

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eloi Nicácio Biesek

**SELOS DE SUSTENTABILIDADE *LIVING*
BUILDING CHALLENGE E LEED:
UM ESTUDO DE CASO**

**Porto Alegre
Agosto de 2021**

ELOI NICÁCIO BIESEK

**SELOS DE SUSTENTABILIDADE *LIVING*
BUILDING CHALLENGE E LEED:
UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Comissão de Graduação, do Curso de Engenharia Civil, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): PhD. Miguel Aloysio Sattler

**Porto Alegre
Agosto de 2021**

BIESEK, ELOI NICÁCIO

SELOS DE SUSTENTABILIDADE LIVING BUILDING CHALLENGE
E LEED: UM ESTUDO DE CASO / ELOI NICÁCIO BIESEK. --
2021.

105 f.

Orientador: Miguel Aloysio Sattler.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre,
BR-RS, 2021.

1. Sistemas de Certificação. 2. Sustentabilidade.
3. Living Building Challenge. 4. LEED. I. Sattler,
Miguel Aloysio, orient. II. Título.

ELOI NICÁCIO BIESEK

**SELOS DE SUSTENTABILIDADE *LIVING BUILDING CHALLENGE E LEED*: UM
ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado, em sua forma final, pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 04 de Agosto de 2021

**Professor Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
PhD. pela University of Sheffield, Inglaterra
Orientador**

BANCA EXAMINADORA

**Professor Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
PhD. Pela University of Sheffield, Inglaterra**

Alessandra Bonotto Hoffmann Paim (UFRGS)
Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Manoela Conte (UFRGS)
Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Larissa Schmitz Rodrigues (UFRGS)
Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Thaís Stumpf Trenz (FEEVALE)
Arquiteta e Urbanista pela Universidade Feevale

AGRADECIMENTOS

Agradeço, sobretudo, à minha Família, pelo apoio incondicional durante estes últimos 7 anos de graduação. Deixo também um agradecimento especial a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a minha formação neste período. No que tange esta etapa final do curso, o TCC, agradeço imensamente ao meu Orientador, Prof. Miguel Aloysio Sattler, por toda a atenção e orientação concedida no decorrer deste trabalho.

RESUMO

A busca pelo desenvolvimento sustentável deu origem a iniciativas em diversos setores produtivos, e, dentre eles, o da construção civil. Por ser uma atividade universal e intensamente demandante de recursos, é fundamental que a construção civil desempenhe parte nos esforços em busca de um mundo mais sustentável. Neste contexto, surgiram, a partir da década de 90, sistemas de certificação de sustentabilidade em edificações. As primeiras iniciativas nacionais isoladas, rapidamente foram propagadas pelo planeta. O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é um exemplo de selo que se difundiu por diversos países do mundo e possui hoje o maior número de projetos certificados. Para tanto, foi necessário que flexibilizasse seus critérios e se adaptasse às características de cada local. No entanto, hoje a referência de mais alto padrão de sustentabilidade dentre estes selos é o *Living Building Challenge (LBC)*. O LBC foi criado com o objetivo de elevar os conceitos de construções sustentáveis e hoje é reconhecido por seu elevado nível de exigência. Este estudo empreendeu uma análise comparativa entre os critérios de avaliação do LEED e do LBC, a fim de identificar até que ponto as exigências do LBC encontram correspondência no LEED. A partir das correspondências realizou-se um estudo de caso de um projeto certificado no Brasil com altíssima pontuação no sistema LEED. Buscou-se compreender por meio deste estudo como um empreendimento em território nacional com o mais alto nível de excelência LEED seria avaliado pelo LBC. Como resultado constatou-se que de fato o LBC possui maior exigência e rigor técnico, enquanto o LEED é mais flexível e adaptado ao contexto local brasileiro.

