

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

Aline Kautzmann

**A CERTIFICAÇÃO LEED NA OBRA DE REFORMA
E MODERNIZAÇÃO DO ESTÁDIO JOSÉ PINHEIRO BORDA**

Porto Alegre
novembro 2016

ALINE KAUTZMANN

**A CERTIFICAÇÃO LEED NA OBRA DE REFORMA
E MODERNIZAÇÃO DO ESTÁDIO JOSÉ PINHEIRO BORDA**

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
novembro 2016

ALINE KAUTZMANN

**A CERTIFICAÇÃO LEED NA OBRA DE REFORMA
E MODERNIZAÇÃO DO ESTÁDIO JOSÉ PINHEIRO BORDA**

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 Professor Orientador e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, novembro de 2016

Prof. Miguel Aloysio Sattler
PhD. pela University of Sheffield
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Eugenia Aumond Kuhn (UNIRITTER)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
PhD. pela University of Sheffield

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Miguel Aloysio Sattler, orientador deste trabalho, por sua gentileza e disponibilidade em oferecer seus conhecimentos para o desenvolvimento desta atividade.

Aos meus pais, Dirceu e Rejane, pelo amor e paciência nestes sete longos anos de graduação. Tenho a honra de dividir com vocês esta conquista.

Às minhas irmãs, Carolina e Fernanda, pela atenção e alegrias compartilhadas. Obrigada por fazerem da transição para Porto Alegre uma experiência incrivelmente agradável e inesquecível.

Aos amigos que descobri ao longo da graduação, com os quais me identifiquei, aprendi e amadureci. Seguirei levando-os comigo, para que tenhamos, ainda mais, histórias para contar. Em especial, à minha colega e amiga Cláudia, parceira nas dúvidas, angústias e alegrias reservadas para este momento final de curso. Obrigada pela paciência.

Aos amigos trazidos de outras fases da vida, que, apesar das minhas ausências, seguiram próximos e me apoiando.

Por fim, agradeço ao meu namorado Guilherme, pelo companheirismo, paciência e bom humor com o qual me acompanhou ao longo desta jornada. Obrigada, também, pelas palavras de otimismo, não somente no que diz respeito à graduação, mas em todos os aspectos de minha vida. Isto significa muito para mim.

O que é mais assustador?
A ideia de extraterrestres em mundos estranhos,
ou a ideia de que, em todo este imenso universo,
nós estamos sozinhos?

Carl Sagan

RESUMO

A maneira como o homem se relaciona com a natureza é, cada vez mais, assunto de importantes pautas globais. A exploração desenfreada de recursos naturais e o desenvolvimento não planejado contribuem para o agravamento de problemas ambientais, que acabam, direta ou indiretamente, a curto ou longo prazo, prejudicando o ser humano e todo o espaço circundante. Como grande modificadora do ambiente natural, a construção civil recebeu a incumbência de rever suas práticas e desenvolver novas tecnologias que permitam que a atividade da construção se adeque a esse novo cenário, de racionalização do uso de recursos, para poder contribuir de forma efetiva para o bem estar do planeta e, conseqüentemente, para o bem estar de toda a sociedade. Visando mensurar estas novas práticas na construção, surgiram a partir da década de 90, sistemas de certificação de sustentabilidade em edificações. Neste cenário, megaeventos esportivos fazem uso de tais sistemas de certificação para comprovar o legado sustentável deixado em seus países-sede, através de suas obras de benfeitorias e infraestrutura. Sendo assim, este trabalho objetiva a análise da aplicação do sistema norte-americano LEED™ na obra de reforma e revitalização do estádio José Pinheiro Borda, na cidade de Porto Alegre, certificação esta exigida pela FIFA para estádios-sede, demonstrando as iniciativas sustentáveis que sustentaram o recebimento do selo LEED™ *Silver* e quais critérios não puderam ser atendidos e o por quê? Como resultado, salienta-se que a busca por um ambiente construído 100% sustentável de grandes proporções como este é uma missão difícil. Entretanto, é possível sim, minimizar ou mitigar os impactos ambientais gerados pela reforma e operação de um estádio de futebol, através de diretrizes e/ou ações de sustentabilidade que estejam intrínsecas, desde a concepção do novo projeto.

Palavras-chave: Estádio de Futebol. LEED. Certificação ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento de pesquisa	16
Figura 2 – Tripé da sustentabilidade	22
Figura 3 – Categorias do processo AQUA	27
Figura 4 – Ilustração do projeto de reforma e modernização do Beira-Rio	43
Figura 5 – Varrição diária em locais de circulação	44
Figura 6 – “Lava rodas”	45
Figura 7 – Umectação da via	45
Figura 8 – Mantas geotêxteis	45
Figura 9 – Limpeza de canaletas	46
Figura 10 – Coleta de água e realização do <i>Cone de Inhoff</i>	46
Figura 11 – Análise da região no entorno do estádio	47
Figura 12 – Estudo de distâncias dos acessos ao transporte coletivo	49
Figura 13 – Cobertura	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Two-Part Certification</i> e imperativos	30
Quadro 2 – Terreno sustentável	37
Quadro 3 – Eficiência do uso de água	38
Quadro 4 – Energia e atmosfera	38
Quadro 5 – Materiais e recursos	39
Quadro 6 – Qualidade ambiental interna	39
Quadro 7 – Inovação e processos	40
Quadro 8 – Créditos de prioridade regional	40
Quadro 9 – Pontuação para terrenos sustentáveis	56
Quadro 10 – Pontuação para eficiência do uso de água	58
Quadro 11 – Pontuação para energia e atmosfera	64
Quadro 12 – Pontuação para materiais e recursos	68
Quadro 13 – Pontuação para qualidade ambiental interna	75
Quadro 14 – Pontuação para inovação e processos	77
Quadro 15 – Pontuação para créditos de prioridade regional	78
Quadro 16 – Pontuação final	79

LISTA DE SIGLAS

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

COI – Comitê Olímpico Internacional

FAR – *Floor Area Ratio*

FIFA – *Fédération Internationale de Football Association*

FMI – Fundo Monetário Internacional

GBC - *Green Building Council*

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

LBC – *Living Building Challenge*

ONU – Organização das Nações Unidas

USGBC – *Green Building Council*

WCED – *World Commission on Environment and Development*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	14
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	14
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	14
2.2.1 Objetivo principal	14
2.2.2 Objetivos secundários	14
2.3 PRESSUPOSTO	15
2.4 DELIMITAÇÕES	15
2.5 LIMITAÇÕES	15
2.6 DELINEAMENTO	15
3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONCEITOS GERAIS	18
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	18
3.2 O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	21
3.3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL APLICADO À CONSTRUÇÃO CIVIL	23
4 CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE EDIFICAÇÕES	25
4.1 AQUA	26
4.2 <i>LIVING BUILDING CHALLENGE</i>	27
4.3 LEED	32
5 ESTUDO DE CASO	42
5.1 O ESTÁDIO BEIRA-RIO	42
5.2 APLICAÇÃO DO LEED	42
5.2.1 Terreno Sustentável	42
5.2.1.1 Pré-requisito 1: Prevenção de poluição nas atividades de construção	44
5.2.1.2 Crédito 1: Escolha do terreno	46
5.2.1.3 Crédito 2: Densidade urbana e comunidade local	47
5.2.1.4 Crédito 3: Recuperação de áreas contaminadas	48
5.2.1.5 Crédito 4.1: Transporte alternativo – Acesso ao transporte público	48
5.2.1.6 Crédito 4.2: Transporte alternativo – Bicicletários e vestiários	49
5.2.1.7 Crédito 4.3: Transporte alternativo – Veículos de baixa emissão e baixo consumo	50
5.2.1.8 Crédito 4.4: Transporte alternativo – Estacionamentos	51

5.2.1.9 Crédito 5.1: Desenvolvimento local – Áreas verdes	51
5.2.1.10 Crédito 5.2: Desenvolvimento local – Área livre de construção.....	52
5.2.1.11 Crédito 6.1: Projeto de drenagem de águas pluviais – Controle de quantidade .	52
5.2.1.12 Crédito 6.2: Projeto de drenagem de águas pluviais – Controle de qualidade ...	53
5.2.1.13 Crédito 7.1: Ilhas de calor – Não-cobertura	53
5.2.1.14 Crédito 7.2: Ilhas de calor – Cobertura	54
5.2.1.15 Crédito 8: Poluição luminosa	55
5.2.2 Uso racional de água	56
5.2.2.1 Pré-requisito 1: Redução no consumo de água em 20%	56
5.2.2.2 Crédito 1: Água potável para paisagismo	57
5.2.2.3 Crédito 2: Tecnologias inovadoras para efluentes	58
5.2.2.4 Crédito 3: Redução no consumo de água	58
5.2.3 Energia e atmosfera	59
5.2.3.1 Pré-requisito 1: Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia .	59
5.2.3.2 Pré-requisito 2: Eficiência energética mínima	60
5.2.3.3 Pré-requisito 3: Proibição de CFC	60
5.2.3.4 Crédito 1: Otimizar eficiência energética	61
5.2.3.5 Crédito 2: Energia renovável no local	61
5.2.3.6 Crédito 3: Comissionamento avançado	62
5.2.3.7 Crédito 4: Gestão avançada do gás refrigerante	62
5.2.3.8 Crédito 5: Medição e verificação	63
5.2.3.9 Crédito 6: Energia limpa	63
5.2.4 Materiais e recursos	65
5.2.4.1 Pré-requisito 1: Depósito de recicláveis	65
5.2.4.2 Crédito 1.1: Reuso do edifício	65
5.2.4.3 Crédito 1.2: Manter 50% dos elementos não estruturais internos	65
5.2.4.4 Crédito 2: Gestão de resíduos em obra	66
5.2.4.5 Crédito 3: Reuso de materiais	66
5.2.4.6 Crédito 4: Conteúdo reciclado	66
5.2.4.7 Crédito 5: Materiais regionais	67
5.2.4.8 Crédito 6: Materiais rapidamente renováveis	67
5.2.4.9 Crédito 7: Madeira certificada FSC	68
5.2.5 Qualidade ambiental interna	68
5.2.5.1 Pré-requisito 1: Qualidade do ar interno	68

5.2.5.2 Pré-requisito 2: Controle da fumaça de tabaco	69
5.2.5.3 Crédito 1: Monitoramento do ar exterior	69
5.2.5.4 Crédito 2: Ventilação adicional	70
5.2.5.5 Crédito 3.1: Plano para qualidade interna do ar durante a obra	70
5.2.5.6 Crédito 3.2: Plano para qualidade interna do ar antes da ocupação	71
5.2.5.7 Crédito 4.1: Materiais com baixo VOC – Adesivos e selantes	71
5.2.5.8 Crédito 4.2: Materiais com baixo VOC – Tintas e revestimento	71
5.2.5.9 Crédito 4.3: Materiais com baixo VOC – Sistemas de piso	71
5.2.5.10 Crédito 4.4: Materiais com baixo VOC – Compostos de madeiras e fibras naturais	72
5.2.5.11 Crédito 5: Controle de fontes poluidoras e produtos químicos no ambiente interno	72
5.2.5.12 Crédito 6.1: Controlabilidade dos sistemas – Iluminação	73
5.2.5.13 Crédito 6.2: Controlabilidade dos sistemas – Conforto térmico	73
5.2.5.14 Crédito 7.1: Conforto térmico – Projeto	74
5.2.5.15 Crédito 7.2: Conforto térmico – Verificação	74
5.2.5.16 Crédito 8.1: Iluminação natural para 75% dos espaços	74
5.2.5.17 Crédito 8.2: Paisagens para 90% das áreas de piso	75
5.2.6 Inovação e processos	76
5.2.6.1 Crédito 1.1: Transporte Alternativo – Acesso ao transporte público	76
5.2.6.2 Crédito 1.2: Tecnologias inovadoras para efluentes	76
5.2.6.3 Crédito 1.3: Redução no consumo de água	76
5.2.6.4 Crédito 1.4: Programa de educação ambiental	76
5.2.6.5 Crédito 2: Profissional acreditado LEED	77
5.2.7 Créditos de prioridade regional	78
5.2.7.1 Crédito 1.1: Tecnologias inovadoras para efluentes	78
5.2.7.2 Crédito 1.2: Redução no consumo de água	78
5.2.7.3 Crédito 1.3: Otimizar eficiência energética	78
5.2.7.4 Crédito 1.4: Medição e verificação	78
5.3 RESULTADO FINAL	79
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Segundo Roche (1994), megaevento consiste em um acontecimento de curta duração, no qual a criação de infraestruturas e comodidades para sua realização torna-se necessária, resultando em efeitos permanentes nas cidades e/ou países-sede. Independentemente de tratar-se de um festival musical ou de uma competição esportiva, qualquer evento turístico caracteriza-se por ser um empreendimento com operações bem definidas, na medida em que o mesmo consome energia, água e demais recursos em sua execução. Ademais, ocorre geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes líquidos, comprovando, assim, que tais episódios impactam diretamente no meio em que acontecem. Diante disso, ressalta-se a importância da responsabilidade com a preservação ambiental na realização de diferentes tipos de eventos.

O objeto de estudo do presente trabalho está ligado diretamente à Copa do Mundo da FIFA™, maior competição esportiva de uma única modalidade do planeta e que apresenta, indiscutivelmente, enorme impacto na sociedade e no meio ambiente. Mobilizando a atenção de bilhões de espectadores em todo o mundo, este evento movimenta cifras impressionantes, no que diz respeito à sua organização e ao seu retorno econômico ao país-sede. Contudo, essas intervenções somente serão eficientes se concebidas e executadas em um cenário de desenvolvimento planejado, resultantes de estudos sólidos, garantindo a qualidade e a transparência das ações e iniciativas e sua harmonia com o meio ambiente.

Particularmente, a construção e a reforma dos estádios, exigidos pela *Fédération Internationale de Football Association* (Federação Internacional de Futebol ou, simplesmente, FIFA) têm um alto nível de exigência e objetiva a inserção de práticas de sustentabilidade nos projetos, na sua execução e na sua posterior operação, para que, assim, melhores níveis de qualidade e conforto ambiental sejam alcançados (PEREIRA, 2013).

A Copa do Mundo FIFA™ na África do Sul, em 2010, definiu novos padrões no projeto de estádios, mostrando ao mundo que engenharia e sustentabilidade ecológica podem ser compatíveis e que o uso inteligente de suas sinergias pode gerar valor agregado (FIFA, 2012). Sendo assim, a partir de 2011, os estádios com pretensão de serem homologados pela Federação devem comprovar que suas obras foram realizadas em alinhamento com os princípios da construção sustentável. Esta certificação deverá, ainda, ser emitida por um dos

três principais selos verdes do ramo: o *Green Star*, o *Green Globe* ou o *Leadership in Energy and Environmental Design*TM – LEED, sendo este último a modalidade predominante nas construções e reformas para Copa do Mundo FIFA de 2014TM.

Portanto, para demonstrar a aptidão necessária do Brasil em receber a Copa do Mundo de 2014TM, foi preciso adotar uma série de diretrizes estabelecidas pela FIFA, tal qual a aplicação do conceito de “competição verde”, ou seja, ecologicamente correta e que gere o menor impacto ambiental possível. Em razão disso, quando da preparação do Brasil e de suas cidades-sede, houve o desembolso de um grande volume de recursos, a ser investido em curto espaço de tempo, exigindo planejamento e foco para as intervenções previstas (EGUINO et al., 2012). No Brasil, o apoio à projetos de construção e reforma de arenas que receberam os jogos da Copa do Mundo de 2014 e de urbanização de seus entornos ficou a cargo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Segundo Pereira (2013), influenciado, inicialmente, por uma tendência mundial de bancos assimilarem critérios socioambientais na avaliação financeira de projetos, o BNDES tornou-se o maior incentivador da “Copa Verde” no Brasil.

Graças ao seu alcance global, a Copa do Mundo da FIFATM é capaz de oferecer, mundialmente, uma plataforma exclusiva para atrair atenção e conscientizar o público em relação a certas questões sociais e ambientais.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais iniciativas sustentáveis adotadas na reforma e modernização do estádio José Pinheiro Borda para obtenção da certificação ambiental LEED™?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e estão descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é identificar e debater as principais práticas sustentáveis adotadas na reforma e modernização do estádio José Pinheiro Borda.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) apresentar o sistema de certificação ambiental LEED;
- b) identificar os critérios avaliados no caso estudado;
- c) apontar os principais obstáculos encontrados no atendimento dos objetivos.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os atributos sustentáveis identificados na pesquisa reduzem o impacto ambiental causado pela reforma e operação da edificação.

2.4 DELIMITAÇÕES

A obtenção do certificado LEED™, objeto de estudo do presente trabalho, delimita-se à obra de reforma e modernização do estádio José Pinheiro Borda – Beira-Rio, localizado na cidade de Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

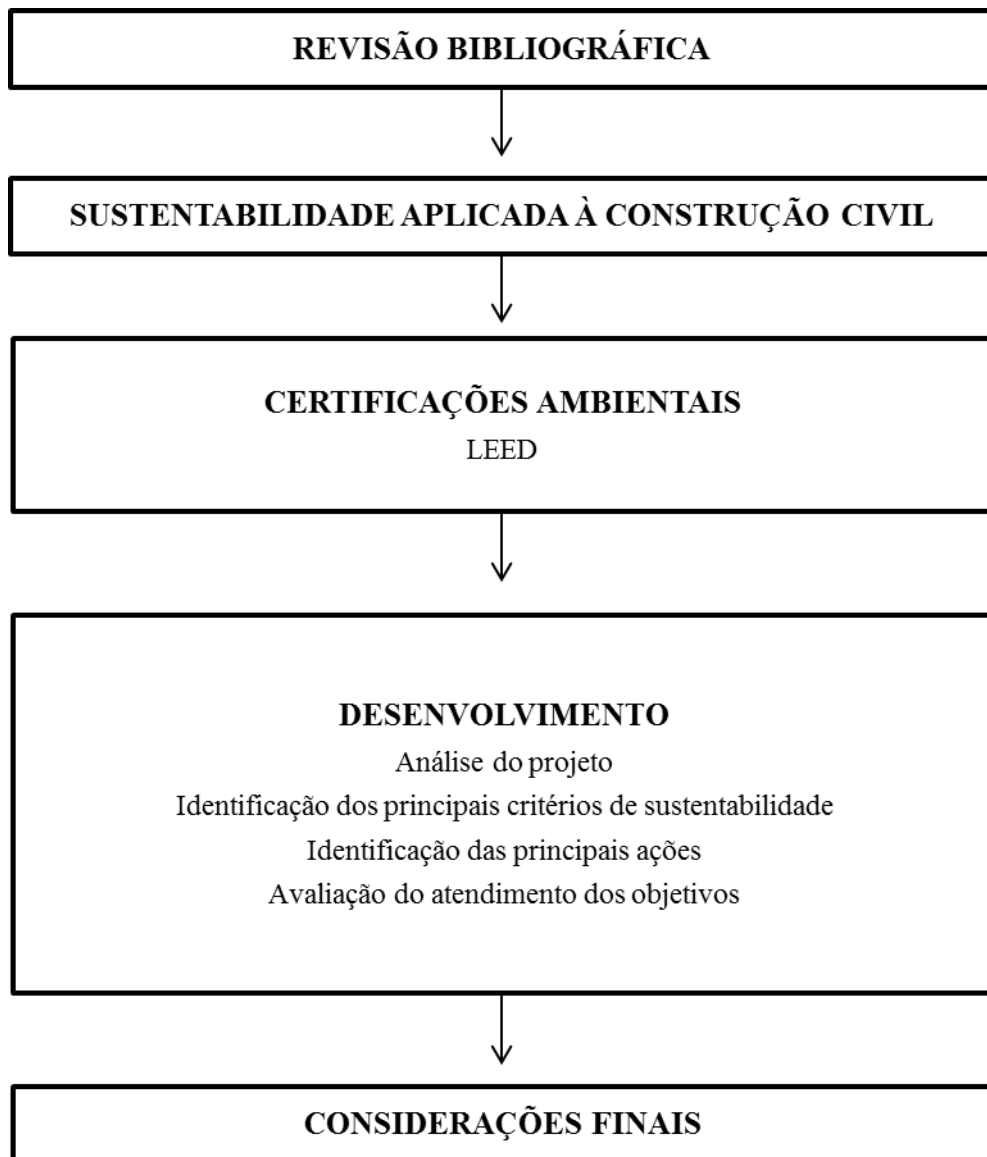
A pesquisa realizada limita-se ao estudo e análise de registros em formato documental somente, detalhados na seção de delineamento do presente trabalho.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, representadas na figura 1, e estão descritas nos próximos parágrafos:

- a) revisão bibliográfica;
- b) caracterização dos critérios de sustentabilidade aplicados à construção civil;
- c) apresentação e análise do sistema LEED;
- d) apresentação e análise do sistema LBC;
- e) desenvolvimento do trabalho;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Delineamento de pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

A primeira etapa foi **revisão bibliográfica**, que objetiva aprofundar o conhecimento sobre os assuntos tratados, utilizando-se de dados já existentes na bibliografia, além da contextualização do tema e fundamentação dos tópicos abordados durante o trabalho. Esta atividade esteve presente durante todo o período de desenvolvimento do estudo.

