e assegure o alcance da qualidade ambiental desejada. Já o item “**outros**” se refere aos créditos adicionais do sistema LEED, inovação nos projetos e prioridades regionais, que, por sua vez, são considerados exclusivos a este sistema.

No que diz respeito à **qualidade do ambiente externo**, o que faz com que o LEED tenha uma porcentagem relativa maior neste quesito do que o AQUA é a grande variedade de assuntos que estão relacionados à categoria espaços sustentáveis, muitos destes que não são contemplados no sistema brasileiro, como a questão da recuperação de áreas contaminadas e as ilhas de calor, por exemplo. Um dos fatores também para essa diferença está relacionado aos meios de transporte, que caracterizam uma grande preocupação do sistema norte-americano, em comparação ao sistema brasileiro. O AQUA, por sua vez, aborda alguns assuntos como o conforto ambiental e acústico exteriores e os impactos causados pelo edifício sobre a vizinhança, que não são tratados no sistema LEED.

Em relação aos **materiais e sistemas construtivos**, a porcentagem relativa obtida através do gráfico evidencia uma maior preocupação do AQUA quanto à este tema, porém nada muito significativo. A maior diferença observada quanto ao assunto é que enquanto o AQUA proporciona um maior enfoque para a questão das escolhas construtivas para a durabilidade, adaptabilidade e facilidade de conservação da edificação, o LEED enfatiza a questão do reuso de materiais durante a construção.

O tema **canteiro de obras** é o que proporciona as porcentagens mais próximas entre os dois sistemas, podendo considerar que ambos dedicam a mesma importância, com relação ao total de seus créditos, para este assunto. Um dos pré-requisitos do LEED tem por objetivo controlar a poluição gerada pelos processos construtivos, o que demonstra uma grande preocupação deste sistema quanto aos impactos causados pelo canteiro. Existe ainda um crédito que aborda a questão da gestão dos resíduos da construção. O AQUA, por sua vez, também procura

adotar medidas para reduzir a produção de resíduos na origem, otimizando a gestão dos resíduos e reduzindo os incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras.

No que diz respeito à gestão da **água**, ambos os sistemas abordam questões bastante relevantes para a otimização do uso racional desta fonte e, também, propostas importantes e específicas para o uso das águas pluviais. Um dos fatores que faz com que o LEED tenha uma porcentagem relativa um pouco maior é por abranger uma gama maior de fatores e propostas específicas de redução de água potável através de porcentagens mínimas recomendadas, em comparação ao AQUA.

Conforme já mencionado, durante a comparação dos critérios de avaliação relacionados com a gestão da **energia**, o LEED traz no seu próprio nome esta preocupação: Liderança em Energia e Projeto Ambiental. Um dos fatores para os quais a preocupação norte-americana é tão grande quanto à questão energética deve-se ao fato da grande maioria da sua geração de eletricidade ser proveniente da queima de combustíveis fósseis, enquanto no Brasil a maioria da geração de energia deriva das usinas hidrelétricas, que utilizam uma fonte renovável. Esta grande diferença pode ser percebida através da porcentagem relativa à este critério de avaliação em ambos os sistemas, sendo 30% no LEED e apenas 5% no AQUA.

Já para a **qualidade do ambiente interno e saúde dos ocupantes**, grande parte (43%) das preocupações do sistema brasileiro está relacionada a este tema, como mostra o gráfico. Isto é o suficiente para demonstrar que as prioridades deste sistema estão ligadas principalmente ao conforto, à satisfação e à saúde dos seus usuários, enquanto para o sistema LEED, gerir adequadamente a questão energética acaba sendo o maior foco. O AQUA ainda abrange uma quantidade maior de categorias referentes ao assunto, além de itens exclusivos, como o controle das fontes de odores desagradáveis e da exposição eletromagnética, por exemplo.