Palavras-chave: sistemas de certificação; desempenho ambiental; sustentabilidade; *Living Building Challenge*; *LEED*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões da sustentabilidade	21
Figura 2 – Modalidades de certificação LEED	26
Figura 3 - Mudanças na Versão LEED v4.	81
Figura 4 - Mudanças de Categoria LEED v4	81
Figura 5 – Fachada do Empreendimento	82
Figura 6 – Estacionamento para Ciclistas	83
Figura 7 – Vaga Preferencial para Veículos de Baixa Emissão	83
Figura 8 – Esquema do Fluxo de Água.....	84
Figura 9 – Painéis de energia fotovoltaica	85
Figura 10 – Vidros de Alta Eficiência	87
Figura 11 – Ambiente Interno com Acesso à Paisagem Externa	87
Figura 12 – Paisagismo na Área Externa	88
Figura 13 – Esquema de depósito de resíduos.....	89
Figura 14 – Depósito de resíduos	89
Figura 15 – Prevenção de Processos Erosivos	91
Figura 16 – Carta de pontuação LEED	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pré-requisitos, Créditos e pontuações do LEED	27
Quadro 2 – Pétalas e Imperativos do Living Building Challenge	30
Quadro 3 – Correspondência entre o Imperativo 01 e Critérios da Certificação LEED.....	35
Quadro 4 – Porcentagem de área do projeto a ser destinada à produção de alimentos	37
Quadro 5 – Correspondência entre o Imperativo 02 e Critérios da Certificação LEED.....	37
Quadro 6 – Correspondência entre o Imperativo 03 e Critérios da Certificação LEED.....	38
Quadro 7 – Correspondência entre o Imperativo 04 e Critérios da Certificação LEED.....	41
Quadro 8 – Correspondência entre o Imperativo 05 e Critérios da Certificação LEED.....	45
Quadro 9 – Correspondência entre o Imperativo 06 e Critérios da certificação LEED	48
Quadro 10 – Performance de energia e limites da combustão	50
Quadro 11 – Correspondência entre o Imperativo 07 e Critérios da certificação LEED.....	50
Quadro 12 – Correspondência entre o Imperativo 08 e Critérios da certificação LEED.....	52
Quadro 13 – Correspondência entre o Imperativo 09 e Critérios da certificação LEED.....	55
Quadro 14 – Correspondência entre o Imperativo 10 e Critérios da certificação LEED.....	59
Quadro 15 – Correspondência entre o Imperativo 11 e Critérios da certificação LEED.....	61
Quadro 16 – Correspondência entre o Imperativo 12 e Critérios da certificação LEED.....	64
Quadro 17 – Correspondência entre o Imperativo 13 e Critérios da certificação LEED.....	66
Quadro 18 – Correspondência entre o Imperativo 14 e Critérios da certificação LEED.....	68
Quadro 19 – Correspondência entre o Imperativo 15 e Critérios da certificação LEED.....	70
Quadro 20 –Descarte aceitável, por tipo de material.....	71
Quadro 21 – Correspondência entre o Imperativo 16 e Critérios da certificação LEED.....	72
Quadro 22 – Correspondência entre o Imperativo 17 e Critérios da certificação LEED.....	75
Quadro 23 – Correspondência entre o Imperativo 18 e Critérios da certificação LEED.....	76
Quadro 24 – Correspondência entre o Imperativo 19 e Critérios da certificação LEED.....	77
Quadro 25 – Correspondência entre o Imperativo 20 e Critérios da certificação LEED.....	78
Quadro 26 – Classificação dos Imperativos do LBC quanto ao nível de correspondência entre os Critérios do LEED.....	79
Quadro 27 – Resumo das necessidades de adequação aos Imperativos do LBC	99

LISTA DE SIGLAS

- ABA - *Architectural Barriers Act.*
- ACEEE - *Council for an Energy Efficient Economy.*
- ADA - *Americans with Disabilities Act.*
- ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.*
- AQUA – *Alta Qualidade Ambiental.*
- BEPAC - *Building Environmental Performance Assessment Criteria.*
- BRE - *Building Research Establishment.*
- BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method.*
- CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency.*
- CBCS - *Conselho Brasileiro de Construção Sustentável.*
- CGBC - *Cascadia Green Building Council.*
- CIB - *International Council for Research and Innovation in Building and Construction.*
- EPA - *United States Environmental Protection Agency.*
- FSC - *Forest Stewardship Council.*
- GBC – *Green Building Challenge.*
- GHS - *Globally Harmonized System.*
- HQE – *Haute Qualité Environnementale.*
- ILFI - *International Living Future Institute.*
- LBC – *Living Building Challenge.*
- LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design.*
- MIT – *Massachusetts Institute of Technology.*
- NSC – *Natural Stone Council.*
- ONU – *Organização das Nações Unidas.*
- ONG – *Organização Não Governamental.*
- QAE – *Qualidade Ambiental do Edifício.*
- SGE – *Sistema de Gestão do Empreendimento.*
- UNCED – *United Nations Conference on Environment and Development.*