O passo seguinte foi caracterizar os **critérios de sustentabilidade aplicados à construção civil** e, em seguida, com base na pesquisa bibliográfica feita anteriormente, introduziu-se a modalidade de certificação ambiental foco deste caso: o sistema LEED.

De posse do material resultante das etapas anteriores realizou-se o **desenvolvimento do trabalho**, com as subdivisões a seguir: 1) análise do projeto da obra de reforma do estádio Beira-Rio; 2) identificação dos principais critérios de sustentabilidade que se buscou atender; 3) identificação das principais ações desenvolvidas e 4) apontamento dos principais obstáculos encontrados no atendimento dos objetivos. Nesta etapa de desenvolvimento, como **método de pesquisa**, analisou-se material interno da empresa responsável pela execução do empreendimento, tais como relatórios de status de projeto, realizados por equipe especializada e acreditada LEED e contratada através da empresa consultora Centro de Tecnologia de Edificações – CTE. Também, através de autorização formalizada junto à empresa responsável, obteve-se acesso aos registros fotográficos semanais e às atas de reuniões semanais de acompanhamento do processo de certificação ambiental da obra de reforma em questão.

Por fim, foram elaboradas as **considerações finais**, onde foi apresentada a síntese do trabalho e a análise crítica dos pontos identificados como mais relevantes, além de considerações sobre os conhecimentos adquiridos ao longo do processo de pesquisa.

3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONCEITOS GERAIS

Este capítulo apresentará os ideários da sustentabilidade, iniciando por uma breve contextualização histórica e, em seguida, evoluindo para o conceito de desenvolvimento sustentável. A terceira e última seção apresentará um breve histórico da sustentabilidade aplicada à construção civil.

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano caracteriza-se pelo desperdício e consumo deliberado de recursos naturais. Organizado em pequenos grupos nômades, o homem jamais hesitou em esgotar os recursos de caça e coleta em uma região, poluindo e, em seguida, abandonando-a em busca de um novo local para estabelecer-se e explorar. No entanto, este impulso de destruição não se mostrava significativo, visto sua suavização pela pequena e dispersa população mundial. De fato, a própria demanda era relativamente muito baixa. Neste momento, a qualidade de vida do homem não exigia que seu ambiente fosse profundamente modificado, permitindo, assim, que as espécies animais e/ou vegetais, que tiveram seu espaço afetado, pudessem recuperá-lo posteriormente. Contudo, a partir do surgimento da agricultura e, conseqüentemente, de grupos sedentários, a situação transformou-se. O aumento da demanda exigiu o desenvolvimento de novas técnicas de exploração, que, aos poucos, foram tornando cada região uma fonte teoricamente inesgotável de recursos para seus habitantes. Porém, ainda assim, a absorção destes impactos se manteve possível.

O pontapé inicial para mudanças decisivas deu-se na Inglaterra, em meados do século XVIII, no que conhecemos por **Primeira Revolução Industrial**. Segundo Cavalcante e Silva (2011) o rápido crescimento da população e a constante migração do homem do campo para as grandes cidades acabaram por provocar um excesso de mão-de-obra disponível e barata – que permitiria a exploração e a expansão dos negócios, que proporcionaram a acumulação de capital pela então burguesia emergente – e, aliado ao avanço do desenvolvimento científico, principalmente no que tange às inovações tecnológicas como, por exemplo, a máquina a vapor alimentada por carvão mineral, o conceito de poluição foi elevado consideravelmente.

Seguido este ritmo, a partir de 1870, uma nova onda tecnológica sedimentou a chamada **Segunda Revolução Industrial**. Nessa nova etapa, o emprego da energia elétrica, conhecida um pouco antes dessa época e com uso restrito ao desenvolvimento de pesquisas laboratoriais, evoluiu para um tipo de energia que poderia ser transmitido em longas distâncias e que geraria um custo bem menor, se comparado ao vapor. Novas experiências permitiram o aproveitamento de minérios, antes sem importância, na obtenção de matéria-prima e outros maquinários. O aço e o alumínio foram largamente utilizados, pela sua maior resistência e maleabilidade. Métodos mais simples de fabricação permitiram que o ácido sulfúrico e a soda cáustica fossem acessíveis. Por meio desses dois compostos, a fabricação de borracha, papel e explosivos puderam ser feitas em larga escala. Também, e decisivo, o petróleo, que antes tinha somente uso para o funcionamento de sistemas de iluminação, passou a ter uma nova utilidade, com a invenção do motor à combustão. Novamente, o conceito de poluição foi elevado e, desta vez, a patamares até então desconhecidos.

Acompanhando esta linha do tempo, chega-se ao ano de 1989 e à queda do muro de Berlim, marco determinante para o fim do socialismo. Foi neste cenário e estimulado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI) que o **neoliberalismo** teve seu impulso e contagiou rapidamente o mundo, permitindo-nos afirmar que (ARRUDA; QUELHAS, 2010, p. 53):

“A transição econômica do modelo keynesiano para o modelo neoliberal, se, por um lado, provocou a busca da competitividade, o emprego de novas tecnologias e novas formas de organização da produção e do trabalho, por outro lado também gerou um maior desemprego, a diminuição da renda e o aumento das desigualdades [...]. O fato é que do liberalismo ao neoliberalismo econômico, o que temos presenciado é uma relação cada vez mais predatória do homem com a natureza”.

A humanidade preocupou-se tão somente com a produção e consumo, superestimando a capacidade do planeta de assimilar a exploração dos recursos naturais e, como consequência, registrou-se aumento da poluição sonora, degradação ambiental, êxodo rural e crescimento desordenado nas cidades.

Conhecida a evolução da sociedade humana e em quais épocas tais mudanças ocorreram, conforme relatado anteriormente, é perceptível que a apreensão da humanidade com o desenvolvimento caminha lado a lado deste, porém, de forma menos dinâmica. Esta

preocupação vem da década de 60, onde os debates sobre a degradação do meio ambiente tiveram início. Tais discussões culminaram em uma grande reunião, em Estocolmo, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1972. Lago (2007) afirma que esta convocação foi consequência da crescente atenção internacional para a preservação da natureza e do descontentamento de diversos setores da sociedade, quanto às repercussões da poluição sobre a qualidade de vida das populações. Nos anos seguintes, surgiram diversas organizações atentas às questões ambientais voltadas à reflexão sobre os padrões de consumo de água e geração de resíduos.

Em 1992, foi realizada uma conferência no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, que despertou grande interesse das comunidades internacionais, visando o futuro do planeta, consagrando o desenvolvimento sustentável. A Eco-92 gerou alguns documentos oficiais – como a Carta da Terra – algumas convenções – como a da biodiversidade, da desertificação e de mudanças climáticas – e a Agenda 21. A **Agenda 21**, principal documento produzido na Eco-92, serviu de registro para países repensarem suas metodologias e se comprometerem a refletir local e globalmente, sobre forma de governos, empresas, organizações, cooperando no estudo de soluções para os problemas socioambientais, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (LAGO, 2007). A Conferência do Rio consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável e contribuiu para uma mais ampla conscientização de que os danos ao meio ambiente eram majoritariamente de responsabilidade dos países desenvolvidos. Reconheceu-se, ao mesmo tempo, a necessidade de os países em desenvolvimento receberem apoio financeiro e tecnológico para avançarem na direção do desenvolvimento sustentável.

Em seguida, em junho de 1997, influenciado pelo recente histórico de conferências e reuniões a cerca do assunto, consagrou-se o **Protocolo de Quioto**, onde foram propostas metas para redução de emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono (CO²), por parte dos países membros.

Após vinte anos da ECO 92, foi realizada pela ONU uma nova conferência – a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – também conhecida como Rio+20. A **Rio +20** mobilizou a imprensa e renovou o interesse dos brasileiros pelo desenvolvimento sustentável. O evento teve como objetivo a reavaliação das propostas

apresentadas na Agenda 21 e uma tentativa em definir uma ação mundial, que fosse capaz de unir as necessidades econômicas e sociais da humanidade visando um planeta melhor para as futuras gerações (LAGO, 2007).

Hoje, vivemos em uma sociedade voltada inegavelmente para o consumo, na qual o indivíduo supre carências, até mesmo as afetivas, através da compra deste ou daquele objeto e onde dificilmente um produto dura mais do que alguns anos. As casas também acompanharam o fenômeno: os quartos diminuíram para abrir espaço para o closet, atribuindo uma importância cada vez maior aos produtos, em detrimento dos moradores. O volume de lixo produzido é alarmante, pois, se no passado era admissível vender algum produto ou aparelho em segunda mão, hoje muitas vezes não se encontra quem queira recebê-lo por doação, sendo difícil, até mesmo, jogá-lo fora. Entretanto, se é possível obter algo positivo deste cenário, é que, com os efeitos da mudança climática batendo à porta dos países do hemisfério norte, as questões ambientais vêm obtendo uma presença na mídia, antes dedicada exclusivamente aos anúncios que estimulam essa febre de consumo.

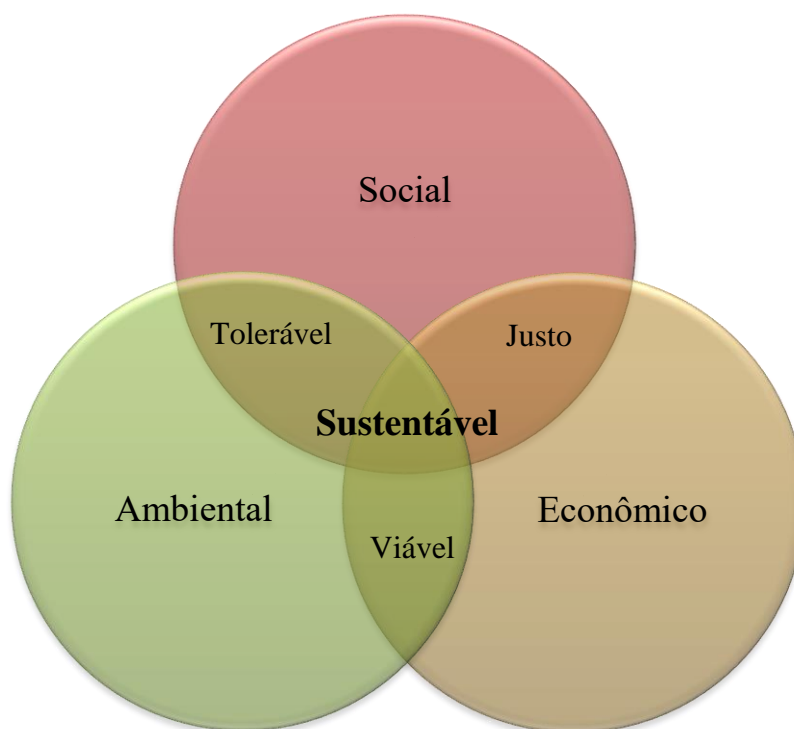
3.2 O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Conforme o relatório intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), desenvolvido pela *World Commission on Environment and Development* (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) (WCED), sob responsabilidade da ONU, **o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras** (UNITED NATIONS, 1987, tradução nossa, grifo nosso). Dito isso e fundamentado na contextualização histórica apresentada anteriormente, pode-se afirmar que o modelo atual de desenvolvimento econômico tem gerado enormes desequilíbrios sociais. É nesse cenário que se encaixa o desenvolvimento sustentável, como uma maneira de equilibrar as atividades essenciais à qualidade de vida e de dar continuidade a elas.

O conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável apoia-se na integração de questões sociais, ambientais e econômicas, constituindo o tripé conhecido como *Triple Bottom Line* (CARVALHO; VIANA, 1998). De acordo com Dias (2008), o *Triple Bottom Line* é uma avaliação não obrigatória para as organizações, mas que pode ser usada como referência de sustentabilidade, tendo o resultado esperado a equidade entre os três aspectos citados. A

perspectiva social diz respeito aos valores sociais e culturais e à justiça, na distribuição de custos e benefícios. A ecológica refere-se à manutenção dos ecossistemas do planeta em longo prazo, e a econômica resulta da aquisição de rendimento suficiente para o custo da vida em sociedade. A proposta deste modelo é a de, através de um bom gerenciamento do seu desempenho e dos seus impactos econômicos, ambientais e sociais, as empresas aumentarem o seu valor, a curto e longo prazo, bem como criarem maiores oportunidades, reduzindo riscos.

Figura 2 – Tripé da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*)



(fonte: elaborado pela autora)

Contudo, Diegues (1992) apresenta uma alternativa à concepção de “desenvolvimento sustentável”, a qual aparenta ser mais adequada: **o conceito de sociedades sustentáveis**. Sua aplicação ressalta a possibilidade de existência de uma diversidade de sociedades sustentáveis, não somente no molde industrializado, possibilitando a cada uma delas definir

seus padrões de produção e consumo, de seu desenvolvimento histórico e de seu ambiente natural. Nesse sentido, refere-se à sustentabilidade dos modos de vida, onde **a qualidade de vida passa a ser uma prioridade.**

3.3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL APLICADO À CONSTRUÇÃO CIVIL

A partir, principalmente, do século XX, observou-se uma crescente apreensão acerca dos impactos negativos do atual modelo de desenvolvimento praticado. Todavia, as abordagens para encontrar soluções que visam minimizar ou eliminar estes impactos, em sua maioria, ainda esbarram na forma excessivamente sistemática como setores produtivos da nossa sociedade se organizam. Entre estes, podemos citar o setor da construção civil, ainda imprudente com o meio ambiente e a saúde humana.

As primeiras alterações neste cenário puderam ser percebidas em novembro de 1994, na cidade de Tampa, no estado americano da Florida, onde foi realizada a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável (*First World Conference for Sustainable Construction*), onde o futuro da construção, no contexto da sustentabilidade, foi discutido (PINHEIRO, 2003). Nesse ínterim, Kibert (1994, p.7, tradução nossa) introduz seis princípios para a sustentabilidade na construção:

- a) minimizar o consumo de recursos;
- b) maximizar a reutilização dos recursos;
- c) utilizar recursos renováveis e recicláveis;
- d) proteger o ambiente natural;
- e) criar um ambiente saudável e não tóxico;
- f) fomentar a qualidade, ao criar o ambiente construído.

No Brasil, no ano de 2002, manifestou-se através da Resolução n°. 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), uma das primeiras iniciativas visando à construção sustentável, onde ficaram estabelecidos critérios, procedimentos e diretrizes para a gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002, p.1), disciplinando as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais.

O CONAMA estabeleceu esta resolução considerando (BRASIL, 2002, p.1):

- a) a necessidade de implantação de diretrizes para 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.

Constata-se que a abordagem da construção sustentável “[...] trata de uma **visão multidisciplinar e complexa**, que integra diferentes áreas do conhecimento, a fim de reproduzir a diversidade que compõe o próprio mundo.” (ARAÚJO, 2008, grifo nosso). O enfoque deve ser a criação da cultura da sustentabilidade na essência da própria sociedade e não somente a formação de inúmeras equipes multidisciplinares, cada qual especializada em um campo na obra sustentável, como muitas vezes é entendido e praticado. Ademais, torna-se exigência deste mercado a criação de produtos e materiais comprometidos com o meio ambiente, enfatizando a preocupação com baixo impacto e interesse em contribuir para a solução do problema ambiental, o que se tornaria vantagem competitiva e forma de conquistar um consumidor cada vez mais informado, exigente e consciente das necessidades do planeta (SANTOS; ABASCAL, 2012). Desta forma, segundo Corrêa (2009), caminha-se para empreendimentos que apresentarão, não somente um conceito sustentável, mas, também, uma implantação sustentável e uma moradia sustentável.

Portanto, é plausível concluir que a conquista do propósito sustentável requer a ação de todas as partes envolvidas na criação e no uso do ambiente construído. Nesse contexto, apresenta-se à sociedade um grande desafio: introduzir um novo conceito de construção, habitação e operação, oferecendo ainda mais qualidade de vida aos usuários e com menor impacto ao meio ambiente.

4 CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE EDIFICAÇÕES

O prisma ambiental vem agindo, não somente nas formas e cadeias produtivas, mas expressando-se, também, do lado do consumidor (SANTOS; ABASCAL, 2012), com suas crescentes preocupações acerca dos impactos do processo de desenvolvimento, produção e distribuição dos produtos sobre a sustentabilidade. Inseridas nesse contexto, as empresas têm sido desafiadas a elaborar estratégias inovadoras, de tal modo que possam explorar as reais motivações dos consumidores e buscando a melhoria na imagem institucional, por meio do engajamento da empresa, seus fornecedores e funcionários, em um processo de “produção limpa”, emergindo no ambiente de negócios, assim, o chamado **Marketing Verde** (SILVA et al., 2009, p. 1). Nesta conjuntura erguem-se os selos e certificações ambientais, sinônimos da qualidade do desempenho da edificação e do seu esforço em minimizar o consumo de insumos naturais e desperdícios na construção (PEREIRA, 2013) onde, atualmente (AMADO et al., 2009, p. 54, tradução nossa):

[...] o principal objetivo é desenvolver e implementar uma metodologia consensual, que sirva de suporte à concepção de edifícios sustentáveis, que seja, ao mesmo tempo, prática, transparente e suficientemente flexível, para que possa ser facilmente adaptada aos diferentes tipos de edifícios e à constante evolução tecnológica que se verifica no domínio da construção.

Contudo, devem-se considerar ajustes conforme parâmetros regionais referentes à geografia, cultura, economia e sociedade, para que tais avaliações convertam-se em resultados conclusivos (SUZER, 2015). Corroborando esta concepção, Amado et al. (2009) afirmam que a maior parte dos sistemas de avaliação está baseada em legislações locais, regulamentos e soluções construtivas convencionais predefinidas com a realidade ambiental, sociocultural e econômica do local e, assim, impelindo que diferentes regiões, caso julguem necessário, desenvolvam um aparelho próprio de avaliação da sustentabilidade.