A fase de **operação e manutenção** da edificação não é coberta pelo AQUA, assim como também não é coberta pelo LEED, porém o AQUA traz alguns elementos que facilitam a efetiva obtenção dos desempenhos ambientais de uma edificação após a sua entrega, com duas categorias tratando destes temas, que se preocupam, principalmente, em gerir adequadamente os resíduos gerados durante a operação do edifício e de comandar uma manutenção efetiva, para que o desempenho ambiental desejado permaneça ao longo do

tempo. Já a preocupação do LEED quanto a esta questão está baseada em um pré-requisito da categoria materiais e recursos (coleta e armazenamento dos resíduos recicláveis), que exige a previsão de locais específicos para a armazenagem de recicláveis, com fácil acesso aos ocupantes.

Existem inúmeras diferenças, portanto, entre os dois sistemas analisados, algumas semelhanças, muitos critérios e assuntos envolvidos. As prioridades de um são diferentes das prioridades do outro. Existem também alguns assuntos importantes que não são contemplados pelas certificações, como a questão da segurança do trabalho, por exemplo, uma área que procura promover a proteção do trabalhador, visando reduzir acidentes e doenças no seu local de trabalho e que acaba não entrando no conjunto de preocupações desses sistemas.

O LEED, por ser um sistema de pontuação, permite que o empreendedor não tenha necessariamente que atender a todos os critérios envolvidos para obter a certificação. Ela pode ser obtida através do atendimento de todos os pré-requisitos e da priorização de alguns créditos, porém o resultado final pode não representar os maiores ganhos em termos de sustentabilidade ambiental pela edificação. Isto pode permitir a utilização do selo como ferramenta de marketing, usada para fazer diferença nos lançamentos imobiliários, embora isso também aconteça com o AQUA. Porém, este sistema exige que o empreendimento alcance desempenho em todas as categorias, seja ele bom, excelente ou superior, mas que tenha o mínimo de desempenho desejado, em todos os critérios considerados. A escolha de um sistema vai depender, portanto, daquilo que o empreendedor busca para a sua edificação e, para isso, o conhecimento mais profundo dos dois sistemas é essencial.

7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nas limitações encontradas, recomenda-se para trabalhos futuros a comparação entre as certificações AQUA e LEED através da aplicação destes sistemas em uma edificação em particular, para que se possa analisar as vantagens e desvantagens de se avaliar estes dois sistemas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 25 out. 2009.
- FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 341 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI. Referencial técnico de certificação: edifícios do setor de serviços – processo AQUA. Out. 2007. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/cert/casaaqua/RT-Escritorios-EdEscolares-V0.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.
- GIBBERD, J. Assessing sustainable buildings in developing countries – the sustainable building assessment tool (SBAT) and the sustainable building lifecycle (SBL). In: WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2005, Tokyo. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3735.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2009.
- GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Guia para sua obra mais verde. São Paulo, SP, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/pt/download/GuiadeBoasPraticasGBCBrasil12.01.10.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2010.
- JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2001, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC/UFRGS, 2001. Disponível em: <http://pcc5100.pcc.usp.br/01_Construcao&Desenvolvimento_sustentavel/Agenda%2021%20CCivil%20-%20evento%20ANTAC.pdf>. Acesso em: 7 out. 2009.
- NATIONAL STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Sustainable Development: Concepts and Approaches, 2004. Auxilia na promoção de diálogos sobre as estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<http://www.nssd.net/references/SustDev.htm>>. Acesso em: 2 nov. 2009.
- SÃO PAULO (Estado). Protocolo Ambiental da Construção Civil Sustentável, de 16 de outubro de 2008. Dispõe sobre a adoção de ações destinadas a consolidar o desenvolvimento sustentável do setor de construção civil e do desenvolvimento urbano no Estado de São Paulo. São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/camaras/ca_ativas/construcao/documentos/protocolo_o_construcao.pdf>. Acesso em: 25 out. 2009.
- SEDREZ, M. M. **Sustentabilidade do ambiente construído: contribuições para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social**. 2004. 167 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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

USGBC (UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL). **LEED for Schools**, Version 3.0, 2009. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=5545>>. Acesso em 11 set. 2009.