UNCSD – *United Nations Conference on Sustainable Development.*

UNEP – *United Nations Environment Programme.*

UNECE - *United Nations Economic Commission for Europe.*

UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change.*

USGBC – *United States Green Building Council.*

WSSD – *World Summit on Sustainable Development.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA.....	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
2.2.1 Objetivo Principal	15
2.2.2 Objetivo Secundário.....	15
2.3 PRESSUPOSTO.....	15
2.4 DELIMITAÇÕES.....	15
2.5 METODOLOGIA.....	16
3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
3.1 HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE.....	17
3.2 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	19
4 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES: SISTEMAS LEED E LIVING BUILDING CHALLENGE	23
4.1 SURGIMENTO DAS CERTIFICAÇÕES.....	23
4.2 LEED.....	24
4.3 LIVING BUILDING CHALLENGE (LBC)	28
5 COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS LIVING BUILDING CHALLENGE E LEED	33
5.1 PÉTALA DO LUGAR.....	33
5.1.1 Ecologia do Lugar	34
5.1.2 Agricultura Urbana	36
5.1.3 Mudança do Habitat	38
5.1.4 Vida em Escala Humana	39
5.2 PÉTALA DA ÁGUA.....	44
5.2.1 Uso Responsável da Água	44
5.2.2 Fluxo Positivo de Água	47
5.3 PÉTALA DA ENERGIA.....	48
5.3.1 Energia + Redução de Emissões de Carbono	49
5.3.2 Fluxo Positivo de Carbono	52
5.4 PÉTALA DA SAÚDE E FELICIDADE.....	54
5.4.1 Ambiente Interior Saudável	54
5.4.2 Performance do Ambiente Interno	57
5.4.3 Acesso à Natureza	60
5.5 PÉTALA DOS MATERIAIS.....	61
5.5.1 Materiais Responsáveis	62

5.5.2 Lista Vermelha.....	64
5.5.3 Indústria Responsável.....	67
5.5.4 Procedência Econômica Viva	70
5.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos	71
5.6 PÉTALA DA IGUALDADE.....	73
5.6.1 Acesso Universal.....	74
5.6.2 Inclusão.....	75
5.7 PÉTALA DA BELEZA.....	76
5.7.1 Beleza + Biofilia	77
5.7.2 Educação + Inspiração.....	78
6 ESTUDO DE CASO.....	80
6.1 LEED V4 X LEED V2009.....	80
6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO E INICIATIVAS SUSTENTÁVEIS	82
6.2.1 Uso Eficiente da Água.....	84
6.2.2 Energia e Atmosfera.....	85
6.2.3 Paisagismo	87
6.2.4 Materiais	88
6.2.5 Reciclagem.....	88
6.2.6 Canteiro de Obra com Baixo Impacto Ambiental.....	89
6.3 CERTIFICAÇÃO.....	92
6.4 ADEQUAÇÃO AOS REQUERIMENTOS DO LIVING BUILDING CHALLENGE	93
6.4.1 Pétala do Lugar	93
6.4.1.1 Ecologia do Lugar (Imperativo 01)	93
6.4.1.2 Agricultura Urbana (Imperativo 02).....	93
6.4.1.3 Mudança do Habitat (Imperativo 03).....	94
6.4.1.4 Vida em Escala Humana (Imperativo 04).....	94
6.4.2 Pétala da Água	95
6.4.2.1 Uso Responsável da Água (Imperativo 05).....	95
6.4.2.2 Fluxo Positivo de Água (Imperativo 06).....	95
6.4.3 Pétala da Energia.....	95
6.4.3.1 Energia + Redução de Carbono (Imperativo 07).....	95
6.4.3.2 Fluxo Positivo de Carbono (Imperativo 08).....	95
6.4.4 Pétala da Saúde e Felicidade.....	96
6.4.4.1 Ambiente Interno Saudável (Imperativo 09).....	96
6.4.4.2 Performance do Ambiente Interno (Imperativo 10).....	96
6.4.4.3 Acesso à Natureza (Imperativo 11)	96
6.4.5 Pétala dos Materiais	96
6.4.5.1 Materiais Responsáveis (Imperativo 12).....	96
6.4.5.2 Lista Vermelha (Imperativo 13).....	97

6.4.5.3 Indústria Responsável (Imperativo 14).....	97
6.4.5.4 Procedência Econômica Viva (Imperativo 15).....	97
6.4.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos (Imperativo 16).....	98
6.4.6 Pétala da Igualdade.....	98
6.4.6.1 Acesso Universal à Natureza Local (Imperativo 17).....	98
6.4.6.2 Inclusão (Imperativo 18).....	98
6.4.7 Pétala da Beleza.....	98
6.4.7.1 Beleza + Biofilia (Imperativo 19).....	98
6.4.7.2 Inspiração e Educação (Imperativo 20).....	99
6.4.8 Resumo.....	99
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção tem sido um objetivo comum à sociedade capitalista nos últimos séculos. Este fato, aliado a uma crescente e generalizada demanda mundial por bens de consumo, faz com que a pressão exercida sobre o ecossistema terrestre seja, também, cada vez maior.

A demanda por recursos naturais, assim como a poluição gerada pelas diversas atividades humanas, têm sido objeto de muitos debates e estudos. Dentre estas atividades humanas está a construção civil, responsável por 40% da demanda mundial por recursos naturais e energia, e também, por 40% das emissões poluentes (SJÖSTRÖM, 2000, apud JOHN et al. 2001). Devido a sua relevância, portanto, mudanças neste setor têm grande potencial de impactar o quadro geral da sustentabilidade no planeta.