Desta forma, a partir da criação, em 1990, no Reino Unido, do *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Método de Avaliação Ambiental de Edificações) (BREEAM), sistema proposto dentro dos propósitos estipulados na Agenda 21, e com sua larga difusão no meio, emerge o sistema *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Energia e Projeto Ambiental) (LEED), desenvolvido pelos Estados

Unidos da América. Também criada nos Estados Unidos da América, apresenta-se o *Living Building Challenge* (LBC), criado pelo *Institute for Living Futures*. Neste âmbito, vários países do mundo adotaram e criaram sistemas de avaliação de edifícios consoante a sua realidade. No Brasil não é diferente. Além dos mencionados anteriormente, há também alguns selos desenvolvidos internamente, como é o caso da AQUA – Alta Qualidade Ambiental, lançada no ano de 2007, pela Fundação Vanzolini, sendo originário da certificação francesa *Haute Qualité Environnementale* – HQE.

Nas próximas subseções, serão introduzidos, de maneira breve, alguns dos principais sistemas de avaliação (AQUA, LBC e, posteriormente, o LEED – considerado o selo de construção sustentável mais adotado atualmente no Brasil).

4.1 AQUA

A certificação AQUA foi desenvolvida no Brasil através de uma parceria entre a Fundação Vanzolini, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB), instituto francês referência mundial em pesquisas na construção civil (OLIVEIRA, 2009). Esta certificação é baseada em normas europeias com indicadores adaptados à realidade brasileira. Segundo a Revista *Téchne* (2010), o processo AQUA foi baseado na certificação francesa *Démarche Haute Qualité Environnementale* (HQE). Segundo a Fundação Vanzolini (2010), o selo AQUA objetiva alcançar a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou reabilitação e propõe a avaliação do desempenho global do mesmo durante todas as fases do seu ciclo de vida.

Cunha e Costa e Silva (2010) sinalizam as seguintes missões para o processo:

- a) melhorar a convivência entre as pessoas no seu ambiente;
- b) integrar harmoniosamente, num projeto global, estética, conforto e qualidade de vida;
- c) promover a sustentabilidade no setor da construção civil;
- d) oferecer uma certificação baseada em avaliação de critérios de desempenho abrangentes e relevantes, que demonstra, por meio de auditorias e avaliações presenciais e independentes, a alta qualidade ambiental do empreendimento.

Ainda segundo a Fundação Vanzolini (2010), a avaliação do desempenho do edifício é feita por meio de auditorias presenciais e independentes, sendo emitidos certificados, em trinta dias, para cada uma das três fases da obra: programa, concepção e realização.

Além de ser adaptado ao contexto brasileiro, o método destaca-se pela flexibilidade. Por não possuir parâmetros engessados, as decisões tomadas no processo de certificação podem ser justificadas e discutidas com os auditores do processo. Além disso, um desempenho mínimo precisa ser atingido em cada uma das 14 categorias avaliadas, conforme figura 3, e o processo é acompanhado desde a fase de concepção do projeto, o que reforça a relevância desta etapa (HILGENBERG, 2010).

Figura 3 – Categorias do processo AQUA

GERENCIAR OS IMPACTOS SOBRE O AMBIENTE EXTERIOR		CRIAR UM ESPAÇO INTERIOR SADIO E CONFORTÁVEL	
SÍTIO E CONSTRUÇÃO		CONFORTO	
1	Relação do edifício com o seu entorno	8	Conforto higrotérmico
2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	9	Conforto térmico
3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	10	Conforto visual
		11	Conforto olfativo
GESTÃO		SAÚDE	
4	Gestão da energia	12	Qualidade sanitária dos ambientes
5	Gestão da água	13	Qualidade sanitária do ar
6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	14	Qualidade sanitária da água
7	Manutenção – permanência do desempenho ambiental		

(fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2013, p.8)

4.2 LIVING BUILDING CHALLENGE

A concepção inicial do *Living Building Challenge* (LBC) surgiu em meados da década de 1990, durante um esforço para produzir o empreendimento sustentável mais avançado da época: o *EpiCenter*, na cidade de Bozeman, Montana, nos Estados Unidos. Na ocasião, Jason

F. McLennan, em conjunto com Bob Berkebile, condutor do projeto, iniciou a pesquisa de soluções tecnológicas e de requisitos sustentáveis para o que hoje é conhecido como a certificação LBC. Ao término do empreendimento, McLennan e Berkebile deram continuidade a sua pesquisa até que, em agosto de 2006, McLennan apresentou ao *Cascadia Green Building Council* (CGBC) o *Living Building Challenge* 1.0, com lançamento oficial ao público três meses depois (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014). Em 2007, McLennan contratou Eden Brukman para continuar o desenvolvimento da certificação e juntos criaram o *Living Building Challenge* 2.0. Atualmente, o sistema está na sua terceira versão e conta com mais de 300 empreendimentos registrados para obtenção da certificação. Concomitante ao desenvolvimento do LBC, no ano de 2009, o CGBC fundou o *International Living Future Institute* (Instituto Internacional Futuro Vivo) (ILFI) com a missão de conduzir e ajudar a transformar as comunidades tornando-as socialmente justas, culturalmente ricas e ecologicamente reconstituíntes¹.

O ideal pregado pelo LBC define como obsoleta a política atual de sustentabilidade, orientada para “minimização de impactos”. Com a finalidade de reverter os danos acumulados ao longo de anos de desenvolvimento mal planejado e desenfreado, o justo seria, de acordo com a certificação, **a utilização de soluções construtivas causadoras de zero impacto.**

As sete áreas foco de avaliação são denominadas “pétalas”, em menção aos atributos ecológicos impostos, conforme International Living Future Institute (2014):

- a) local: relacionado ao meio em que o projeto está inserido, a **pétala Lugar** tem como intenção realinhar as pessoas e seu relacionamento com o meio ambiente que as sustenta. Busca alinhar, também, as construções sustentáveis com as características e a história da comunidade local, para que ela possa ser protegida e honrada. Indica quando e onde é aceitável construir, proteger ou restaurar, dependendo de suas características. Enfatiza a importância da utilização da produção local de alimentos, de modo a evitar o consumo de alimentos industrializados.
- b) água: relaciona as condições para o abastecimento, uso e tratamento da água, sendo este considerado um “recurso valioso”. A intenção da **pétala Água** é refletir sobre como as pessoas usam a água e redefinir o significado de desperdício no edifício;
- c) energia: baseia-se no uso exclusivo de fontes seguras, limpas e renováveis. A **pétala Energia** tem como objetivo estimular as novas construções a utilizar apenas energias renováveis.

¹ Disponível em: < <https://living-future.org/about>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

- d) saúde e felicidade: a **pétala Saúde e Felicidade** baseia-se na criação de ambientes que otimizem o bem estar físico e psicológico alheio;
- e) materiais: foco em produtos seguros para todas as espécies. A **pétala Materiais** tem como intenção ajudar a criar um mercado voltado a materiais não tóxicos, ecologicamente regenerativos, transparentes e justos. Através de seu ciclo de vida, muitos deles são responsáveis por problemas ambientais, incluindo a destruição de espécies e habitat, poluição e a depreciação de recursos naturais. Assim, surgem inúmeros produtos ‘verdes’ à disposição no mercado, porém poucos demonstram possuírem bons dados, acessíveis ao público, que fundamentem as afirmações dos fabricantes, e possibilitem escolhas mais confiáveis. Buscando a transparência necessária para transformar uma sociedade em realmente sustentável, o ILFL apresenta a *Declare*, uma certificação para produtos de construção de acesso público, ligada oficialmente à Pétala Materiais.
- f) igualdade: trata da responsabilidade do projeto na preservação de direitos básicos do ser humano e na sua disponibilização a todos, sem discriminação. A intenção da **pétala Igualdade** é transformar o desenvolvimento promovendo um autêntico e inclusivo senso de comunidade, que seja justo e igualitário, independentemente de sua classe, raça, idade, gênero ou orientação sexual;
- g) beleza: relaciona a aparência e o design do empreendimento como formas de interação com o meio ambiente e com as pessoas. A intenção da **pétala Beleza** é de que, ao realizarmos algo bonito e agradável, estaremos promovendo uma melhor preservação e conservação do local e, posteriormente, expandindo este conceito, de nossas casas e ambientes de trabalhos, para nossas florestas e campos. As únicas possíveis limitações para esta pétala são a imaginação dos projetistas e os atributos que a sociedade decida valorizar.

As pétalas podem conter um ou mais itens específicos, denominados “imperativos”, totalizando, para as sete pétalas citadas, vinte imperativos. Por tratar-se de um sistema de avaliação **baseado no desempenho real da edificação**, medido durante o período de operação de, pelo menos, um ano, desconsiderando *checklists* e dados estimados, o LBC disponibiliza a *Two-Part Certification* (Certificação em Duas Partes): auditoria preliminar e auditoria final. Os projetos que desejam ter uma definição prévia sobre os imperativos que não são dependentes de dados de desempenho para certificação, podem requerer uma auditoria preliminar, podendo esta ocorrer a qualquer momento, após o término completo da construção. O quadro 1 identifica os imperativos passíveis de avaliação preliminar e os que exigem auditoria após um período de 12 meses de operação total do projeto, distribuindo-os de acordo com sua respectiva pétala (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014, p. 64, tradução nossa).

Quadro 1 - *Two -Part Certification* e imperativos

Pétala	Imperativo	Preliminar	Final
Lugar	01 Limite para o crescimento	x	
	02 Agricultura urbana		x
	03 Intercâmbio de habitat	x	
	04 Estilo de vida movido à potência humana	x	
Água	05 Fluxo positivo de água		x
Energia	06 Fluxo positivo de energia		x
Saúde e Felicidade	07 Ambiente agradável	x	
	08 Ambiente interno saudável		x
	09 Ambiente biofílico	x	
Materiais	10 Lista vermelha	x	
	11 Pegada de carbono incorporada	x	
	12 Indústria responsável	x	
	13 Procedência econômica viva	x	
	14 Fluxo positivo de resíduos		x
Igualdade	15 Escala humana e lugares humanos		x
	16 Acesso universal à natureza e local	x	
	17 Investimento igualitário		x
	18 Organizações JUST	x	
Beleza	19 Beleza e espírito		x
	20 Inspiração e educação	x	

(fonte: adaptado de INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014, p. 64, tradução nossa).

Para o bom entendimento dos diferentes níveis de certificação oferecidos pelo LBC, deve-se, inicialmente, definir as diferentes tipologias de projeto existentes, pois, **de acordo com a tipologia, alguns imperativos tornam-se opcionais**. Portanto, os projetistas devem classificar previamente a edificação em uma das quatro tipologias, a seguir²:

- a) construção: qualquer projeto que englobe a construção de uma estrutura coberta e cercada para uso permanente, seja ela nova ou existente;
- b) renovação: qualquer projeto que não seja uma porção relevante de uma reconstrução como, por exemplo, melhorias no pavimento-tipo, reformas em cozinhas residenciais ou restaurações históricas em uma seção da construção;
- c) infraestrutura e paisagismo: esta tipologia é para qualquer projeto que não inclua uma estrutura física, como parte primária do programa, apesar de que áreas externas, como: estacionamentos, banheiros públicos, anfiteatros e semelhantes estão inclusos nesta categoria. Outros exemplos são estradas, pontes, praças, quadras de esportes e trilhas.

² Disponível em: < <http://living-future.org/typologies>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

- d) comunidade: projetos que contenham múltiplas construções próximas, como em um campus, bairro, distrito ou vilas são classificadas nesta tipologia. Alguns exemplos incluem universidades, ruas residenciais, condomínios, setores industriais ou pequenas vilas e cidades. De acordo com a organização, atualmente, há mais de 300 projetos não confidenciais registrados, como já mencionado anteriormente, dispostos entre estas 4 tipologias. Sendo que, a tipologia construção engloba a grande maioria delas, seguida da tipologia renovação. Existem apenas 3 projetos classificados como infraestrutura e paisagismo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, c2014, tradução nossa).

Assim sendo, posterior a classificação relativa à tipologia do projeto, assim como outros selos verdes, o LBC permite diferentes níveis de certificação. São eles (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014):

- a) *Living Certification* (Certificação Viva): maior nível de certificação, apresenta diferenças por conta da tipologia de projeto. Para projetos de construção, todos os 20 imperativos são de caráter obrigatório. Em reformas, os imperativos 02 (Agricultura Urbana), 04 (Estilo de Vida Movido à Potência Humana), 15 (Escala Humana e Lugares Humanos) e 16 (Acesso Universal à Natureza e Local) não se aplicam. Nos casos de projetos de paisagismo e infraestrutura, os imperativos que não se aplicam são os de número 04 (Estilo de Vida Movido à Potência Humana), 07 (Ambiente Agradável) e 08 (Ambiente Interno Saudável);
- b) *Petal Certification* (Certificação Pétala): este nível de certificação é atribuído aos edifícios que demonstram conformidade com, pelo menos, três pétalas, dentre as quais devem estar incluídas pelo menos uma das seguintes: *Water*, *Energy* ou *Materials*. Adicionalmente, os indicadores 01 (Limite para o Crescimento) e 20 (Inspiração e Educação) também são obrigatórios;
- c) *Net Zero Energy Certification* (Certificação de Fluxo Zero de Energia): nível de certificação atribuído aos edifícios que produzem localmente 100% da energia necessária para o seu funcionamento, através de fontes renováveis e que não sejam à base de combustão. É obtido ao atender aos imperativos 01 (Limites para o Crescimento), 19 (Beleza e Espírito), 20 (Inspiração e Educação) e 06 (Fluxo Positivo de Energia), reduzindo, apenas, a exigência de produção de energia de 105%, para 100%.

Ademais, a instituição afirma que os projetos passíveis de certificação podem ser em todos os formatos e tamanhos, construções novas ou renovações, inclusive de preservação histórica, abrangendo, assim, as diversas modalidades de edificações, tais como: construções novas ou existentes, empreendimento residencial unifamiliar e multifamiliar, instituições governamentais, educacionais, religiosas ou de pesquisas, empreendimentos comerciais e laboratórios.

Desde outubro de 2010, quando foram certificados os primeiros projetos, somam-se 41 projetos contemplados com uma das três certificações anteriormente apresentadas, sendo 11 de *Living Certification*, 10 projetos certificados com a *Petal Certification* e o *Net Zero Energy Certification*, com 20 projetos. A maioria dos projetos, certificados ou registrados, encontram-se no continente norte americano (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014).

4.3 LEED

A origem do sistema *Leadership in Energy and Environmental Design*TM (LEED) (Liderança em Energia e Design Ambiental) confunde-se com a história do *United States Green Building Council* (USGBC) (Conselho de Edificações Verdes dos Estados Unidos). Através da iniciativa em reunir representantes do mercado da construção civil nos Estados Unidos, em associação a órgãos governamentais e associações de classes, para discutir e abordar a questão da sustentabilidade do ambiente construído nasceu, em 1994, o USGBC (CASSITY, 2003), uma organização sem fins lucrativos (PEREIRA, 2013), com sede na cidade de Washington, D.C. A partir da constatação da necessidade em avaliar o nível de sustentabilidade das construções, o USGBC elaborou um sistema de avaliação com base em um *checklist* de requisitos, partindo de um conceito básico: o de que, a partir de uma pontuação mínima, era possível certificar um empreendimento (CASSITY, 2003). Baseado nisto, pode-se obter certificações de diferentes categorias, em função do número de pontos contemplados: *Certified* (40 a 49 pontos); *Silver* (50 a 59); *Gold* (60 a 79) e *Platinum* (acima de 80 pontos), tendo 110 pontos como pontuação máxima oferecida. Faria (2015, grifo nosso) esclarece:

O LEED é um sistema global, regional e local de certificação de edifícios verdes, verificando a inserção de métricas e práticas, desde sua fase de conceituação, projetos e construção, por uma Terceira parte. Adicionalmente o LEED também possui ferramenta de certificação própria de readequação de edificações existentes, operação e manutenção. A ferramenta é usada para melhorar o ambiente construído, criar edificações de alto desempenho, e melhorar questões de saúde pública. Como demonstram inúmeros casos de sucesso, **a certificação internacional LEED é desenvolvida para ser aplicada em diferentes localidades e tipologias de edificações, respeitando condições climáticas e regulamentações locais.**

Segundo Pereira (2013), o sistema contempla, ainda, suporte profissional, treinamento de consultores, recursos práticos e locação de empresas terceirizadas, com auditores independentes para análise da documentação exigida. Sua aplicação está distribuída

mundialmente, precisamente em 143 países, tendo o Brasil como quarto lugar no ranking³. Conforme dados disponibilizados em sua revista virtual, o primeiro trimestre de 2016 apresentou 34 novos registros de projetos LEED no Brasil, contra 24, 21 e 33, respectivamente, referentes aos anos de 2015, 2014 e 2013, despontando no começo de 2016 como o segundo melhor ano da certificação LEED no Brasil, perdendo apenas para os 64 novos projetos registrados alcançados no primeiro trimestre de 2012 (FARIA, 2016).

O sistema LEED encontra-se, atualmente, em sua versão v4. O novo modelo é uma evolução do que está em vigor desde 2009. Seu lançamento internacional se deu no final de 2013 e, até o dia 31 de outubro de 2016, os projetos registrados para certificação podiam optar pela versão anterior da avaliação, a v3. A versão ganhou atualizações técnicas e aumentou as exigências para que os empreendimentos ganhem o selo de obra sustentável. As principais mudanças na certificação LEED v4 resumem-se em (UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 2014):

- a) exigência da análise das condições iniciais do terreno;
- b) obrigatoriedade na redução do consumo de água para paisagismo, ao menos em 30%;
- c) dispositivos hidrossanitários das edificações devem reduzir consumo de água em, pelo menos, 20%;
- d) obrigatoriedade de se desenvolver um plano de gestão de resíduos durante a construção.

Esclarece-se que, de acordo com o caso de estudo, a interpretação será concentrada no **LEED v3**.

Imagina-se que o emprego da certificação sustentável é vantajoso no enfoque econômico, social e, obviamente, ambiental. Esta reflexão é corroborada pelo *Green Building Council Brasil*⁴ (GBC Brasil), representante oficial do LEED em nosso território, por meio dos benefícios apresentados a seguir:

- a) econômicos:
 - diminuição dos custos operacionais;

³ Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-gbc.php>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

⁴ Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

- diminuição dos riscos regulatórios;
- valorização do imóvel para revenda ou arrendamento;
- aumento na velocidade de ocupação;
- aumento da retenção;
- modernização e menor obsolescência da edificação;
- modernização e menor da edificação.

b) sociais:

- melhora na segurança dos trabalhadores e ocupantes;
- priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes;
- capacitação profissional;
- conscientização de trabalhadores e usuários;
- inclusão social e aumento do senso de comunidade;
- aumento da satisfação e bem estar dos usuários;
- estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável.

c) ambientais:

- uso racional e redução da extração dos recursos naturais;
- redução do consumo de água e energia;
- implantação consciente e ordenada;
- mitigação dos efeitos das mudanças climáticas;
- uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental;
- redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

O GBC Brasil determina, também, as diversas tipologias de certificações⁵ disponíveis e condicionadas conforme as qualidades da edificação. São elas:

- a) LEED *New Construction & Major Renovation* (Novas Construções e Grandes Reformas): destinado a edificações que serão construídas ou passarão por reformas que venham a incluir um sistema de ar condicionado, envoltória a realocação;
- b) LEED *Existing Buildings – Operation and Maintenance* (Edifícios Existentes – Operação e Manutenção) é focado na eficiência operacional e manutenção do edifício existente. Ajuda a maximizar a eficiência da operação e minimizar custos e impacto ao meio ambiente;
- c) LEED *for Commercial Interiors* (Para Interiores Comerciais) é a certificação que reconhece escritórios de alto desempenho, que, por possuírem ambientes internos mais saudáveis, auxiliam no aumento de produtividade de seus

⁵ Disponível em: < <http://www.gbcbrazil.org.br/tipologia-leed.php>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

ocupantes, reduzindo os custos de operação e manutenção, além da reduzirem sua pegada ecológica⁶;

- d) LEED *Core & Shell* (Envoltória e Estrutura Principal) é destinado para edificações que comercializarão os espaços internos posteriormente, englobando toda a área comum, sistema de ar condicionado, estrutura principal, como caixa de escadas e elevadores e fachadas. Os detalhes da ocupação não são considerados, tendo em vista a pluralidade e autonomia dos futuros ocupantes;
- e) LEED *Retail* (Lojas de Varejo) reconhece as diferentes necessidades e características de uma loja de varejo, quando comparada a uma edificação comercial e auxilia as diretrizes para a redução da pegada ecológica da edificação. Inseridos nesta tipologia, existem dois tipos de certificação:
 - LEED *for Retail NC*: Novas Construções ou Grandes Reformas em Lojas de Varejo;
 - LEED *for CI*: Interiores Comerciais, quando a loja esta localizada dentro de um edifício.
- f) LEED *for Schools* (Escolas) cria ambientes escolares mais saudáveis e confortáveis, possibilitando melhor desempenho dos alunos e corpo docente, reduzindo custos com operação e manutenção do edifício e possibilita a criação de práticas de educação ambiental dentro do próprio ambiente escolar;
- g) LEED *for Neighborhood Development* (Desenvolvimento de Bairros) integra princípios de crescimento planejado e inteligente, urbanismo sustentável e edificações verdes, por meio de diferentes tipologias de edificações e mistura de usos dos espaços urbano, incentivando também a utilização de transporte público, eficiente e alternativo. Esta tipologia engloba ruas, casas, escritórios, shoppings, mercados e áreas públicas;
- h) LEED *for Healthcare* (Hospitais) é a certificação que engloba todas as necessidades de um hospital. Estudos indicam que, por possuírem ambientes mais saudáveis e naturais, hospitais certificados colaboram na recuperação do paciente.

O presente trabalho aborda a tipologia *New Construction & Major Renovation* (Novas Construções e Grandes Reformas), por ter sido esta a opção de certificação eleita na edificação analisada.

Independente de sua classificação, todas as tipologias tem sua avaliação distribuída de acordo com sete diferentes dimensões, cada qual com pontuação própria. Sendo assim, o GBC Brasil⁷ estabelece:

⁶ Pegada ecológica relaciona o consumo dos recursos pelas atividades humanas com a capacidade de suporte da natureza, mostrando se seus impactos no ambiente global são sustentáveis em longo prazo (CIDIN; SILVA, 2004).

- a) terreno sustentável (26 pontos): dimensão responsável por encorajar estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação, e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso do carro e das ilhas de calor;
- b) eficiência do uso da água (10 pontos): promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos;
- c) energia e atmosfera (35 pontos): promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como, por exemplo, simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes;
- d) materiais e recursos (14 pontos): encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários;
- e) qualidade ambiental interna (15 pontos): promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural;
- f) inovação e processos (6 pontos): incentiva a busca de conhecimento sobre *Green Buildings*, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED;
- g) créditos de prioridade regional (4 pontos): incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local.

O LEED conta com determinados **pré-requisitos**, que devem ser alcançados para assegurar a viabilidade da certificação e **não valem pontos**. Estes itens pré-estabelecidos estão alocados dentro de cinco das sete dimensões descritas nas alíneas acima, conforme identificado a seguir:

- a) prevenção de poluição nas atividades de construção;
- b) redução de 20% no consumo de água potável;
- c) comissionamento básico dos sistemas que consomem energia;
- d) eficiência energética mínima;
- e) proibição de uso de CFC;
- f) depósito de recicláveis;
- g) qualidade do ar interno;

⁷ Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

h) controle da fumaça de tabaco.

Um empreendimento que almeja a certificação LEED deverá atender, não somente os pré-requisitos obrigatórios citados anteriormente, e a pontuação mínima de 40 pontos necessários para adquirir o primeiro nível de certificação, o LEED *Certified*, como permitir o acesso do USGBC aos dados de consumo de energia e água, compartilhando seus consumos por um período de, pelo menos, cinco anos. Uma vez atendidos os pré-requisitos, o empreendimento deverá seguir os requisitos de uma série de créditos, acumulando pontos. Os créditos são opcionais e podem ser escolhidos de acordo com a facilidade de sua aplicação, que varia de acordo com as especificidades de cada projeto. Cada crédito vale, pelo menos, um ponto, sendo que alguns créditos possuem uma pontuação maior, de acordo com o seu impacto ambiental, segundo os valores estabelecidos pelo LEED. Para isso, a equipe (empreendedor, projetistas, etc.) deve, através de um de *checklist*, determinar os créditos que serão atendidos, a fim de nortear o projeto, estabelecer metas e definir o nível de certificação que pretende conquistar.

Os quadros de 2 a 8, a seguir, representam a divisão interna de cada dimensão a ser avaliada, podendo incluir em créditos ou pré-requisitos (obrigatórios), e suas respectivas pontuações possíveis.

Quadro 2 – Terreno sustentável

Item	Descrição	Pontos possíveis
Pré-requisito 1	Prevenção de poluição nas atividades de construção	NA ⁸
Crédito 1	Escolha do terreno	1
Crédito 2	Densidade urbana e comunidade local	5
Crédito 3	Recuperação de áreas contaminadas	1
Crédito 4.1	Transporte alternativo - Acesso ao transporte público	6
Crédito 4.2	Transporte alternativo - Bicicletários e vestiários	1
Crédito 4.3	Transporte alternativo - Veículos de baixa emissão e baixo consumo	3
Crédito 4.4	Transporte alternativo - Estacionamento	2
Crédito 5.1	Desenvolvimento local - Áreas verdes	1
Crédito 5.2	Desenvolvimento local - Área livre de construção	1
Crédito 6.1	Projeto de drenagem de águas pluviais - Controle de quantidade	1
Crédito 6.2	Projeto de drenagem de águas pluviais - Controle de qualidade	1
Crédito 7.1	Ilhas de calor - Não-cobertura	1
Crédito 7.2	Ilhas de calor - Cobertura	1

⁸ Neste contexto, a abreviação refere-se ao termo “Não Aplicável”.

Crédito 8	Poluição luminosa	1
-----------	-------------------	---

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 3 – Eficiência do uso de água

Item	Descrição	Pontos possíveis
Pré-requisito 1	Redução no consumo de água - Reduzir 20%	NA
Crédito 1	Água potável para paisagismo - Reduzir 50%	2
Crédito 1	Água potável para paisagismo - Reduzir 100%	4
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para efluentes	2
Crédito 3	Redução no consumo de água - Reduzir 30%	2
Crédito 3	Redução no consumo de água - Reduzir 35%	3
Crédito 3	Redução no consumo de água - Reduzir 40%	4

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 4 – Energia e atmosfera

Item	Descrição	Pontos possíveis
Pré-requisito 1	Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	NA
Pré-requisito 2	Eficiência energética mínima	NA
Pré-requisito 3	Proibição de CFC ⁹	NA
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 12%	1
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 14%	2
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 16%	3
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 18%	4
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 20%	5
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 22%	6
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 24%	7
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 26%	8
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 28%	9
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 30%	10
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 32%	11
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 34%	12
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 36%	13
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 38%	14
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 40%	15
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 42%	16
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 44%	17
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 46%	18
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 48%	19
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 1%	1

⁹ Clorofluorocarboneto ou CFC é um composto baseado em carbono, que contém cloro e flúor, responsável pela redução da camada de ozônio e, antigamente, usado como aerossóis e gases para refrigeração, sendo atualmente proibido o seu uso em vários países.

Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 2%	2
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 3%	3
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 4%	4
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 5%	5
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 6%	6
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 7%	7
Crédito 3	Comissionamento avançado	2
Crédito 4	Gestão avançada do gás refrigerante	2
Crédito 5	Medição e verificação	3
Crédito 6	Energia limpa	2

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 5 – Materiais e recursos

Item	Descrição	Pontos possíveis
Pré-requisito 1	Depósito de recicláveis	NA
Crédito 1.1	Reuso do edifício - Manter 55%	1
Crédito 1.1	Reuso do edifício - Manter 75%	2
Crédito 1.1	Reuso do edifício - Manter 95%	3
Crédito 1.2	Manter 50% dos elementos não estruturais internos	1
Crédito 2	Gestão de resíduos em obra - 50% fora do aterro	1
Crédito 2	Gestão de resíduos em obra - 75% fora do aterro	2
Crédito 3	Reuso de materiais - 5%	1
Crédito 3	Reuso de materiais - 10%	2
Crédito 4	Conteúdo reciclado - 10% (pós-consumo + 1/2 pré-consumo)	1
Crédito 4	Conteúdo reciclado - 20% (pós-consumo + 1/2 pré-consumo)	2
Crédito 5	Materiais regionais - 10%	1
Crédito 5	Materiais regionais - 20%	2
Crédito 6	Materiais rapidamente renováveis	1
Crédito 7	Madeira certificada FSC ¹⁰	1

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 6 – Qualidade ambiental interna

Item	Descrição	Pontos possíveis
Pré-requisito 1	Qualidade do ar interno	NA
Pré-requisito 2	Controle da fumaça de tabaco	NA
Crédito 1	Monitoramento do ar exterior	1
Crédito 2	Ventilação adicional	1
Crédito 3.1	Plano para qualidade interna do ar durante a obra	1
Crédito 3.2	Plano para qualidade interna do ar antes da ocupação	1

¹⁰ Forest Stewardship Council é uma organização não governamental criada para promover o manejo florestal responsável ao redor do mundo.

Crédito 4.1	Materiais com baixo VOC ¹¹ - Adesivos e selantes	1
Crédito 4.2	Materiais com baixo VOC - Tintas e revestimento	1
Crédito 4.3	Materiais com baixo VOC - Sistemas de pisos	1
Crédito 4.4	Materiais com baixo VOC - Comp. de madeiras e fibras naturais	1
Crédito 5	Controle de fontes poluidoras e prod. químicos no ambiente interno	1
Crédito 6.1	Controlabilidade dos sistemas - Iluminação	1
Crédito 6.2	Controlabilidade dos sistemas - Conforto térmico	1
Crédito 7.1	Conforto térmico - Projeto	1
Crédito 7.2	Conforto térmico - Verificação	1
Crédito 8.1	Iluminação natural para 75% dos espaços	1
Crédito 8.2	Paisagens para 90% das áreas de piso	1

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 7 – Inovação e processos

Item	Descrição	Pontos possíveis
Crédito 1.1	Crédito específico	1
Crédito 1.2	Crédito específico	1
Crédito 1.3	Crédito específico	1
Crédito 1.4	Crédito específico	1
Crédito 1.5	Crédito específico	1
Crédito 2	Profissional credenciado LEED	1

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 8 – Créditos de prioridade regional

Item	Descrição	Pontos possíveis
Crédito 1.1	Crédito específico	1
Crédito 1.2	Crédito específico	1
Crédito 1.3	Crédito específico	1
Crédito 1.4	Crédito específico	1

(fonte: elaborado pela autora)

Com exceção do *Crédito 2*, do Quadro 7, definido como a participação no processo de certificação de um profissional acreditado LEED, os demais itens, relativos às dimensões de inovações e processos e créditos de prioridades regionais, variam de acordo com o processo aplicado na edificação e o nível de certificação desejada.

Caso a certificação seja viável, a equipe deve elaborar e enviar toda a documentação referente ao empreendimento e aguardar o USGBC informar os créditos que foram contemplados,

¹¹ Sigla americana para *volatile organic compounds* ou compostos orgânicos voláteis.

conforme instruções fornecidas pelo *Frequently Asked Questions* (FAQ) do Green Building Council Brasil¹².

Depois de finalizada a obra, é preciso enviar outros documentos referentes à comprovação da aplicação dos créditos na construção (notas fiscais, fotografia etc.). Uma vez aprovados, será emitido o certificado do empreendimento. O selo LEED poderá ser utilizado durante dois anos, ao final desse prazo, para conservar a certificação, por mais dois anos, o edifício deverá ser reavaliado, em termos de operação sustentável dos sistemas (CUNHA; COSTA E SILVA, 2010, p. 57).

¹² Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/faq.php>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

5 ESTUDO DE CASO

O direito concedido às cidades-sede, por parte da Federação Internacional de Futebol (FIFA), para realização dos seus eventos, traz consigo oportunidades no âmbito financeiro, aquecimento do turismo local, aceleração dos investimentos em infraestrutura e, ainda, conduz o país-sede aos holofotes mundiais. Em contrapartida, impõe uma extensa lista de exigências, às quais as cidades-sede e seus estádios eleitos devem estar em conformidade. Uma destas condições está relacionada às questões de responsabilidade socioambiental. Para tanto, apoia-se no projeto *Green Goal* (Gol Verde), que objetiva a inclusão definitiva da sustentabilidade nos eventos desportivos através de ações em diversas frentes e, ainda, propondo-se a gerar um legado de desenvolvimento sustentável para as Copas do Mundo subsequentes e para o país-sede da competição (NETO et al., 2011, p. 3).

Como forma de avaliar esta iniciativa, a FIFA, desde 2011, incorporou ao *Green Goal* a adoção de certificações ambientais mundialmente difundidas como instrumentos de verificações. De acordo com FIFA (2011), o programa cita, atualmente, a metodologia LEED, apresentando-a em detalhes e indicando a sua obrigatoriedade em todos os novos projetos e reconstruções/renovações de estádios, os quais deverão incorporar seus princípios e técnicas de construção verde objetivando o mínimo de requisitos para a certificação.

No caso avaliado – o estádio José Pinheiro Borda, conhecido, também, por Beira-Rio – localizada em Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, em atendimento às solicitações impostas por parte da FIFA, **aplicou-se a tipologia LEED *New Construction & Major Renovation*** (Novas Construções e Grandes Reformas), destinado a edificações que serão construídas ou passarão por reformas.

5.1 O ESTÁDIO BEIRA-RIO

O estádio José Pinheiro Borda, popularmente conhecido como Beira-Rio, é pertencente ao Sport Club Internacional. Erguido sobre uma área aterrada do Rio Guaíba, doada pela prefeitura de Porto Alegre em 1956, o estádio passou por um grande processo de modernização visando à Copa de 2014. As obras do projeto denominado “Gigante Para

Sempre” começaram em março de 2012 e duraram dois anos. Neste período, o Beira-Rio foi adaptado às exigências e padrões internacionais do futebol estipulados pela FIFA.

O processo de revitalização e modernização do Beira-Rio deixou como legado, em resumo, a reforma completa do estádio com cobertura, o aumento da área útil do estádio, a criação do edifício-garagem com 3.000 novas vagas, criação de 44 lojas na sua área externa, 66 pontos de alimentação e obras de infraestrutura no entorno, como a duplicação da Avenida Edvaldo Pereira Paiva, a obra do viaduto Pinheiro Borba e a implantação do corredor para ônibus na Avenida Padre Cacique.

Figura 4 – Ilustração do projeto de reforma e modernização do Beira-Rio



(fonte: portfólio Hype Studio Arquitetura¹³)

5.2 APLICAÇÃO DO LEED

Atendendo à resolução da FIFA, como meio de mensurar e certificar as medidas sustentáveis aplicadas no processo de reforma e modernização do empreendimento, aplicou-se o programa LEED, detalhado nas seções a seguir e baseado nas informações da seção 4.1.

5.2.1 Terreno Sustentável

A primeira dimensão avaliada conta com 1 pré-requisito obrigatório e 26 pontos possíveis, detalhados nas próximas subseções.

¹³ Disponível em: <<http://hypestudio.com.br/portfolio-post/estadio-beira-rio/>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

5.2.1.1 Pré-requisito 1: Prevenção de poluição nas atividades de construção

Este pré-requisito apresenta caráter obrigatório e consiste em elaborar e implementar um Plano de Prevenção de Poluição do Solo e do Ar para reduzir a poluição proveniente das atividades de construção, controlando a erosão do solo, o assoreamento dos cursos d'água e a geração de poeira na vizinhança.

Nesta situação, desenvolveu-se, além do Plano de Prevenção de Poluição do Solo e do Ar solicitado, um Plano de Drenagem Superficial para evitar a saída de sedimentos pela rede de drenagem. Podem-se citar, como principais iniciativas para o alcance deste pré-requisito, a varrição diária dos locais de circulação, o processo de “lava rodas” e o uso de caminhões Pipa para umectação das áreas de maior movimento, diminuindo, desta maneira, a dispersão de partículas de poeira.

Em bueiros no entorno do estádio, mantas geotêxteis foram instaladas e, rotineiramente, conferidas e substituídas, filtrando a passagem de sedimentos para a rede pluvial. O processo envolveu, também, a verificação e limpeza das canaletas e caixas de drenagem, efetuando a retirada de sedimentos sempre que necessário e a análise de sólidos sedimentáveis na água descartada do terreno através do método do *Cone de Imhoff*. O solo removido dos antigos campos de futebol, situados, na época, ao lado do estádio, foi reservado e protegido para reaproveitamento posterior nas áreas verdes do empreendimento. O pré-requisito foi conquistado.

Figura 5 – Varrição diária em locais de circulação



(fonte: relatórios da construtora)



(fonte: relatórios da construtora)

Figura 7 – Umectação das vias de circulação



(fonte: relatórios da construtora)

Figura 8 – Mantas geotêxteis



(fonte: relatórios da construtora)

Figura 9 – Limpeza de canaletas



(fonte: relatórios da construtora)

Figura 10 – Coleta de água e realização do *Cone de Imhoff*

(fonte: relatórios da construtora)

5.2.1.2 Crédito 1: Escolha do terreno

Este crédito limita a área de empreendimento, não sendo possível a construção em área rural, área não desenvolvida inundável, área que seja habitat de espécies animais e vegetais protegidas por legislação, área reservada para mata ciliar, área de preservação permanente ou área destinada a parques públicos.

No caso analisado, o terreno localiza-se em área urbana previamente desenvolvida e, por consequência, atendeu ao crédito. No entanto, segundo a classificação da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), a área possui um risco ocasional a inundações. Entretanto, através de declaração da prefeitura municipal de Porto Alegre, atestou-se que a área não é passível de inundações e, assim, o crédito foi contemplado.

5.2.1.3 Crédito 2: Densidade urbana e comunidade local

A fim de proteger as áreas nativas e preservar os recursos e habitats naturais, este crédito estabelece o desenvolvimento do empreendimento em áreas urbanas consolidadas, segundo as opções abaixo:

- a) opção 1: construir em região previamente desenvolvida, com densidade mínima de 1,38 metros quadrados construídos por metros quadrados de terreno. Este cálculo deve considerar a área do projeto a ser construído;
- b) opção 2: construir em terreno previamente desenvolvido, a 805 metros de uma zona residencial com densidade de, no mínimo, 10 unidades a cada 4.047 metros quadrados e a 805 metros de pelo menos 10 serviços básicos, acessíveis a pedestres.