No contexto desse debate, a partir da década de 1990, surgiram os primeiros sistemas de avaliação com o intuito de avaliar o desempenho ambiental das edificações. O primeiro desses sistemas foi o *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)*, introduzido na Inglaterra, em 1990. Aferindo o desempenho das edificações em termos de energia, uso da água, materiais, inovação e impacto ambiental, o BREEAM definiu os primeiros padrões para medição de desempenho ambiental, servindo de parâmetro para novos sistemas em todo o mundo. O crescente interesse pelo desempenho ambiental das edificações deu origem a outros sistemas em diversos países, como o GBC (*Green Building Challenge*), no Canadá; o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), nos Estados Unidos; e o HQE (*Haute Qualité Environnementale*), na França. Em 2006, a organização sem fins lucrativos *International Living Future Institute (ILFI)* criou o sistema *Living Building Challenge (LBC)*, atualmente considerado como referência mundial.

A exigência de que as edificações atinjam todos os seus padrões de desempenho por, pelo menos, 12 meses consecutivos de operação, coloca a certificação LBC entre as mais exigentes do mundo. Além disso, todos os critérios da avaliação têm caráter imperativo. Com mais de 500 projetos registrados, em dezenas de países, o sistema LBC possui objetivos ambiciosos que incluem quebras de paradigmas e mudança da maneira como as pessoas se relacionam com o ambiente construído. O programa objetiva se constituir em uma ferramenta de gestão, que permita, no menor tempo possível, e por meio de colaboração espontânea, evitar prejuízos ao

meio ambiente, ou a qualquer indivíduo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O sistema LEED, por outro lado, foi originalmente idealizado visando a realidade local dos Estados Unidos. Criado em 1993, pelo *United States Green Building Council* (USGBC), o sistema LEED se tornou bastante difundido e aceito no mundo, nos últimos 18 anos, contando, atualmente, com mais de 93 mil projetos certificados. O LEED é baseado em sistema de pontuação, contemplando diversas áreas (ambiente sustentável, eficiência da água, energia e atmosfera, recursos materiais, qualidade ambiental interna, inovação) e créditos de prioridade regionais, com pré-requisitos imperativos, conferindo maior flexibilidade à certificação, em comparação ao LBC. Além disso, as versões mais recentes do programa buscam maior adaptação às realidades locais (USGBC, 2019, tradução nossa).

O presente trabalho empreende uma análise comparativa entre as certificações LBC e LEED. A primeira etapa é constituída de uma pesquisa bibliográfica sobre a sustentabilidade no setor da construção civil, buscando compreender a evolução do pensamento sustentável no setor, assim como o embasamento teórico necessário às análises posteriores. Após, as certificações LBC e LEED são descritas individualmente. Então, os critérios de avaliação das duas certificações são comparados, a fim de identificar se as exigências do LBC possuem correspondentes no LEED. Por último, o trabalho realiza um estudo de caso, que visa compreender como uma edificação com o mais alto nível de excelência LEED, em território nacional, seria avaliada pelo LBC.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

O trabalho busca compreender quais são as principais divergências e similaridades na avaliação de desempenho ambiental de edificações, quando comparados os critérios das certificações de sustentabilidade *Living Building Challenge* e *LEED*.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão divididos entre objetivo principal e secundário, definidos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

Analisar as principais divergências e similaridades na avaliação de desempenho ambiental das edificações, segundo os critérios das certificações de sustentabilidade *Living Building Challenge* e *LEED*.

2.2.2 Objetivo Secundário

Avaliar, por meio de estudo de caso, as adaptações necessárias para que uma edificação com alta pontuação no sistema *LEED* contemple as exigências para obter um certificado no sistema *Living Building Challenge*.

2.3 PRESSUPOSTO

É pressuposto da pesquisa que o sistema LBC constitua uma referência mundial, no tocante a sustentabilidade de edificações; portanto, que ele possa se constituir em *benchmarking* para outros sistemas.

2.4 DELIMITAÇÕES

A pesquisa tem por delimitação o estudo dos sistemas LBC e LEED.

2.5 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido conforme as etapas que seguem.

- a) Pesquisa bibliográfica sobre o tema sustentabilidade, em especial no setor da construção civil.
- b) Análise dos critérios de pontuação e classificação empregados pelo sistema de certificação LBC.
- c) Análise dos critérios de pontuação e classificação empregados pelo sistema de certificação LEED.
- d) Análise das principais diferenças e similaridades entre os dois sistemas.
- e) Estudo de caso de uma edificação com alta pontuação no sistema LEED, visando compreender como esta seria avaliada pelo LBC.
- f) Discussão dos resultados e conclusões finais.