O crédito foi atendido pela opção dois, baseado em um levantamento do entorno do estádio, em um raio de 805 metros, onde se identificou a existência de um condomínio residencial, com a densidade mínima (10 unidades residenciais por acre) exigida pelo crédito, localizado na Avenida Padre Cacique. Em relação estabelecimentos de serviços, houve a necessidade de incluir dois serviços incluídos pelo próprio empreendimento (no caso, uma loja e um banco). Os demais serviços incluíram 2 restaurantes, 1 salão de beleza, 1 consultório médico, 1 casa de repouso, 1 loja de conveniência, 1 escola e 1 parque, totalizando, assim, os dez serviços solicitados.

Figura 11 – Análise da região no entorno do estádio



(fonte: relatório da empresa consultora)

5.2.1.4 Crédito 3: Recuperação de áreas contaminadas

Este crédito propõe executar a construção de empreendimentos em terreno comprovadamente contaminado, promovendo a remediação da área, ou em terreno dito degradado pelo governo local, reduzindo a especulação imobiliária em áreas não desenvolvidas.

Este crédito não foi alcançado pois não houve a remediação da contaminação do solo pela anterior existência de um posto de gasolina a menos de 80 metros do estádio.

5.2.1.5 Crédito 4.1: Transporte alternativo – Acesso ao transporte público

Objetivando a redução da poluição e impactos gerados pela utilização de veículos automotores, o LEED determina, para atendimento deste crédito, que o empreendimento:

- a) opção 1: deve estar localizado a uma distância de, no máximo, 800 metros (contabilizados a partir da entrada principal do edifício, a pé) de uma estação existente – ou planejada e financiada – de trem ou metrô;
- b) opção 2: deve estar localizado a uma distância de, no máximo, 400 metros (contabilizados a partir da entrada principal do edifício, a pé) de um ou mais pontos de parada de ônibus, servidos por duas ou mais linhas. Linhas de ônibus fretados podem ser contabilizadas para o atendimento desse crédito, contanto que estejam conectadas ao transporte público e operem nos horários de pico.

O crédito foi conquistado por meio da segunda opção, uma vez que a entrada considerada mais distante do estádio está a uma distância menor que os 400 metros exigidos do ponto localizado na Avenida Padre Cacique, responsável por atender 25 linhas de ônibus.

Figura 12 – Estudo de distâncias dos acessos ao transporte coletivo



(fonte: relatório da empresa consultora)

5.2.1.6 Crédito 4.2: Transporte alternativo – Bicicletários e vestiários

Com o intuito de promover o modal ciclovitário, este item sugere dois modos para seu atendimento:

- a) caso 1: prover bicicletário seguro para 5% ou mais do total de usuários do edifício (mensurado no horário de pico), localizado a, no máximo, 183 metros da entrada principal do edifício e, também, prover vestiários com chuveiros para no mínimo 0,5% dos ocupantes, equivalentes ao período integral, localizados no edifício ou a, no máximo, 183 metros de sua entrada principal;
- b) caso 2: para empreendimentos residenciais ou de uso misto é preciso prover bicicletário seguro e coberto para 15% ou mais do total de ocupantes do edifício.

Conforme o caso 1, de acordo com o empreendimento em questão, fez-se um estudo para o cálculo do número de vagas necessárias para o bicicletário, baseado na população estimada por consultores contratados, resultando em 2.571 vagas necessárias. No entanto, para casos em que a ocupação do empreendimento é intermitente, é permitido um cálculo ponderado pelo tempo de ocupação de cada grupo de usuários. Neste caso, seriam necessárias 432 vagas no bicicletário que deve estar localizado a, no máximo, 183 m da entrada principal do estádio.

Além disso, deveriam ser disponibilizados um vestiário feminino e outro masculino para uso dos funcionários ciclistas do Beira-Rio, com um mínimo de 3 chuveiros e 3 armários em cada, bem como a contratação de um projeto de comunicação visual para sinalização adequada do bicicletário, vestiários e das vias específicas de acesso. Para esta situação, optou-se pela não realização destas iniciativas e o consequente não atendimento ao crédito.

5.2.1.7 Crédito 4.3: Transporte alternativo – Veículos de baixa emissão e baixo consumo

Este crédito estimula o uso de veículos de baixa emissão e baixo consumo, reduzindo a poluição e os impactos do desenvolvimento gerados pela utilização de veículos. São propostas quatro opções, conforme a seguir, para o atendimento ao crédito:

- a) opção 1: fornecer vagas preferenciais para veículos com baixa emissão e baixo consumo correspondentes a 5% do total de vagas disponíveis. Em estacionamentos pagos, pode-se optar por fornecer desconto de, no mínimo, 20% para veículos de baixa emissão e baixo consumo;
- b) opção 2: implantar estação de reabastecimento de combustível alternativo para 3% do total de vagas de garagem.
- c) opção 3: fornecer veículos com baixa emissão e baixo consumo para 3% do ocupantes do empreendimentos e prever vagas preferenciais para estes veículos.
- d) opção 4: prover um programa de compartilhamento de veículos de baixa emissão ou baixo consumo.

O projeto conta com 3.021 vagas, onde foram demarcadas 152 vagas preferenciais para veículos de baixa emissão e baixo consumo. Estas vagas são as mais próximas à entrada do estádio, ao lado das vagas destinadas às pessoas com deficiência, não sendo vagas presas. Assim sendo, atendeu-se este crédito.

5.2.1.8 Crédito 4.4: Transporte alternativo – Estacionamentos

Para os casos de empreendimentos exclusivamente não residenciais, apresentam-se as opções a seguir:

- a) opção 1: dimensionar as vagas de estacionamento para atender, porém não exceder, as exigências da lei de zoneamento local e prover vagas para *carpool*¹⁴ para 5% do total de vagas previstas no projeto.

¹⁴ Expressão para veículos que praticam carona com mais de duas pessoas.

- b) opção 2: para empreendimentos que fornecem estacionamento para menos de 3% dos ocupantes em tempo integral deve-se prover 3% das vagas de estacionamento para veículos que sejam *carpool* e identificá-las. Em estacionamentos pagos, deve-se fornecer descontos de, no mínimo, 20% para veículos com duas ou mais pessoas, atende aos requisitos do crédito.
- c) opção 3: não projetar novas vagas de estacionamento.
- d) opção 4: para projetos sem exigências legais de número de vagas, reduzir em 25% o número de vagas explícito no estudo de Parking Generation de 2003 do *Institute of Transportation Engineers*.

Em empreendimentos exclusivamente residenciais, o LEED estabelece:

- a) opção 1: dimensionar as vagas de estacionamento para atender, porém não exceder, as exigências da lei de zoneamento local e prover infraestrutura e programas de apoio para redução do uso de transporte individual.
- b) opção 2: não projetar novas vagas de estacionamento.

Para verificação de atendimento deste crédito tomou-se por base a opção 1. Foi apresentado um Estudo de Viabilidade Urbanística (EVU) do Beira-Rio, comprovando que o número de vagas proposto pelo projeto não ultrapassa o número mínimo de vagas exigido pela legislação. Além disso, foram demarcadas 152 vagas preferenciais para *carpool*, representando os 5% do total de vagas existentes, conforme exigido. Assim sendo, o crédito foi atendido.

5.2.1.9 Crédito 5.1: Desenvolvimento local – Áreas verdes

Objetivando a conservação das áreas naturais existentes e a restauração das áreas contaminadas, a fim de promover a biodiversidade, este crédito estabelece duas situações passíveis de atendimento ao crédito:

- a) opção 1: para empreendimentos localizados em áreas não desenvolvidas, deve-se manter o estado de preservação ambiental, limitando o impacto às áreas próximas da edificação;
- b) opção 2: para empreendimentos localizados em áreas previamente desenvolvidas, deve-se garantir, no mínimo, 50% do terreno (descontando-se a projeção da edificação) com áreas verdes nativas ou adaptadas ou 20% da área total do terreno, o que for mais restritivo. Projetos que atendem ao crédito 2 desta dimensão podem contabilizar as áreas de telhado verde.

No caso do estádio, o gramado não pode ser considerado uma área verde que promova a biodiversidade, pois se trata de uma monocultura. Além disso, os jardins propostos nas áreas internas do estádio são cobertos e, portanto, também não contribuem para atendimento do crédito. Ainda, como as áreas externas não estavam no escopo da obra e, portanto, sem o controle das atividades que ocorreriam nestas áreas durante o período da reforma, este crédito não pode ser atendido.

5.2.1.10 Crédito 5.2: Desenvolvimento local – Área livre de construção

Este crédito visa proporcionar áreas livres no terreno, com a finalidade de promover a biodiversidade e reduzir o impacto da construção, conforme as opções a seguir:

- a) opção 1: proporcionar uma área livre vegetada 25% maior que a área exigida pela lei de zoneamento local;
- b) opção 2: caso não haja lei de zoneamento local, proporcionar área livre vegetada igual à área de projeção do edifício;
- c) opção 3: caso não haja exigência na lei de zoneamento local para áreas livres vegetadas, proporcionar 20% da área do terreno para esse fim.

É importante acrescentar algumas observações com relação a este crédito:

- a) para projetos que atendem ao crédito 2 desta dimensão, a área de telhado verde poderá ser contabilizada;
- b) para projetos que atendem ao crédito 2 desta dimensão, as áreas de circulação exclusiva para pedestres podem ser contabilizadas. Nesse caso, no mínimo 25% das áreas livres devem ser vegetadas;
- c) em caso de áreas alagadas ou lagos naturais, esses podem ser considerados áreas livres, desde que a inclinação média dos taludes seja de, no máximo, 1:4 e que esses sejam vegetados.

Novamente, como as áreas externas não estavam no escopo desta obra, não era possível controlar suas atividades durante o período de obras e, portanto, este crédito também não pode ser atendido.

5.2.1.11 Crédito 6.1: Projeto de drenagem de águas pluviais – Controle de quantidade

Este crédito limita a alteração na hidrologia natural por meio da redução das superfícies impermeabilizadas, aumentando, assim, a infiltração no terreno e gerenciando o escoamento das águas pluviais no empreendimento. Em casos de terrenos com impermeabilidade original menor ou igual a 50%, o LEED estabelece que se mantenha o mesmo volume e vazão de água

pluvial da situação original ou, então, que seja implementado um plano de gerenciamento das águas pluviais que garanta a proteção de canais e estratégias de controle de qualidade da água. Para terrenos com impermeabilidade original superior a 50% é necessário reduzir em 25% o volume e a vazão do escoamento de água pluvial da situação original.

O fato do escopo de obra não contemplar as áreas externas, novamente, é determinante no não atendimento deste crédito.

5.2.1.12 Crédito 6.2: Projeto de drenagem de águas pluviais – Controle de qualidade

Conquista-se este crédito implementando um plano de gerenciamento de águas pluviais para redução de coberturas impermeáveis, promovendo a infiltração e a coleta e tratamento da água de escoamento referente a 90% da média anual de chuva. Tais ações devem ser definidas, assegurando que pelo menos 80% do Total de Sólidos Suspensos (TSS) sejam removidos do escoamento superficial.

Igualmente ao crédito anterior, a não inclusão das áreas externas no escopo de obra resultou no não atendimento deste requisito.

5.2.1.13 Crédito 7.1: Ilhas de calor – Não-cobertura

O objetivo deste crédito é a redução das chamadas ilhas de calor¹⁵, para minimizar o impacto no microclima e no ambiente urbano. São oferecidas duas opções, conforme a seguir:

- a) opção 1: oferecer qualquer combinação das estratégias abaixo para, no mínimo, 50% das áreas pavimentadas (pátios, ruas, estacionamentos, calçadas):
 - prover sombra a partir de árvores existentes ou de um paisagismo proposto, dentro de 5 anos de sua implantação;
 - prover sombra a partir de estruturas cobertas por painéis solares que produzam energia;
 - prover sombra a partir de estruturas ou dispositivos arquitetônicos que tenham um *Solar Reflectance Index* (Índice de Refletância Solar) (SRI) de, no mínimo, 29;
 - usar materiais de pavimentação externa com SRI de, no mínimo, 29;
 - usar pavimento drenante vegetado (pelo menos 50% permeável).

¹⁵ Fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização, onde a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas.

- b) opção 2: projetar pelo menos 50% das vagas de estacionamento cobertas (subsolos ou sob coberturas). Qualquer cobertura utilizada para sombrear ou cobrir o estacionamento deve ter um SRI de, no mínimo, 29, ser vegetada ou possuir painéis solares que produzam energia.

Este crédito foi atendido através da opção 2, uma vez que 68% das vagas do edifício garagem são cobertas. Além disso, como a área exposta é menor do que 50% da área total de estacionamento, não há exigências quanto ao nível de refletância da cobertura.

5.2.1.14 Crédito 7.2: Ilhas de calor – Cobertura

O objetivo deste crédito é semelhante ao crédito anterior, porém, para este caso, considera-se superfícies com cobertura, com as seguintes opções, conforme a seguir:

- a) opção 1: usar materiais de cobertura com Índice de Refletância Solar (SRI) igual ou superior a 78 (para superfícies com inclinação menores ou iguais a 2:12) ou 29 (para inclinação maior que 2:12) em 75% das áreas de cobertura. É permitida a aplicação de materiais de cobertura com SRI menor que o exigido, contanto que sejam aplicados numa área superior à requerida;
- b) opção 2: instalar áreas verdes em pelo menos 50% da área de cobertura;
- c) opção 3: instalar superfícies com alto coeficiente de reflexao (de SRI compatível com a opção 1) e áreas de telhado verde que, combinadas, atendam ao seguinte critério: $(\text{Cobertura com SRI} / 0.75) + (\text{Cobertura Verde} / 0.5) \geq \text{total da área de cobertura}$.

Neste empreendimento, cerca de 29.000 metros quadrados da cobertura do estádio, produzida com policarbonato translúcido e uma película branca opaca de PTFE (popularmente chamado pelo nome comercial *teflon*), possui acabamento com índice de refletância SRI superior a 78, comprovado através de teste laboratorial. Desta forma, atende-se à opção 1 e, consequentemente, o respectivo crédito.

Figura 13 - Cobertura



(fonte: autora)

5.2.1.15 Crédito 8: Poluição luminosa

Referente à iluminação interna, este crédito oferece as opções abaixo com o objetivo de minimizar a poluição luminosa:

- a) opção 1: reduzir a potência da iluminação interna, no mínimo, em 50%, através da utilização de dispositivos de controle automático, através da programação horária das luminárias internas não emergenciais que emitam luz para fora da edificação, no período das 23h às 5h. O acionamento dessas luminárias no período descrito poderá ser feito manualmente ou por sensor de presença, desde que haja um temporizador de desligamento automático que não ultrapasse 30 minutos;
- b) opção 2: todas as aberturas da fachada (translúcidas ou transparentes), com linha direta de visão para quaisquer luminárias não emergenciais, devem ter algum tipo de anteparo (com resultante de transmitância luminosa menor que 10%) que deverá ser controlado ou fechado automaticamente no período das 23h às 5h.

Para o caso de iluminação externa, tais áreas deverão ser iluminadas somente quando estas exigirem iluminação para segurança e conforto e suas densidades de potência instalada não devem exceder os parâmetros definidos por norma indicada.

Como ocorrido em outros créditos, não se pode atender a este crédito devido a não inclusão das áreas externas no escopo de obra.

O quadro 9 resume o atendimento ou não dos créditos exigidos pela primeira dimensão avaliada (Terreno Sustentável), totalizando **19 pontos**. As siglas utilizadas, AT e NA, significam, respectivamente, critério atendido e não atendido.

Quadro 9 – Pontuação para Terrenos Sustentáveis

Item	Descrição	Status	Pontos
Pré-req. 1	Prevenção de poluição nas atividades de construção	AT	-
Crédito 1	Escolha do terreno	AT	1
Crédito 2	Densidade urbana e comunidade local	AT	5
Crédito 3	Recuperação de áreas contaminadas	NA	-
Crédito 4.1	Transporte alternativo - Acesso ao transporte público	AT	6
Crédito 4.2	Transporte alternativo - Bicicletário e vestiários	NA	-
Crédito 4.3	Transporte alternativo - Veículos de baixa emissão e baixo consumo	AT	3
Crédito 4.4	Transporte alternativo - Estacionamentos	AT	2
Crédito 5.1	Desenvolvimento local - Áreas verdes	NA	-
Crédito 5.2	Desenvolvimento local - Área livre de construção	NA	-
Crédito 6.1	Projeto de drenagem de águas pluviais - Controle de quantidade	NA	-
Crédito 6.2	Projeto de drenagem de águas pluviais - Controle de qualidade	NA	-
Crédito 7.1	Ilhas de calor - Não-cobertura	AT	1
Crédito 7.2	Ilhas de calor - Cobertura	AT	1
Crédito 8	Poluição luminosa	NA	-

(fonte: elaborado pela autora)

5.2.2 Uso racional de água

A segunda dimensão avaliada conta 1 pré-requisito obrigatório e 10 pontos possíveis, divididos em 3 diferentes créditos e detalhados nas próximas subseções.

5.2.2.1 Pré-requisito 1: Redução no consumo de água em 20%

Este pré-requisito apresenta caráter obrigatório e consiste em adotar estratégias que reduzam o consumo de água do empreendimento (excluindo irrigação), com base nos valores estipulados pelo *Energy Policy Act* de 1992 e 2005. O cálculo é baseado no uso estimado pelos ocupantes e inclui os seguintes dispositivos: torneiras de lavatórios, mictórios, bacias sanitárias, chuveiros, torneiras de serviço e sprays de pré-lavagem de utensílios de cozinha. Para este pré-requisito, somente o uso de água pluvial é aceito como fonte de água não potável.

Para atender a esse pré-requisito, o consumo anual de água do empreendimento foi reduzido em 20% em relação aos valores do *baseline*, baseado nos dispositivos hidráulicos estipulados pelo *Energy Policy Act* dos Estados Unidos. Para tanto, foi desenvolvida por parte da empresa consultora contratada para este projeto, uma simulação preliminar utilizando os projetos disponibilizados, com dados de população e regime de operação do estádio detalhados. Sendo assim, foram instalados dispositivos economizadores nos sanitários, como bacias dual-flush, mictórios de baixo consumo, lavatórios e chuveiros com restrição de vazão, e, assim, alcançou-se uma economia de 28% em relação ao consumo de água do *baseline*. Somado a isso, o reuso de águas pluviais para atendimento da demanda de bacias e mictórios resultou em uma economia total de 57%. Desta maneira, o pré-requisito foi conquistado.

5.2.2.2 Crédito 1: Água potável para paisagismo

Este crédito prevê a redução ou eliminação do uso de água potável tratada ou proveniente de qualquer outra fonte natural superficial ou subterrânea disponível próxima ao projeto para irrigação do paisagismo. O LEED oferece duas opções para o atendimento deste crédito, cada qual valendo 2 pontos, conforme abaixo:

- a) opção 1: reduzir o consumo de água potável para irrigação do paisagismo em 50%, tomando como base o volume de água consumido durante o mês mais crítico do verão. Esta redução deve ser atribuída à qualquer combinação das seguintes estratégias: espécies das plantas, eficiência no sistema de irrigação, aproveitamento de água de chuva, reuso de água servida, água não-potável fornecida pela concessionária, água bombeada para rebaixamento de lençol freático (neste caso, é necessária a comprovação que seu uso não causa impacto no ciclo hidrológico do local onde o projeto está inserido);
- b) opção 2: atender aos requisitos mínimos para *opção 1* e utilizar somente água não potável para irrigação e; ou implantar um paisagismo que não requeira um sistema permanente de irrigação. Sistemas temporários de irrigação usados para estabelecimento das plantas são permitidos, desde que removidos dentro de 1 ano.

Para o caso estudado, desenvolveu-se uma simulação preliminar para cálculo do consumo de água para irrigação do campo de futebol, considerando um sistema de irrigação com rotores. Foi verificado que, mesmo com um projeto eficiente de irrigação automatizada, o plantio proposto não conseguirá alcançar a redução de 50% no consumo de água potável, exigido pela primeira parte do crédito. Para isso, será necessário incorporar o uso de água pluvial e,

portanto, a segunda parte do crédito não poderá ser buscada. Desta forma, optou-se pelo não atendimento a este crédito.

5.2.2.3 Crédito 2: Tecnologias inovadoras para efluentes

Objetivando reduzir a geração de efluentes e o consumo de água potável dos sistemas de descargas do empreendimento, o LEED estabelece, através deste crédito, duas opções:

- a) opção 1: reduzir em, no mínimo, 50% o uso de água potável para mictórios e bacias sanitárias, por meio do uso de dispositivos economizadores e/ou água não-potável;
- b) opção 2: tratar no próprio local, pelo menos, 50% dos efluentes provenientes de bacias e mictórios até o nível terciário¹⁶. A água tratada deve ser infiltrada no terreno ou reutilizada no próprio local.

O projeto em questão realiza o reuso de águas pluviais para abastecimento dos vasos e mictórios do empreendimento, sendo esta iniciativa suficiente para atender 100% da demanda.

5.2.2.4 Crédito 3: Redução no consumo de água

A ideia deste crédito é análoga ao item 5.2.2.1 (pré-requisito 1). Conforme descrito anteriormente, as iniciativas adotadas para redução do consumo de água potável no empreendimento resultam em uma economia de 57% do consumo, alcançando-se, assim, o crédito em sua maior escala – redução em 40% – e, por consequência, quatro pontos neste item.

Desta forma, pode-se resumir a dimensão relativa ao uso racional de água conforme o quadro 10, **resultando em 6 pontos conquistados.**

Quadro 10 – Pontuação para eficiência do uso de água

Item	Descrição	Status	Pontos
Pré-req. 1	Redução no consumo de água - Reduzir 20%	AT	-
Crédito 1	Água potável para paisagismo	NAT	-
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para efluentes	AT	2
Crédito 3	Redução no consumo de água - Reduzir 40%	AT	4

(fonte: elaborado pela autora)

¹⁶ O nível terciário de tratamento de efluentes engloba a remoção de nutrientes, patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão remanescentes.

5.2.3 Energia e atmosfera

Esta terceira dimensão analisada possui 3 pré-requisitos de caráter obrigatório e 35 possíveis pontos, divididos em 6 diferentes créditos e detalhados a seguir.

5.2.3.1 Pré-requisito 1: Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia

A ideia do deste pré-requisito é planejar e realizar atividades de comissionamento dos sistemas que demandam energia, verificando sua instalação e seu desempenho. O processo de comissionamento deve ser executado para, pelo menos, os seguintes sistemas: aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (HVAC) e controles associados; iluminação natural e artificial e controles associados; energias alternativas; aquecimento de água.

As seguintes atividades de comissionamento devem ser realizadas:

- a) designar um profissional como Agente de Comissionamento para gerenciar o processo de comissionamento do edifício. Este profissional deverá ser independente da equipe de projeto, construção e instalação e ter sua qualificação comprovada como responsável pelo comissionamento dos sistemas envolvidos em dois outros empreendimentos;
- b) o proprietário deverá documentar os requisitos de projeto e os projetistas deverão desenvolver as premissas de projeto de acordo com os requisitos do proprietário. O Agente de Comissionamento deverá revisar e validar esses documentos;
- c) desenvolver e incorporar os requisitos do comissionamento nos projetos executivos;
- d) desenvolver e implementar um plano de comissionamento;
- e) verificar as instalações e desempenho dos sistemas comissionados;
- f) elaborar um relatório resumido de comissionamento.

O comissionamento básico dos sistemas é um processo de garantia de que a performance e desempenho do sistemas de energia atendem os requisitos do proprietário e as especificações de projeto. O agente de comissionamento deverá assumir a responsabilidade pelo processo, quer seja participando pessoalmente das atividades que estão no seu escopo de trabalho, quer seja analisando e validando o material feito por outras empresas, como por exemplo, equipes de instalação, empresas especializadas em testes e balanceamento, fornecedores de equipamentos e equipes de manutenção e operação predial. Todas estas atividades foram

realizadas pela empresa de consultoria em certificação LEED contratada para a reforma e modernização do estádio, atendendo, assim, ao pré-requisito.

5.2.3.2 Pré-requisito 2: Eficiência energética mínima

Este pré-requisito objetiva a mínima eficiência energética por meio de três opções:

- a) opção 1: simulação energética de todo o empreendimento:
 - demonstrar 10% de redução de custo anual de energia do projeto proposto em relação ao *baseline* para novos empreendimentos ou 5% para empreendimentos existentes que serão renovados (*major renovations*);
 - determinar a performance energética do modelo *baseline*, de acordo com os parâmetros definidos no Apêndice G da ASHRAE *Standard* 90.1-2007, com a utilização de um programa de simulação computacional a ser aplicado em todo o empreendimento;
 - atender os itens mandatórios da ASHRAE *Standard* 90.1-2007, seções 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 e 10.4;
 - incluir todos os custos de energia relacionados aos modelos;
 - comparar a performance do modelo proposto com o *baseline*.
- b) opção 2: medidas prescritivas da norma ASHRAE *Advanced Energy Design Guide*:
 - atender todas as medidas da norma em função da tipologia da edificação e da área construída.
- c) opção 3: medidas prescritivas da norma *Advanced Buildings™ Core Performance™ Guide*:
 - atender todas as medidas da norma para empreendimentos com área menor que 9.290 metros quadrados.

Este pré-requisito foi atendido pela *opção 1*, com o desenvolvimento de simulação computacional comprovando a redução mínima de 10% no custo anual de energia em relação ao *baseline*, criado segundo a norma ASHRAE *Standard* 90.1-2007. Além disso, os projetos de arquitetura e sistemas prediais atendem aos itens mandatórios da ASHRAE 90.1, nas seções 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 e 10.4.

5.2.3.3 Pré-requisito 3: Proibição de CFC

Através deste pré-requisito, o LEED estabelece a não utilização de gás refrigerante à base de clorofluorcarbono nos equipamentos do sistema de condicionamento de ar, refrigeração e sistemas de combate a incêndio. Neste caso, uma vez que a resolução CONAMA 267/2000

proíbe o uso e comercialização do gás refrigerante CFC no Brasil, o pré-requisito foi atendido.

5.2.3.4 Crédito 1: Otimizar eficiência energética

Este crédito visa demonstrar o aumento de desempenho energético do empreendimento em relação ao pré-requisito 2 (eficiência energética mínima), conforme as seguintes opções:

- a) opção 1: demonstrar, por meio de simulação energética computacional, o percentual de economia de custo anual de energia do projeto proposto, comparado ao *baseline*, definido conforme os parâmetros do Apêndice G da norma ASHRAE *Standard* 90.1-2007. A pontuação é determinada em função da porcentagem de redução de custo alcançada na simulação;
- b) opção 2: atender todas as medidas da norma em função da tipologia da edificação e da área construída, conforme medidas prescritivas da norma ASHRAE *Advanced Energy Design Guide*;
- c) opção 3: atender todas as medidas da norma para empreendimentos com área menor que 9.290 metros quadrados, de acordo com as medidas prescritivas da norma *Advanced Buildings™ Core Performance™ Guide*.

Obteve-se este crédito por meio da *opção 1*, através da realização da simulação computacional energética do empreendimento. Por meio desta iniciativa, foram verificadas possíveis melhorias de projeto e, a partir disto, chegou-se a uma economia de 21,5% a partir do *baseline*, resultando no ganho de 5 pontos.

Para o alcance da meta, foi importante o trabalho conjunto de projetistas, sobretudo de arquitetura, luminotécnica e consultores de eficiência energética, discutindo estratégias que visam à redução no consumo de energia, principalmente relacionada à iluminação do gramado.

5.2.3.5 Crédito 2: Energia renovável no local

Este crédito estabelece o uso de sistemas de geração de energia renovável *in loco* para reduzir os impactos ambientais e econômicos associados com o uso de fontes não renováveis e, ainda, o cálculo da energia produzida por fontes renováveis elegíveis pelo LEED, de modo a determinar a participação dessas fontes no custo anual de energia do empreendimento. Este crédito somente será atendido se mais de 1% do total de consumo do empreendimento for proveniente desta fonte.

No caso do Beira-Rio, tais sistemas não constavam no escopo final aprovado e, portanto, sem a intenção de atendimento a este crédito.

5.2.3.6 Crédito 3: Comissionamento avançado

O processo de comissionamento tem seu escopo mandatório no item 5.2.3.1 (pré-requisito 1), sendo este crédito complementar, objetivando uma melhor performance energética do edifício. As seguintes atividades de comissionamento devem ser realizadas:

- a) o Agente de Comissionamento deverá ser independente da equipe de projeto, construção e instalação, e ter sua qualificação comprovada como responsável pelo comissionamento dos sistemas envolvidos em dois outros empreendimentos;
- b) o Agente de Comissionamento deve conduzir, no mínimo, uma revisão dos Requisitos do Proprietário, das Premissas de Projeto e Memoriais Descritivos para os Projetos Executivos;
- c) o Agente de Comissionamento deve revisar as propostas das instaladoras, aplicáveis aos sistemas comissionados, para garantir o atendimento aos Requisitos do Proprietário, Projetos e Memoriais Descritivos;
- d) desenvolver um manual dos sistemas comissionados para a futura equipe de operação;
- e) providenciar treinamento para a futura equipe de operação e usuários;
- f) garantir o envolvimento do Agente de Comissionamento numa operação de revisão dos sistemas em até 10 meses após entrega e operação e incluir um plano para essa revisão.

A exigência de um plano para realização do recomissionamento do edifício 10 meses após o início da sua operação, como forma de garantir que os sistemas continuem operando de acordo com o que foi projetado, não pôde ser atendida, pois, 10 meses após o término da obra, a construtora responsável não terá mais controle sobre a atividade de recomissionamento. Desta forma, este crédito não foi alcançado.

5.2.3.7 Crédito 4: Gestão avançada do gás refrigerante

A intenção deste crédito é fazer a escolha do gás refrigerante para o sistema de condicionamento de ar tendo como premissa a redução do impacto ambiental. O LEED fornece duas opções nesta situação:

- a) opção 1: não utilizar gás refrigerante;

- b) opção 2: optar por gás refrigerante para sistema de condicionamento de ar e refrigeração que minimize ou elimine a emissão de componentes que contribuem para danificar a camada de ozônio e aumentar o aquecimento global. Ainda, não instalar sistemas de combate a incêndio por gases que contenham substâncias nocivas à camada de ozônio, como clorofluorcarbonos, hidroclorofluorcarbonos ou halogênios.

Para o atendimento deste crédito, o projeto de ar condicionado teve que especificar o gás refrigerante a ser utilizado nos equipamentos e este deveria possuir baixo potencial de aquecimento global e de destruição da camada de ozônio. A comprovação de que o produto a ser utilizado não possui características nocivas ao meio ambiente seria feita através de cálculos que consideram a carga de gás, sua vida útil e as taxas de vazamento. Entretanto, esta intervenção requereu ações mais complexas, necessitando de estudos de viabilidade técnica e econômica. Desta forma, decidiu-se por não atender este crédito.

5.2.3.8 Crédito 5: Medição e verificação

O sistema LEED exige, para cumprimento deste requisito, o desenvolvimento e implantação de um sistema de medição e verificação, por pelo menos um ano após o início da ocupação do empreendimento.

Para o alcance deste crédito foi necessário que o projeto elétrico contemplasse a medição setorizada por uso final, ou seja, que haja pelo menos um medidor eletrônico monitorando o consumo das cargas agrupadas dos principais usos de energia dos sistemas prediais, como por exemplo, circuitos de iluminação e tomadas de uso geral das áreas comuns, alimentação geral do sistema de condicionamento de ar, sistema de ventilação mecânica e elevadores. Além disso, todos os medidores eletrônicos de energia encontram-se integrados na automação predial ou num sistema de gerenciamento eletrônico específico, com objetivo de armazenar dados de consumo e criar históricos para gestão de energia das cargas das áreas comuns.

5.2.3.9 Crédito 6: Energia limpa

Este requisito impõe adquirir por, ao menos, 2 anos um mínimo de 35% da eletricidade consumida no empreendimento a partir de fontes renováveis. A energia renovável deve atender aos requerimentos da certificação *Center for Resource Solution'Green-e Energy Product*. Sua compra deverá ser baseada na quantidade da eletricidade consumida e não no custo. Para implementação no Brasil, estão disponíveis duas opções:

- a) opção 1: aquisição no mercado livre, no qual a usina deverá possuir certificação *Green-e* ou passar por auditoria de terceiros demonstrando que a energia renovável gerada atende aos requisitos da *Green-e Standard*;
- b) opção 2: aquisição de *Renewable Energy Certificates* (RECs).

No Brasil não há fontes de energias renováveis certificadas pelo *Green-e*, portanto, optou-se pela compra de *Renewable Energy Certificates* (Créditos de Energia Renovável) (RECs) através de usinas norte-americanas. Wisner e Pickle (1997) afirmam que, ao invés de gerar ou comprar energia elétrica gerada a partir de fontes renováveis alternativas, uma dada empresa possa atender suas metas comprando "créditos" no mercado. Estes créditos – RECs – são certificados negociáveis que atestam a garantia da geração a partir de fontes renováveis alternativas em determinado local e quantidade.

Para obtenção do crédito, adquiriu-se energia de fontes renováveis correspondente a 35% do consumo anual total de eletricidade do empreendimento, por um período mínimo de dois anos, comprado em uma única vez. Portanto, o percentual total contraído correspondeu a 70% do consumo do empreendimento, baseado na simulação de eficiência energética realizada pela empresa prestadora de serviços de consultoria.

Resume-se, assim, a pontuação adquirida por meio da dimensão de energia e atmosfera, conforme o quadro 11, **totalizando 10 pontos**.

Quadro 11 – Pontuação para energia e atmosfera

Item	Descrição	Status	Pontos
Pré-req. 1	Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	AT	-
Pré-req. 2	Eficiência energética mínima	AT	-
Pré-req. 3	Proibição de CFC	AT	-
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 20%	AT	5
Crédito 2	Energia renovável no local	NAT	-
Crédito 3	Comissionamento avançado	NAT	-
Crédito 4	Gestão avançada do gás refrigerante	NAT	-
Crédito 5	Medição e verificação	AT	3
Crédito 6	Energia limpa	AT	2

(fonte: elaborado pela autora)

5.2.4 Materiais e recursos

A quarta dimensão é formada por 1 pré-requisito de caráter obrigatório e 14 possíveis pontos, distribuídos em 8 diferentes créditos e detalhados a seguir.

5.2.4.1 Pré-requisito 1: Depósito de recicláveis

A intenção deste crédito é de fornecer área facilmente acessível, que atenda todo o empreendimento, para coleta e acondicionamento de recicláveis separadamente dos não recicláveis, para evitar contaminação e facilitar seu manejo. Além disto, solicita-se o desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos, no qual deverá constar detalhes de plantas que indiquem depósitos nos andares, depósito central, perfil de geração (estimativa) e o programa de comunicação visual e de educação que instrua os usuários quanto à coleta seletiva.

Sendo assim, atendeu-se este crédito através do desenvolvimento do Plano de Gestão de Resíduos, o qual determinou a criação do Depósito Central de Recicláveis, localizado externamente, ao lado do edifício garagem, em local sem obstáculos, permitindo a livre movimentação dos contêineres, e com acesso direto ao logradouro adjacente do empreendimento (Rua Fernando Lúcio da Costa). Além disto, definiram-se diversas áreas de reserva técnica nos pavimentos para comportar de forma temporária os resíduos, facilitando sua logística de retirada.

5.2.4.2 Crédito 1.1: Reuso do edifício

Este requisito objetiva a manutenção das estruturas, fachadas e vedações verticais existentes no terreno original, com base na área de superfície estrutural construída, quando do processo de ampliação. Portanto, para o caso do estádio Beira-Rio, este crédito não é aplicável, pois este abrange, somente, a edifícios cuja área de ampliação não exceda mais de duas vezes a área existente a ser mantida e, conforme o projeto em questão, a área existente é de 35.083,89 metros quadrados e as ampliações correspondem à 28.250 metros quadrados no estádio e 49.275 metros quadrados no edifício garagem, totalizando 77.525,18 m², excedendo em 10,5% a área máxima permitida pelo crédito.

5.2.4.3 Crédito 1.2: Manter 50% dos elementos não estruturais internos

Este item é similar ao crédito 1.1 e objetiva a manutenção dos elementos não estruturais internos como portas, paredes, pisos e sistemas de forros, em no mínimo 50% da área total construída da nova edificação, incluindo adições. Em situações nas quais o novo projeto contemple adições que somadas representem duas vezes ou mais a área total construída anterior à adição, este crédito não é aplicável. Portanto, fundamentado na mesma justificativa do item anterior (5.2.4.2), este crédito não foi atendido.

5.2.4.4 Crédito 2: Gestão de resíduos em obra

Este crédito veta o encaminhamento de resíduos de obra para aterros, mesmo que licenciados. Os resíduos devem ser destinados para reciclagem ou reaproveitados na obra. A quantidade (em volume) que deve ser desviada de aterros é de, no mínimo, 50% (revertendo em 1 ponto) ou 75% (2 pontos.), excluindo-se resíduos perigosos e solo/terra.

Para atendimento deste crédito, garantiu-se que os resíduos provenientes da reforma do estádio e da construção do edifício garagem foram destinados para reciclagem de forma que retornem para o ciclo da construção e não sejam destinados para aterros ou "bota fora". Os resíduos gerados na etapa de demolição também foram introduzidos no cálculo e, por este motivo, desenvolveu-se um Plano de Demolição. A utilização de componentes pré-fabricados no projeto foi de grande auxílio para o atendimento deste crédito, uma vez que minimizou a geração de resíduos na obra. Também, estabeleceu-se um Plano de Gestão de Resíduos de Construção, aprovado pelos órgãos competentes, com base nos requisitos da Resolução CONAMA 307/2002, tratando da triagem, acondicionamento, transporte, armazenamento e destinação final dos resíduos de construção. Neste quesito, a pontuação atingida foi de 2 pontos, pois atingiu-se a meta de 75% de resíduos de obra desviados de aterros.

5.2.4.5 Crédito 3: Reuso de materiais

A ideia deste requisito é de usar materiais oriundos de demolição, quer sejam recuperados, reconicionados ou reutilizados, totalizando 5% ou 10% do custo de materiais do empreendimento. No caso estudado, o alto custo do empreendimento faz com que a exigência de 5% do valor total em materiais seja uma parcela alta demais para ser incorporada por materiais de segunda mão. Sendo assim, este crédito não foi atingido.

5.2.4.6 Crédito 4: Conteúdo reciclado

As premissas deste crédito baseiam-se na utilização de materiais com conteúdo reciclado, cuja soma das porcentagens de pós-consumo mais a metade das porcentagens de pré-consumo constituam, pelo menos, 10% ou 20% do custo total de materiais do empreendimento (excluindo mão-de-obra de instalação). O conteúdo reciclado deve ser calculado com base no peso do material e os conceitos de pós-consumo e pré-consumo deverão seguir a ISO 14021. São excluídos desses cálculos materiais mecânicos, elétricos e hidrossanitários.