A realização da pesquisa foi feita por meio da revisão bibliográfica em autores que já pesquisaram e escreveram sobre o tema. A partir desta revisão, foi realizada uma fundamentação dos conceitos mais importantes ao tema do trabalho, como os conceitos de construção sustentável, sistemas de avaliação ambiental de edificações, *Green Buildings*.

A seguir, foi realizada a análise e comparação das estruturas e metodologias de ambas as certificações, LBC e LEED, a fim de identificar diferenças e similaridades entre estas. Para complementar, foi apresentado um estudo de caso, de um empreendimento certificado pelo sistema LEED, resultando em uma análise das adequações necessárias, ao empreendimento, para que este fosse certificado pelo sistema LBC.

3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE

O questionamento à sustentabilidade das atividades humanas se intensificou bastante nos últimos 100 anos. Em especial, a partir da segunda metade do século XX, o tema sustentabilidade ganhou destaque internacional, o que gerou diversas iniciativas no tocante à sustentabilidade. A antiga lógica, em que os recursos naturais são infinitos e o planeta é capaz de suportar quantidades ilimitadas de resíduos, gerados pelos processos produtivos e de consumo, tem sido amplamente refutada desde então. O consenso científico atual reconhece a necessidade de se buscar sistemas e processos mais sustentáveis, que tornem a atividade humana viável no longo prazo.

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, verificou-se a necessidade de uma organização para tratar de assuntos globais. Nasce, então, a ONU (Organização das Nações Unidas), que décadas depois assumiria papel decisivo na integração dos esforços de diversas nações, no tocante à sustentabilidade. As iniciativas, no campo da sustentabilidade, passaram a ser desenvolvidas, segundo diferentes enfoques, cabendo à ONU, muitas vezes, o papel de integrar e gerar consensos globais sobre o tema (AZAMBUJA, 2013). Este esforço de integração se traduziu em importantes conferências, que geraram avanços no campo, além de documentos balizadores, que direcionaram esforços, em todo o mundo.

Dentre os principais agentes históricos contribuindo para o tema da sustentabilidade, conforme Corrêa (2009), está o Clube de Roma, uma ONG que debatia questões ambientais, que contribuiu para aumentar a atenção conferida à sustentabilidade nos anos 1960. Dentre suas principais contribuições, o estudo Limites do Crescimento, realizado por uma equipe do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), concluiu, por meio de modelos matemáticos, que o planeta Terra não seria capaz de suportar as demandas crescentes por recursos naturais e energéticos (MEADOWS, H. D. et al., 1972).

Em 1972, a Conferência de Estocolmo, realizada pela ONU, definiu 26 princípios, em uma declaração a respeito do meio-ambiente e do desenvolvimento social e econômico. A conferência incentivou a criação de ministérios e agências nacionais para o monitoramento das condições do meio-ambiente, além de fundar o UNEP (*United Nations Environment Programme*), programa responsável por coordenar as iniciativas da ONU no âmbito ambiental, em especial em países emergentes. No entanto, apesar dos importantes avanços, a Conferência

de Estocolmo falhou em implementar o seu programa, gerando a necessidade de futuras conferências de acompanhamento (LINNÉR; SELIN, 2013).

Em 1983, nasce a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland, então primeira-ministra da Noruega. Esta comissão deu origem, em 1987, ao documento “Nosso Futuro Comum”, ou “Relatório de Brundtland”, que definiu o desenvolvimento sustentável como “desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

Em 1992, 20 anos após a Conferência de Estocolmo, a ONU organizou nova conferência mundial sobre a sustentabilidade, no Rio de Janeiro. Também conhecida como ECO-92, a *United Nation Conference on Environmental Development* (UNCED) teve, como principal objetivo, incentivar a criação de políticas e iniciativas em prol da sustentabilidade, em países desenvolvidos e em desenvolvimento. A conferência anterior havia demonstrado diferenças claras entre os países ricos e pobres, no tocante à sustentabilidade. Os primeiros, já desenvolvidos, mostraram-se mais inclinados a aplicar os novos conceitos de sustentabilidade, enquanto os últimos, ainda em desenvolvimento, demonstraram grandes dificuldades em fazê-lo. Visando superar essas diferenças, a conferência deu origem a um novo documento, denominado “Agenda 21”. Seguindo algumas diretrizes universais, cada país deveria elaborar sua própria Agenda 21, visando a sustentabilidade social, econômica e ambiental, de acordo com a sua realidade, sendo cada governo responsável por sua implementação, por meio de políticas públicas (MOTTA, 2009).

Em 1997, surge o documento, assinado por quase todos os estados nacionais do mundo, com o objetivo de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa. Criado pela *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), o Protocolo de Kyoto visava estabelecer metas de redução de emissão dos gases, para todos os países membros da ONU, a partir dos anos finais de 2000.