O fato do projeto de reforma do Beira-Rio consistir, predominantemente, em estruturas pré-moldadas de concreto, as quais, raramente, possuem conteúdo reciclado, foi determinante para o não atingimento deste crédito.

5.2.4.7 Crédito 5: Materiais regionais

Este requisito estabelece a aplicação no empreendimento de materiais ou produtos que tenham sido extraídos, beneficiados e manufaturados em um raio de 800 quilômetros do empreendimento. Ao menos 10% ou 20% do custo total de materiais (excluindo mão-de-obra de instalação) devem estar dentro do raio especificado. Se somente uma fração do produto ou material é extraído, beneficiado e manufaturado regionalmente, então apenas esta porcentagem – em peso – deverá contribuir para o cálculo. Materiais mecânicos, elétricos e hidrossanitários estão eliminados deste cálculo.

Para o projeto avaliado, o raio de influência para a utilização de materiais regionais abrange os estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e a parte sul do estado de São Paulo. Com base em relatos das equipes de suprimentos, a compra de materiais nestas regiões apresentaram dificuldades consideráveis, comprometendo o atendimento à exigência de 10% do custo total de materiais oriundos deste raio de influência e, assim, impedindo o alcance a este crédito.

5.2.4.8 Crédito 6: Materiais rapidamente renováveis

A premissa deste crédito de utilizar materiais e produtos rapidamente renováveis que representem, no mínimo, 2,5% do custo total de materiais e produtos utilizados no projeto, não pôde ser atendida. Materiais rapidamente renováveis são aqueles que utilizam matéria-prima proveniente de plantas cujo ciclo de renovação é de 10 anos ou menos, como bambu, cisal, juta, algodão, entre outros, os quais não representam, no empreendimento avaliado, a cota mínima exigida pelo crédito.

5.2.4.9 Crédito 7: Madeira certificada FSC

Fica estabelecido o uso mínimo de 50% de materiais e produtos de madeira incorporada ao projeto certificados de acordo com o *Forest Stewardship Council* (FSC). Neste caso, o fato da existência de pouca quantidade de produtos de madeira incorporada ao projeto beneficiou o atendimento ao crédito.

A dimensão referente a materiais e recursos está resumida no quadro 12 e **totalizou 3 pontos** na certificação.

Quadro 12 – Pontuação para materiais e recursos

Item	Descrição	Status	Pontos
Pré-req. 1	Depósito de recicláveis	AT	-
Crédito 1.1	Reuso do edifício	NAT	-
Crédito 1.2	Manter 50% dos elementos não estruturais internos	NAT	-
Crédito 2	Gestão de resíduos em obra - 75% fora do aterro	AT	2
Crédito 3	Reuso de materiais	NAT	-
Crédito 4	Conteúdo reciclado	NAT	-
Crédito 5	Materiais regionais	NAT	-
Crédito 6	Materiais rapidamente renováveis	NAT	-
Crédito 7	Madeira certificada FSC	AT	1

(fonte: elaborado pela autora)

5.2.5 Qualidade ambiental interna

A quinta dimensão é formada por 2 pré-requisitos de caráter obrigatório e 15 possíveis pontos, distribuídos em 15 diferentes créditos e detalhados a seguir.

5.2.5.1 Pré-requisito 1: Qualidade do ar interno

Este pré-requisito impõe o atendimento aos requisitos mínimos das Seções 4 a 7 da ASHRAE 62.1-2007 (*Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*) e, em casos de espaços mecanicamente ventilados, os sistemas de ventilação mecânica devem ser projetados baseados no *Ventilation Rate Procedure* ou na legislação local aplicável, o que for mais restritivo. Para casos de espaços naturalmente ventilados, o projeto deve atender às especificações da ASHRAE 62.1-2007, parágrafo 5.1.

Para atendimento do pré-requisito de qualidade do ambiente interno, todos os ambientes ocupados apresentam filtragem de ar externo e nas evaporadoras com filtros, no mínimo, de classe G3. Unidades projetadas, inicialmente, como do tipo *hi-wall*, não permitem a instalação de filtros G3, foram substituídas por unidades cassetes ou dutadas. Todos os ambientes internos do estádio ocupados recebem a quantidade mínima de ar externo estabelecida pela ASHRAE 62.1-2007. Para os ambientes naturalmente ventilados, as aberturas representam 4% da área de piso. Todos os itens mandatórios para atendimento deste pré-requisito constam no Contrato de Locação e Venda das lojas e outras áreas locadas para serem, obrigatoriamente, incorporados nas instalações do ar condicionado.

5.2.5.2 Pré-requisito 2: Controle da fumaça de tabaco

O LEED visa, através deste pré-requisito, prevenir e minimizar a exposição dos usuários do edifício, das áreas internas e dos sistemas de ventilação à fumaça de tabaco.

A lei nº 13.275 de 03 de novembro de 2009 já proíbe o uso do fumo em recintos coletivos fechados para todo o estado do Rio Grande do Sul. No caso do Beira-Rio, esta restrição também vale para a área das arquibancadas, devido à dificuldade de controlar o uso do fumo próximo às entradas de ar do edifício em dias de grandes eventos. Além disso, para atendimento do pré-requisito, nas áreas externas ao estádio é proibido o fumo até 8 metros das portas, janelas e tomadas de ar do sistema de ar condicionado. Os usuários são informados sobre a política antifumo do estádio através de um projeto de comunicação visual contratado pelo estádio.

5.2.5.3 Crédito 1: Monitoramento do ar exterior

O objetivo deste crédito é estabelecer a instalação de sistema de monitoramento permanente que garanta que os requisitos de projeto sejam mantidos. O sistema deve emitir um alerta para o operador predial, via sistema de automação predial, ou para os próprios usuários, via alarme audiovisual local, caso haja uma discrepância no valor determinado em projeto para vazão do ar externo ou concentração de CO₂, em 10% ou mais. No caso de espaços mecanicamente ventilados, deve-se:

- a) monitorar as concentrações de dióxido de carbono dentro de espaços densamente ocupados (com ocupação igual ou maior que 1 pessoa a cada 3,7 metros quadrados). Os sensores de CO₂ devem estar localizados numa altura entre 0,90 m e 1,80 m do piso acabado.

- b) prover sensor de vazão de ar capaz de mensurar diretamente a vazão de ar externo com precisão de 15% para mais ou para menos no volume determinado em projeto, para sistemas que 20% ou mais da vazão de projeto esteja prevista para atender áreas não densamente ocupadas.

Para espaços naturalmente ventilados, solicita-se o monitoramento das concentrações de CO₂, com sensores localizados em altura entre 0,90 m e 1,80 m do piso acabado.

No caso do Beira-Rio, muitas áreas internas são densamente ocupadas, como as salas de conferência e de imprensa, ou naturalmente ventiladas, como os pontos de venda. Portanto, seria necessária a instalação de um grande número de sensores de CO₂, além dos sensores de vazão de ar externo. Além disso, a instalação do sistema de ar condicionado de uma boa parte do estádio ficou cargo dos locatários, os quais teriam que se comprometer com a instalação destes dispositivos. Sendo assim, devido à complexidade destas ações, o crédito não foi atendido.

5.2.5.4 Crédito 2: Ventilação adicional

Neste crédito, o LEED estabelece o aumento na taxa de renovação de ar para todos os espaços ocupados, de acordo com uma série de normas e requisitos, os quais não serão descritos no presente trabalho. Como o atendimento deste crédito dar-se-ia mediante o aumento nas restrições quanto ao dimensionamento dos dutos de ar condicionado a serem instalados pelos locatários obrigatoriamente, optou-se por não adequar o projeto a este crédito.

5.2.5.5 Crédito 3.1: Plano para qualidade interna do ar durante a obra

Para atendimento deste crédito é necessário o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento do Controle de Qualidade do Ar Interno e implementá-lo durante a obra e depois da instalação de todos os acabamentos e limpeza completa do edifício e antes da fase de ocupação.

Foram apresentados às equipes de obra os procedimentos para gerenciar a qualidade do ar interno durante a construção e pré-ocupação do empreendimento, com a finalidade de evitar a contaminação com poluentes e outras emissões atmosféricas e de garantir o bem estar dos trabalhadores e locatários. Dois dos principais cuidados relacionados a este crédito foram evitar a contaminação do sistema de ar condicionado por material particulado e compostos orgânicos voláteis e a utilização, obrigatoriamente, de tintas com baixa emissão de Compostos

Orgânicos Voláteis (COVs). Um Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interno foi desenvolvido por parte da construtora e a equipe de obra e eventuais subempreiteiras foram treinadas para assegurar sua correta implementação.

Este crédito foi atendido.

5.2.5.6 Crédito 3.2: Plano para qualidade interna do ar antes da ocupação

A ideia deste crédito, de desenvolver e implementar um plano de qualidade do ar interno antes da ocupação e depois de todos os equipamentos, sistemas e acabamento estarem completamente instalados foi considerada de alta complexidade por parte da gerência do empreendimento e, assim, não se buscou seu atendimento.

5.2.5.7 Crédito 4.1: Materiais com baixo VOC – Adesivos e selantes

Todo o material composto por adesivos e selantes devem atender os limites de compostos orgânicos voláteis especificados pelas normas *Outh Coast Air Quality Management District* (SCAQMD) Rule 1168, Rule 1113 e *Green Seal-11*, com a finalidade de reduzir a quantidade de contaminantes que provoquem odor, irritação e/ou desconforto aos colaboradores da obra e usuários.

A pontuação deste crédito dependeu do atendimento de 100% dos produtos químicos utilizados em sistemas complementares da obra, como adesivos e selantes, com relação ao limite de emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs). A comprovação deste limite se deu através da contratação de fornecedores munidos de certificações que atestassem o atendimento a este requisito. Eles atenderam os limites estabelecidos pelas referências normativas supracitadas e o crédito foi atendido.

5.2.5.8 Crédito 4.2: Materiais com baixo VOC – Tintas e revestimento

Este crédito é similar ao crédito 4.1, para adesivos e selantes, e, também, devem atender às mesmas referências normativas citadas no item anterior. No caso avaliado, este crédito foi atendido.

5.2.5.9 Crédito 4.3: Materiais com baixo VOC – Sistemas de piso

Todos os tipos de piso adotados no projeto devem atender aos requisitos a seguir:

- a) todo carpete instalado nas áreas internas do edifício deverá ser aprovado pelo programa *Carpet and Rug Institute's Green Label Plus*.
- b) todos os sistemas de piso instalados deverão apresentar laudo de conformidade aos requisitos do selo *Floor Score*¹⁷, emitido por certificadora de terceira parte.
- c) pisos minerais como porcelanatos, *terrazo*, granito, mármore e etc, produzidos e aplicados sem tintas e/ou selantes de base orgânica, além de pisos de madeira sólida, atendem aos requisitos do crédito sem nenhuma necessidade de testes.
- d) adesivos, colas e outros produtos com compostos orgânicos voláteis utilizados para aplicação dos materiais devem atender as exigências dos créditos 4.1 e 4.2.

Uma forma alternativa de atendimento do crédito é executar a totalidade da área de piso não revestida por carpete certificada pelo *FloorScore*. Essa área deve representar, no mínimo, 25% de toda área de piso acabado.

Para atendimento do crédito, as restrições quanto ao sistema de piso deveriam constar no Contrato de Locação e Venda de todas as lojas, fato considerável pouco atrativo comercialmente e, assim, sem a contemplação do crédito.

5.2.5.10 Crédito 4.4: Materiais com baixo VOC – Compostos de madeiras e fibras naturais

O LEED estabelece que os compostos de madeiras, produtos de fibras naturais e laminados usados no interior da edificação não deverão possuir ureia-formaldeído em sua composição.

Em razão da dificuldade do mercado em oferecer compostos de madeira ou fibras naturais que não tenham ureia-formaldeído na sua composição, estipulou-se que este crédito não seria atendido.

5.2.5.11 Crédito 5: Controle de fontes poluidoras e produtos químicos no ambiente interno

O objetivo é minimizar e controlar a entrada de poluentes no edifício e reduzir a contaminação das áreas regularmente ocupadas através das seguintes estratégias:

- a) os acessos regulares de usuários ao edifício – dentro de um raio de 3 metros das entradas principais – devem ter elementos que retenham a sujeira proveniente da rua, por meio de grelhas, rugosidades ou elementos vazados.

¹⁷ Selo reconhecido mundialmente atribuído a pisos que contribuem com a boa qualidade do ar devido à baixa emissão de gases orgânicos voláteis presentes em ambientes *indoor*. Disponível em: <<https://www.scsglobalservices.com/floorscore>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

Capachos podem ser usados se estiverem vinculados a um conjunto de procedimentos de limpeza e manutenção semanal;

- b) os ambientes internos que tenham emissão de gases ou produtos químicos perigosos, por exemplo, garagens, salas fechadas para fotocópia e impressão, laboratórios científicos, depósito de material de limpeza, entre outros, devem ter sistemas de exaustão forçada de modo a manter pressão negativa suficiente para que as emissões não se propaguem aos ambientes adjacentes;
- c) em edifícios com ventilação mecânica, devem ser instalados sistemas de limpeza do ar ou filtros que promovam a descontaminação do exterior antes de seu lançamento nos espaços ocupados, que apresentem eficiência mínima igual ou superior à categoria MERV 13 de acordo com a ASHRAE *Standard* 52.2, em todo o sistema de fornecimento de ar após a construção e antes da ocupação.

Para o empreendimento em estudo, é inviável o controle da entrada de poluentes em dias de eventos e, portanto, o crédito como não atendido.

5.2.5.12 Crédito 6.1: Controlabilidade dos sistemas – Iluminação

A ideia deste crédito é prover controles individuais de iluminação para, no mínimo, 90% dos ocupantes do edifício, permitindo que estes possam controlar a iluminação de seu posto de trabalho de acordo com suas necessidades e preferências e, ainda, prover sistemas de controle de iluminação para 100% das áreas multiusuário (salas de reunião, conferência, apresentação e treinamento) do edifício, permitindo que seja possível controlar a iluminação de acordo com as necessidades e preferências do espaço.

O atendimento deste crédito esbarrou na exigência do crédito de haver luminárias individuais em todos os postos de trabalho, representando maior complexidade nos projetos de elétrica e iluminação e, por consequência, encarecendo o projeto. Portanto, este crédito não foi atendido.

5.2.5.13 Crédito 6.2: Controlabilidade dos sistemas – Conforto térmico

Em espaços regularmente ocupados, pelo menos 50% dos ocupantes devem ter controle individual de conforto térmico de suas áreas, podendo ajustar temperatura ambiente, velocidade do ar ou umidade. Janelas operáveis podem ser usadas desde que atendam os requisitos da norma ASHRAE 62.1-2007, parágrafo 5.1. Em espaços de multiocupação, como salas de conferência, salas de reunião e auditórios, deverão ser previsto controles que atendam as necessidades do grupo com, pelo menos, um controle por ambiente. Projetos que não

entregarem os equipamentos de controle de conforto térmico não estão aptos a atender esse crédito.

Este crédito não foi atendido em razão da exigência de uma caixa de volume de ar variável (VAV) para cada dois usuários.

5.2.5.14 Crédito 7.1: Conforto térmico – Projeto

Este crédito tem como requisito projetar o sistema de condicionamento de ar e envelope da construção de acordo com a ASHRAE 55-2004, bem como elaborar memorial de cálculo do conforto térmico de acordo com a seção 6.1.1 da norma ASHRAE 55-2004 para calibrar os parâmetros de conforto térmico dos ambientes construídos. Projetos que não fornecem os equipamentos e sensores de controle de conforto térmico (termostatos ou umidostatos, caixas de VAV, etc.) não são aptos a atender esse crédito.

Para atendimento do crédito, a obra deveria entregar equipamentos e sensores de conforto térmico para os usuários de todas as áreas regularmente ocupadas do estádio, o que inviabilizou o atendimento do crédito.

5.2.5.15 Crédito 7.2: Conforto térmico – Verificação

Para este item, deve-se atender aos requisitos do crédito 7.1 e realizar uma pesquisa de conforto térmico entre os funcionários dentro de um período entre 6 e 18 meses após a ocupação do edifício. A pesquisa é feita de modo anônimo e inclui perguntas sobre a avaliação da satisfação geral com o desempenho térmico e indicar os problemas de conforto térmico.

Neste caso, em razão da operação do estádio não estar sob responsabilidade da construtora, não haveria o monitoramento das condições de conforto exigido pelo crédito e, desta forma, o crédito foi dispensado.

5.2.5.16 Crédito 8.1: Iluminação natural para 75% dos espaços

Este crédito favorece a integração dos ocupantes com o exterior, promovendo iluminação natural nas áreas regularmente ocupadas. Um controle de ofuscamento em todas as aberturas de iluminação deve ser adotado. Além disto, o LEED oferece as seguintes opções para o atendimento deste crédito:

- a) opção 1: comprovar, por meio de simulação computacional, que 75% ou mais das áreas regularmente ocupadas são iluminadas naturalmente, com iluminância entre 270 lux e 5.380 lux;
- b) opção 2: comprovar por cálculo – que relaciona a transmitância de luz visível da superfície transparente, o tamanho da abertura e a área de piso a ser iluminada – que as janelas laterais ou aberturas zenitais permitem iluminação natural de, no mínimo, 75% das áreas regularmente ocupadas;
- c) opção 3: demonstrar, por meio de medição no local, que a iluminação natural atinge iluminância mínima de 270 lux em, pelo menos, 75% das áreas regularmente ocupadas;
- d) opção 4: qualquer um dos métodos de cálculo citados acima podem ser combinados para documentar um mínimo de iluminação natural para 75% das áreas regularmente ocupadas.

Neste caso, em razão da quantidade de ambientes regularmente ocupados localizados embaixo das arquibancadas, o crédito não pôde ser alcançado.

5.2.5.17 Crédito 8.2: Paisagens para 90% das áreas de piso

A ideia deste crédito é promover a conexão com o exterior aos ocupantes do edifício, por meio do acesso visual às paisagens. Pelo menos 90% de todas as áreas regularmente ocupadas devem possibilitar uma linha de visão direta ao exterior, através de áreas envidraçadas da fachada que estejam entre 76 centímetros e 2,28 metros a partir do piso acabado.

Novamente, para este projeto, devido a quantidade de ambientes regularmente ocupados localizados embaixo das arquibancadas, o crédito não pôde ser alcançado.

A dimensão relativa à qualidade do ar interno contabilizou **3 pontos**, conforme o resumo disponibilizado no quadro 13, a seguir.

Quadro 13 – Pontuação para qualidade ambiental interna

Item	Descrição	Status	Pontos
Pré-req. 1	Qualidade do ar interno	AT	-
Pré-req. 2	Controle da fumaça de tabaco	AT	-
Crédito 1	Monitoramento do ar exterior	NAT	-
Crédito 2	Ventilação adicional	NAT	-
Crédito 3.1	Plano para qualidade interna do ar durante a obra	AT	1
Crédito 3.2	Plano para qualidade interna do ar antes da ocupação	NAT	-

Crédito 4.1	Materiais com baixo VOC - Adesivos e selantes	AT	1
Crédito 4.2	Materiais com baixo VOC - Tintas e revestimento	AT	1
Crédito 4.3	Materiais com baixo VOC - Sistemas de pisos	NAT	-
Crédito 4.4	Materiais com baixo VOC - Comp. De madeiras e fibras naturais	NAT	-
Crédito 5	Controle de fontes poluidoras e prod. Químicos no ambiente interno	NAT	-
Crédito 6.1	Controlabilidade dos sistemas - Iluminação	NAT	-
Crédito 6.2	Controlabilidade dos sistemas - Conforto térmico	NAT	-
Crédito 7.1	Conforto térmico - Projeto	NAT	-
Crédito 7.2	Conforto térmico - Verificação	NAT	-
Crédito 8.1	Iluminação natural para 75% dos espaços	NAT	-
Crédito 8.2	Paisagens para 90% das áreas de piso	NAT	-

(fonte: elaborado pela autora)

5.2.6 Inovação e processos

A sexta dimensão é formada por, no máximo, 6 possíveis pontos, distribuídos em 6 diferentes créditos que variam de projeto para projeto. Nesta tipologia são oferecidos pontos extras à créditos já atendidos anteriormente de maneira distinta.

Nas próximas seções estão detalhados os créditos alcançados para o projeto em análise.

5.2.6.1 Crédito 1.1: Transporte Alternativo – Acesso ao transporte público

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 4.1 pertencente à dimensão de terreno sustentável, constante no item 5.2.1.5 deste trabalho.

5.2.6.2 Crédito 1.2: Tecnologias inovadoras para efluentes

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 2 pertencente à dimensão de uso racional de água, constante no item 5.2.2.3 deste trabalho.

5.2.6.3 Crédito 1.3: Redução no consumo de água

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 3 pertencente à dimensão de uso racional de água, constante no item 5.2.2.4 deste trabalho.

5.2.6.4 Crédito 1.4: Programa de educação ambiental

Este crédito foi atendido através do treinamento dos agentes envolvidos no empreendimento, tais como escritórios de projeto, fornecedores, clientes e outras partes interessadas. As iniciativas desenvolvidas para este fim foram:

- a) elaboração de documento chamado *Case Study*, destacando as estratégias de sustentabilidade adotadas no empreendimento e os créditos do LEED atendidos;
- b) programa de comunicação visual com o objetivo de informar aos usuários e visitantes sobre os benefícios das estratégias de sustentabilidade no empreendimento;
- c) visita guiada no empreendimento com foco nas estratégias de sustentabilidade;
- d) website com informativos aos usuários e visitantes sobre as características de edifício e as práticas de sustentabilidade individualmente;
- e) realização de palestras e eventos periódicos para envolver usuários e visitantes na adoção de práticas sustentáveis.

5.2.6.5 Crédito 2: Profissional acreditado LEED

Este crédito é fornecido aos projetos que incorporem ao seu processo o profissional acreditado LEED, o qual deve ter sido aprovado no exame de qualificação e possuir o conhecimento e as habilidades necessárias para dar suporte e estimular a integração do projeto e detalhar o processo de inscrição e certificação.

O projeto avaliado possuiu um time de profissionais acreditados LEED envolvidos no processo através da empresa prestadora de serviços em consultoria e conquistou este crédito.

O quadro 14 fornece um resumo da dimensão de inovação de projetos, o qual **totalizou 5 pontos** na certificação.

Quadro 14 – Pontuação para inovação e processos

Item	Descrição	Status	Pontos
Crédito 1.1	Transporte Alternativo – Acesso ao transporte público	AT	1
Crédito 1.2	Tecnologias inovadoras para efluentes	AT	1
Crédito 1.3	Redução no consumo de água	AT	1
Crédito 1.4	Programa de educação ambiental	AT	1
Crédito 2	Profissional credenciado LEED	AT	1

(fonte: elaborado pela autora)

5.2.7 Créditos de prioridade regional

A sétima dimensão permite, no máximo, 4 possíveis pontos, distribuídos em 4 diferentes créditos que variam de projeto para projeto. Nesta tipologia são oferecidos pontos extras à créditos já atendidos anteriormente e que possuem alto valor para a região em que o projeto se encontra.

Nas próximas seções estão detalhados os créditos alcançados para o projeto em análise.

5.2.7.1 Crédito 1.1: Tecnologias inovadoras para efluentes

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 2 pertencente à dimensão de uso racional de água, constante no item 5.2.2.3 deste trabalho.

5.2.7.2 Crédito 1.2: Redução no consumo de água

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 3 pertencente à dimensão de uso racional de água, constante no item 5.2.2.4 deste trabalho.

5.2.7.3 Crédito 1.3: Otimizar eficiência energética

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 1 pertencente à dimensão de energia e atmosfera, constante no item 5.2.3.4 deste trabalho.

5.2.7.4 Crédito 1.4: Medição e verificação

O projeto recebeu 1 ponto extra pela iniciativa no crédito 5 pertencente à dimensão de energia e atmosfera, constante no item 5.2.3.8 deste trabalho.

O quadro 15 fornece um resumo da dimensão de prioridades regionais, o qual **acrescentou 4 pontos** na certificação.

Quadro 15 – Pontuação para créditos de prioridade regional

Item	Descrição	Status	Pontos
Crédito 1.1	Tecnologias inovadoras para efluentes	AT	1
Crédito 1.2	Redução no consumo de água	AT	1

Crédito 1.3	Otimizar eficiência energética	AT	1
Crédito 1.4	Medição e verificação	AT	1

(fonte: elaborado pela autora)

5.3 RESULTADO FINAL

O quadro 16 representa a combinação final das pontuações adquiridas nas sete dimensões explicitadas anteriormente. O somatório final de 50 pontos concede ao projeto de reforma e modernização do estádio José Pinheiro Borda o selo certificatório LEED *Silver*.

Quadro 16 – Pontuação final

Item	Descrição	Pontos
1	Terreno sustentável	19
2	Eficiência do uso de água	6
3	Energia e atmosfera	10
4	Materiais e recursos	3
5	Qualidade ambiental interna	3
6	Inovação e processos	5
7	Créditos de prioridade regional	4
8	Total	50

(fonte: elaborado pela autora)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma época em que, cada vez mais, desenvolvimento sustentável, eficiência energética, uso racional da água e meio ambiente estão em pauta, as certificações ambientais despontam como um norte, auxiliando e orientando na tomada de decisões no tocante de iniciativas sustentáveis no setor da construção civil pelo mundo. Prova disto é a exigência, por parte da FIFA, de certificação ambiental, devidamente reconhecida na esfera mundial, para mensurar os critérios sustentáveis aplicados em seus estádios-sede. Desta maneira, este trabalho explorou a adoção da certificação ambiental LEED no estádio José Pinheiro Borda, estádio-sede da Copa do Mundo FIFA na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. Acredita-se que o objetivo central deste trabalho foi atendido, ao refletir sobre ações sustentáveis incorporadas ao projeto de reforma e revitalização deste estádio, pontuando e sinalizando quais metas foram atingidas e, quando não atendidas, o porquê disto. Conclui-se, claramente, que o maior determinante neste processo de certificação, e responsável pelo não atendimento de determinados créditos, é o fator econômico. Muitas das intervenções necessárias para a conquista de pontos exigiam estudos de viabilidade técnica e econômica, resultando no encarecimento do projeto. Outra situação frequente diz respeito ao escopo de obra, no qual requisitos, principalmente relacionados ao entorno do estádio, não estavam contemplados, impossibilitando a implantação e controle das ações certificatórias e, conseqüentemente, o não alcance de pontos. Ainda, como elemento decisivo no diagnóstico de ações do LEED, há a condição das áreas passíveis de locação no estádio, nas quais, muitas vezes, não foi possível aplicar as exigências do sistema de certificação, afinal, este era um assunto dependente, não somente da gerenciadora da obra e da agência certificadora, mas, também, de seus futuros locatários. Entretanto, a conquista da certificação LEED *Silver* há de ser comemorada. Dificilmente empreendimentos de tais proporções, como este, são 100% sustentáveis; no entanto, é possível, sim, ter seus impactos amenizados. Os indicadores de sustentabilidade utilizados, nesta pesquisa, como ferramentas para esta avaliação, pela sua simplicidade, facilitaram a compreensão do tema, proporcionaram a apreciação de que o estabelecimento de metas e estratégias pode ser fundamental para se alcançar bons resultados. Talvez, aqui, diante da magnitude e impacto deste projeto, poderia ser realizada uma análise minuciosa de créditos, principalmente daqueles com referências normativas internacionais,

não tão aplicadas em território nacional, mas essenciais para o desempenho ecologicamente correto do empreendimento. Demonstrou-se, também, de forma indireta, que mudanças no modelo de contratação do projeto, por parte do Sport Club Internacional e da construtora e, também, dos contratos de locação de áreas comerciais internas, entre o clube e locatários, abriria caminho para, quem sabe, uma pontuação ainda maior.

Outro ponto a ser observado com atenção são os créditos destoantes da realidade local no qual o empreendimento está inserido. Exemplo disso, no caso da dimensão de Terreno Sustentável, é a recusa para instalação de bicicletários e o aceite em disponibilizar vagas para carros elétricos, os quais sequer chegaram à cidade de Porto Alegre. Experiências assim acabam por demonstrar que o LEED, muitas vezes, desempenha um papel puramente técnico, cumprindo apenas seu caráter obrigatório, sem prover sua capacidade máxima de benefícios para seu local de instalação e operação.

De qualquer forma, é nítida a necessidade, no Brasil, de uma pesquisa de base considerável, onde a utilização de um sistema nacional seria o mais apropriado para uma avaliação mais justa e adequada à realidade brasileira. O LEED não foi criado para as especificidades do Brasil, impossibilitando o atendimento total das premissas estabelecidas pela avaliação nos *checklists*, de cada tipologia.

Aproveitando a conexão entre a construção civil e as modalidades de certificações ambientais existentes, o trabalho introduziu os conceitos da certificação AQUA e do *Living Building Challenge*, sistema que aborda a construção de maneira holística, com exigências em níveis superiores aos do LEED e com requisitos, muitas vezes, considerados subjetivos. O sistema LBC não prega a diminuição de impactos; ele preconiza a ideia de zero impacto, inclusive, com uma visão de restauração de áreas debilitadas. Prova disto, por exemplo, é a exigência de dados de medição de, pelo menos, um ano de operação, para confirmar que a quantidade de energia consumida pelo empreendimento é a mesma quantidade produzida pelo próprio. Aliás, este é outro diferencial crucial entre as duas modalidades de certificação abordadas no trabalho: o LEED concede pontos baseados em eficiências teóricas, ou seja, com dados estimados antes mesmo de operação da edificação. Em outras palavras, uma edificação LBC deve atingir o conceito de fluxo zero de energia, enquanto uma edificação LEED precisa atingir, apenas, uma margem de aprimoramentos em relação a códigos regulatórios de eficiência energética em edificações. Essa metodologia de avaliação do LEED contribui para

o seu sucesso no mercado, pois o coloca como um sistema comercialmente mais atrativo, principalmente se comparado com o LBC. Por outro lado, apesar de possuir requisitos mais rigorosos, o LBC permite flexibilidade para as equipes de projeto, pois se expressa menos em números e mais em conceitos. Entretanto, é importante reforçar que, todas estas reflexões não desacreditam o sistema LEED, que já proporcionou grandes avanços em direção à conscientização dos setores de projeto e construção sobre os impactos da construção no ambiente e, ainda assim, pode-se afirmar que o desempenho ambiental médio de edificações LEED é bastante superior ao de edificações comuns. Entretanto, mesmo o mais alto selo LEED não é o bastante para conter todos os impactos provocados pela construção e operação dos empreendimentos e, neste ínterim, o LBC se distingue. Entretanto, nada impede que projetos com outras certificações de sustentabilidade possam utilizar o *Living Building Challenge* como uma certificação complementar, caso queiram confirmar seu alto desempenho ou para elevar seus padrões sustentáveis além do considerado ideal pelo LEED.

Conclui-se, assim, que é necessário o empenho, por parte dos projetistas e construtores, para a adequação das práticas construtivas brasileiras aos critérios apresentados nestas avaliações. Além disso, há uma carência muito grande de profissionais especializados em certificações ambientais na construção civil, o que torna muitas vezes o trabalho de implantação da gestão ambiental de um empreendimento algo maçante e demorado. Ações ecológicas, para grandes empreendimentos, não deveriam ser encaradas como uma questão de escolha e, sim, de obrigação. O setor de construção civil, um dos grandes contribuintes para a poluição mundial, está em dívida com o meio ambiente, o qual necessita urgentemente de esforços e investimentos. As mudanças de filosofia e de métodos devem ser implementadas de modo que todos os envolvidos participem efetivamente da responsabilidade pelo controle dos impactos causados pelas atividades de construção, promovendo, assim, o conceito de construção sustentável.

REFERÊNCIAS

- AMADO, M. P.; MOURA, E.; FERREIRA, J. **Relatório de candidatura à concessão de terrenos em Cacucaco-Angola**. Cunhas e Irmãos, SARL, Luanda, 2009. Disponível em: <http://www.academia.edu/468788/Relat%C3%B3rio_de_Candidatura_%C3%A0_Concess%C3%A3o_de_Terrenos_em_Cacucaco_Angola>. Acesso em: 30 out. 2016.
- ARAÚJO, G. C.; MENDONÇA, P. S. M. Análise do processo de implantação das normas de sustentabilidade empresarial: um estudo de caso em uma agroindústria frigorífica de bovinos. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 10, n. 2, mar., 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ram/v10n2/03.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2016.
- ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, 2008. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em: 23 out. 2016.
- 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: 27 out. 2016.
- CARVALHO, O.; VIANA, O. Ecodesenvolvimento e equilíbrio ecológico: algumas considerações sobre o Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 29, n. 2, abr./jun. 1998. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=64>. Acesso em: 22 mai. 2016.
- CASSIDY, R. White paper on sustainability. **Building Design and Construction**, v. 10, 2003. Disponível em: <<https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/pdf/bdcwhitepaperr2.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- CIDIN, R. da C. P. J.; SILVA, R. S. Pegada Ecológica: Instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. **Estudos Geográficos**, v. 2, n. 1, p. 43-52, 2004. Disponível em: <<http://www.cchla.ufrn.br/geoesp/arquivos/artigos/ArtigoAmbienteImpactos2.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- CUNHA, J. R. da; COSTA E SILVA, T. **Sistemas de certificação como instrumentos norteadores da sustentabilidade ambiental na construção civil**. 2010. 92 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/SISTEMAS_DE_CERTIFICACAO_COMO_INSTRUMENTOS_NORTEADORES_DA_SUSTENTABILIDADE_AMBIENTAL_NA_CONSTRUCAO_CIVIL.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2016.

DIAS, E A. **Índice de sustentabilidade empresarial e retorno ao acionista: Um estudo de evento.** 2008. 147 f. Dissertação (Pós-Graduação em Administração de Empresas) – Faculdade de Administração de Empresas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.

DIEGUES, A. C.. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em perspectiva**, v. 6, n. 1-2, p. 22-29, 1992.

EGUINO, H.; RIBEIRO, P.; EICHLER VERCILLO, M. E. Copa 2014: Sustentabilidade e legado. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, 2011. **Anais**. Manaus: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012. Disponível em: <<https://publications.iadb.org/handle/11319/6843>>. Acesso em: 26 mai. 2016.

FARIA, F. **A força de transformação dos Green Buildings.** GBC Brasil Construindo Um Futuro Sustentável, São Paulo, n. 4, p. 9, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/revistas.php>>¹⁸. Acesso em: 31 out. 2016

_____. **Ótimo início de ano para a Construção Sustentável.** GBC Brasil Construindo Um Futuro Sustentável, São Paulo, n. 8, p. 6, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/revistas.php>>¹⁹. Acesso em: 31 out. 2016

FIFA FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION. **Football Stadiums – Technical Recommendations and Requirements.** Zürich, Switzerland: FIFA, 5th Edition, 2011. 419 p.

_____. **Estratégia de Sustentabilidade – Conceito.** In: Site da FIFA. 2012. Disponível em: <http://img.fifa.com/mm/document/fifaworldcup/generic/02/11/18/55/estrategiadesustentabilidadeconceito_portuguese.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2016.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Fundação Vanzolini certificação.** Disponível em: <<http://www.processoaqua.com.br/pdf/ApresentacaoConsolidada200510%20.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

HILGENBERG, F. B. **Sistemas de certificação ambiental para edifícios.** Estudo de caso: AQUA. 2010. 153 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

INOVATECH. **LEED.** Disponível em: <<http://www.inovatech engenharia.com.br/leed/>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. **Living Building Challenge 3.0: a visionary path to a regenerative future.** [S. l.], 2014. Disponível em: <http://living-future.org/sites/default/files/reports/FINAL%20LBC%203_0_WebOptimized_low.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2016.

KIBERT, C. J. **Establishing principles and a model for sustainable construction.** In: Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction. Tampa

¹⁸ Na página, fazer o download da edição correspondente.

¹⁹ Idem.

Florida, November, 1994. Disponível em:

<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24773.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016

LAGO, A. A. C. do. **Conferências de desenvolvimento sustentável**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2013. Disponível em: <<http://funag.gov.br/loja/download/1047-conferencias-de-desenvolvimento-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2016.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/en.php>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

NETO, M. P. M.; OLIVEIRA, B. C. P.; KISS, B. C. K. Sustentabilidade e a copa do mundo de 2014: Desafios e oportunidades na gestão das emissões de gases de efeito estufa. **Anais do Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações internacionais – SIMPOI, São Paulo**, 2011. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011_T00418_PCN80783.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2016.

OLIVEIRA, R. N. **Certificação ambiental na construção civil – LEED**. 2009. 114 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Cursos em Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2009.

PEREIRA, R. P. T. **Sustentabilidade em estádios de futebol: o caso da Arena Pantanal em Cuiabá-MT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2013.

PINHEIRO, M. D. **Construção sustentável: mito ou realidade**. In: Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. 2003. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571242058/PaperAPEA_ConstrucaoSustentavel.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.

REVISTA TÉCNNE. **Certificação ambiental**. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/155/carimbo-verde-162886-1.asp>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

SANTOS, M. F. D.; ABASCAL, E. H. S. **Certificação LEED e arquitetura sustentável: edifício Eldorado Business Tower, [S. l.]**, 2012. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.140/4126>>. Acesso em: 29 out. 2016.

SILVA, A. A.; FERREIRA, M. Z.; FERREIRA, P. A. **Estratégias de marketing verde e o comportamento do consumidor: um estudo confirmatório na grande São Paulo**. SIMPOI, Anais... São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00255_PCN67409.pdf>. Acesso em: 29 out. 2016.

SILVA, V. G. da; AGOPYAN, V. **Avaliação de Edifícios no Brasil: Saltando de Avaliação Ambiental para Avaliação de Sustentabilidade**. Boletim Técnico, Escola Politécnica da USP,

Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2004, p.1. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00376.pdf>. Acesso em: 29 out. 2016.

SUZER, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 154, p. 266-283, May 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715000973>>. Acesso em: 31 out. 2016.

ROCHE, M. Megaeventos e política urbana. **Annals of Tourism Research**, v. 21, n. 1, p. 1-19, 1994.

UNITED NATIONS. World Commission on Environment and Development. **Our common future**. New York, 1987. Report. Não paginado. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction**. Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/leed-new-construction.php?doc=RaitingSystemNC2015.pdf#prettyPhoto>>. Acesso em: 21 out. 2016.

_____. **LEED v4 User Guide**. 2014. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-user-guide>>. Acesso em: 29 out. 2016.

WISER, R.; PICKLE, S. **Financing Investments in Renewable Energy: he Role of Policy Design and Restructuring**. Lawrence Berkley National Laboratory. 1997. Disponível em: <<http://eetd.lbl.gov/EA/EMP/emppubs.html>>. Acesso em 13 dez. 2016.