Em 2002, a ONU promove a WSSD (*World Summit on Sustainable Development*), em Johannesburgo. Informalmente chamada de “Rio+10”, a conferência reafirmou o compromisso dos estados membros com a agenda 21, além de reforçar os objetivos definidos pela *United Nations Millennium Declaration*, em 2000.

Em 2012, a ONU promove a *United Nations Conference on Sustainable Development* (UNCSD), também conhecida como Rio+20, no Rio de Janeiro. Marcando 20 anos, desde a popular conferência ECO-92, a UNCSD teve dois temas principais: “como construir uma economia verde, para alcançar o desenvolvimento sustentável e retirar pessoas da pobreza” e “como melhorar a coordenação internacional, para o desenvolvimento sustentável por meio de uma estrutura institucional”. O principal documento gerado pela conferência foi “O Futuro que Nós Queremos”, que renovou o compromisso dos estados membros com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Em 2015, a ONU promove a *United Nations Climate Change Conference* (COP 21), em Paris. O principal tema de discussão foi a elaboração do “Acordo de Paris”, um acordo global para direcionar esforços no combate à mudança climática. A meta norteadora do acordo era a limitação do aquecimento global a 2° Celsius, em relação ao nível pré-industrialização. Os membros signatários do acordo concordaram, também, em empregar grandes esforços para manter esse aumento da temperatura abaixo de um limite de 1,5° Celsius.

Os compromissos assumidos pelos países membros nos acordos se desdobraram em políticas nacionais, para diversos setores da economia. Uma das principais atividades econômicas de qualquer país, o setor da construção civil, é responsável por 40% da demanda mundial por recursos naturais e energia, e por 40% das emissões poluentes (SJÖSTRÖM, 2000, apud JOHN et al. 2001). Devido a isto, diversas organizações nacionais e internacionais têm se dedicado à criação e implementação de boas práticas sustentáveis no setor.

3.2 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A construção civil é uma atividade humana universal, que é desempenhada, em larga escala, em todo o mundo. No entanto, apesar de todos os avanços tecnológicos, ainda existe um grande déficit habitacional atualmente, sobretudo nos países em desenvolvimento, indicando a tendência de crescimento do setor nas próximas décadas.

Segundo Fossati (2008, p. 1):

Qualquer atividade humana necessita de um ambiente construído adequado para sua operação e os produtos da construção civil, frequentemente, alcançam grandes dimensões [...]. Além disso, edifícios e obras civis - considerados os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz - alteram a natureza, a função e a paisagem de áreas urbanas e rurais.

O mundo capitalista funcionou durante séculos com a visão de um ciclo produtivo, em que era viável extrair do meio ambiente – de forma indiscriminada – os insumos necessários para a produção e, ao fim do ciclo, retornar quaisquer resíduos gerados ao meio-ambiente, também de maneira indiscriminada, acarretando poluição e esgotamento dos recursos naturais (ARAÚJO; MENDONÇA, 2009). Esta visão passou a ser amplamente questionada a partir da segunda metade do século XX, o que gerou mudanças na percepção das pessoas sobre o assunto.

A conferência da ONU, ECO-92, teve grande impacto neste sentido, especialmente com a publicação da Agenda 21, que conseguiu levar o debate sobre sustentabilidade para a população de diversos países. Este debate impulsionou mudanças em vários setores da economia e, também, na construção civil. As diretrizes estabelecidas pela Agenda 21 serviram de base para publicação de diretrizes setoriais, como a publicada pelo CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*) para a construção civil.

O setor da construção civil é a atividade humana de maior impacto ambiental no Brasil e no mundo. A indústria da edificação é, também, a que mais demanda materiais e transporte. Segundo afirma Azambuja (2013, p.28), “o alto consumo de materiais demandados pela indústria da edificação, e de energia, para o seu processamento e transporte, decorrentes das características de universalidade de uso e grande volume, causa, evidentemente, um grande impacto no meio ambiente, com graves implicações para os processos naturais que ocorrem na biosfera”. Estas características fizeram com que o setor recebesse crescente atenção da sociedade, no tocante à sustentabilidade.

Nos anos 90 surgiram os primeiros sistemas de avaliação de desempenho ambiental de edificações. O primeiro desses sistemas foi o BREEAM, introduzido na Inglaterra, em 1990, que aferiu o desempenho das edificações, em termos de energia, uso da água, materiais, inovação e impacto ambiental, e definiu os primeiros padrões para medição de desempenho ambiental, servindo de parâmetro para novos sistemas, em todo o mundo. Outros países desenvolvidos criaram, nos anos seguintes, sistemas com finalidades semelhantes. Exemplos destes sistemas são: HQE, na França; GBC, no Canadá; e LEED, nos Estados Unidos.

Os primeiros sistemas de avaliação tinham como objetivo medir a performance local dos empreendimentos, e possuíam foco no aspecto ambiental da sustentabilidade. Isto se deve ao fato de que países desenvolvidos, muitas vezes, já possuem um bom atendimento das

necessidades básicas da população. No entanto, este conceito de sustentabilidade se mostrou incompleto, especialmente em se tratando da construção civil nos países em desenvolvimento.

No ano de 1994, John Elkington criou o termo “*Triple Bottom Line*” (Figura 1). O termo sintetiza a ideia de que as empresas têm responsabilidade sobre a qualidade ambiental e a justiça social gerada pelas suas atividades. A partir disto, depreende-se que as empresas têm responsabilidade sobre os impactos positivos e negativos que geram no meio ambiente e na sociedade (TELLO e RIBEIRO, 2012). Usando o conceito de “Triple Bottom Line”, Severo (2018) afirma que o desenvolvimento sustentável é pautado por um tripé, conforme segue:

- *People* (Pessoas) – parcela social da empresa ou sociedade, que deve estar em conformidade com a legislação do trabalho e manter o bem-estar, por meio de um ambiente saudável, agradável e seguro para os trabalhadores e suas famílias.
- *Planet* (Planeta) – parcela ambiental de uma empresa ou sociedade; que deve minimizar e compensar os impactos ambientais negativos inerentes ao seu funcionamento.
- *Profit* (Lucro) – parcela econômica, na qual qualquer empresa procura o melhor retorno possível, mas que deve ser ponderada junto aos dois aspectos anteriores, ou seja, respeitando as Pessoas e a Natureza.

Figura 1 – Dimensões da sustentabilidade



Fonte: (Elkington, 1994).

Em 1999, o CIB lança a Agenda Setorial para Construção Sustentável (CIB *Agenda 21 for Sustainable Construction*), de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo relatório Brundtland, além dos documentos Agenda 21, Habitat II e Protocolo de Kyoto (Motta, 2009).

Segundo o CIB, “construções sustentáveis são materializadas como resultado por meio de um processo holístico, para reestabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos, de modo a criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8). Para atingir estes resultados é preciso pensar na construção, em seu caráter econômico, social e ambiental, levando em consideração as diferenças de localidade, cultura, materiais disponíveis e logística. Na tentativa de diferenciar o conceito holístico do conceito literal de sustentabilidade, cunhou-se o termo *Green Building* (Construção Verde) (SILVA, 2003).

No Brasil, a adoção de práticas sustentáveis na construção civil teve avanços significativos nos anos 2000, paralelamente às primeiras tentativas de desenvolver sistemas de avaliação adequados à realidade local. Entre as tentativas está a criação do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), em 2007, e o lançamento da certificação ambiental AQUA (Alta Qualidade Ambiental), inspirada no sistema francês HQE, em 2008.

Os selos de sustentabilidade para edificações estão crescendo em popularidade e em número. Alguns dos principais selos superaram as fronteiras de seus países de origem e hoje estão presentes em várias partes do mundo. A fim de aumentar sua aplicação, as mais recentes certificações assimilaram uma visão mais holística da sustentabilidade. Os selos precursores, por sua vez, incorporaram avanços no conceito de sustentabilidade, em suas versões mais recentes. Neste contexto de mudança para uma visão mais holística da sustentabilidade, a organização sem fins lucrativos ILFI criou, em 2006, o sistema *Living Building Challenge* (LBC), que, atualmente, é considerado como referência mundial.

4 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES: SISTEMAS LEED E LIVING BUILDING CHALLENGE

Este capítulo faz um breve histórico das certificações e aborda os sistemas LEED e LBC, ambos em sua versão 4.0.

4.1 SURGIMENTO DAS CERTIFICAÇÕES

Os sistemas de certificação de sustentabilidade de edificações, que buscam avaliar a sua sustentabilidade, têm origem nas avaliações ambientais, que surgiram na década de 90, na Europa, Estados Unidos e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais, estabelecidas na conferência UNCED, de 1992, no Rio de Janeiro (MOTTA, 2009).

Em 1990, na Inglaterra, foi criado o primeiro sistema para avaliação de desempenho ambiental de edificações do mundo. O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)* foi publicado pelo *Building Research Establishment (BRE)*, visando, especificamente, prédios comerciais e escritórios, em sua primeira versão.

Alguns anos após ocorreu o surgimento do LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), nos Estados Unidos, que é hoje o sistema de certificação com maior penetração internacional. Outros sistemas relevantes internacionalmente são: o BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*), no Canadá; o HQE (*Haute Qualité Environnementale*), na França; o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), no Japão; e o *Green Star*, na Austrália.

O sistema LEED foi introduzido no Brasil, com a criação, em 2007, do *Green Building Council Brasil (GBCBrasil)*. O GBCBrasil é uma organização não governamental, cuja missão é “desenvolver a indústria da construção sustentável no país, utilizando as forças de mercado para estimular a adoção de práticas de *green buildings*, em um processo integrado de concepção, implantação, construção, operação de edificações e espaços construídos” (GBCBrasil, 2021). Criou-se, então, um comitê, a fim de adaptar o LEED à realidade brasileira, formado por 78 profissionais, incluindo professores, acadêmicos, arquitetos, engenheiros, biólogos, médicos e profissionais acreditados pelo LEED (MOTTA, 2009).

Outra tentativa semelhante, de adaptação para a realidade brasileira, resultou na criação do AQUA, que foi lançado em abril de 2008, a partir do sistema francês HQE.

4.2 LEED

O LEED, sigla para *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Projeto Energético e Ambiental) é uma das principais metodologias para a avaliação de sustentabilidade de edifícios, com emprego disseminado em um grande número de países. Criado em 1993, pelo *United States Green Building Council* (USGBC), o LEED se tornou mundialmente empregado e aceito, nos últimos 18 anos, contando, atualmente, com mais de 93 mil projetos certificados (USGBC, 2019).

A metodologia conta com um conjunto de Critérios de classificação para o projeto, a construção, a operação e a manutenção de edifícios. Além da escala de sustentabilidade da edificação, a qual será abordada com maior profundidade neste texto, o LEED também oferece Critérios para a avaliação de bairros sustentáveis. Em sua versão 4.0, lançada em 2013, o sistema já incorpora diversos avanços conceituais e práticos em sua metodologia de avaliação. A fim de se adequar a diferentes características de edificações e/ou diferentes magnitudes de empreendimentos, o LEED v4 conta com 4 variantes de enquadramento, conforme segue (USGBC, 2019):

Novas Construções (BD+C): o LEED para Projeto e Construção de Edifícios (LEED BD+C) fornece parâmetros que orientam a concepção e construção de edificações, de forma a contemplar aspectos holísticos, em busca de sua máxima sustentabilidade;

Design de Interiores (ID+C): o LEED para Design e Construção de Interiores (ID+C), que orienta as equipes de projeto nesta direção, contribuindo para a criação de espaços internos, que beneficiem o planeta e as pessoas;

Edifícios Existentes (O+M): voltado para edifícios existentes, com foco na eficiência de operação e de manutenção do prédio;

Bairros (ND): o LEED para Desenvolvimento de Bairros (LEED ND) foi criado para inspirar e ajudar a criar bairros melhores, mais sustentáveis e mais bem conectados.

A variante LEED BD+C: *Building Design and Construction* é a que abrange a maior variedade de projetos, como os listados a seguir (USGBC, 2019):

- Novas Construções ou Grandes Reformas: focado em projetos, novas construções ou grandes reformas de edifícios existentes;

- **Envoltória e Núcleo Central:** centra-se em projetos onde o empreendedor tem controle apenas sobre o projeto e a construção das partes mecânica, elétrica, hidráulica e proteção contra incêndio, mas não no projeto e na construção do espaço dos locatários;
- **Escolas:** é direcionada para edifícios destinados ao ensino. Do primário, ao secundário. Pode ser usado para ensino superior e edifícios não acadêmicos, dentro de um campus de ensino;
- **Lojas de Varejo:** foca-se, especificamente, nas necessidades únicas de lojas de varejo – como bancos, restaurantes, lojas de vestuário, lojas de eletrônicos, lojas de departamentos e outras variações;
- **Data Centers:** foi especialmente desenvolvido para atender às necessidades de edifícios com alta densidade de equipamentos de computação;
- **Galpões e Centros de Distribuição:** é direcionado a edifícios utilizados para armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais;
- **Hospedagem:** foi desenvolvido para atender as necessidades de hotéis, motéis, pousadas e outras empresas dentro da indústria de serviços, que forneçam alojamento de curta permanência;
- **Unidades de Saúde:** é direcionado para hospitais, que operem vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana, assim como para estabelecimentos que oferecem tratamento médico hospitalar.

As Categorias avaliadas, que se constituem em objeto de avaliação pelo LEED BD + C, estão listadas a seguir, juntamente com uma breve descrição das mesmas (USGBC, 2019, tradução nossa):

- a) **Localização e transportes:** relacionada à densidade da área do empreendimento, proximidade a pontos de interesse, acesso a diferentes opções de transporte e eventuais restrições ao desenvolvimento;
- b) **Materiais e recursos:** relacionada à redução de desperdícios e geração de resíduos, além da sustentabilidade dos materiais utilizados;

- c) **Uso eficiente da água:** relacionada à quantidade de água potável consumida e à eficiência de seu uso;
- d) **Energia e atmosfera:** relacionada à quantidade de energia consumida pelo empreendimento, de acordo com suas características;
- e) **Locais sustentáveis:** relacionada ao impacto gerado pelo empreendimento no ecossistema em que está inserido;
- f) **Qualidade ambiental interna:** relacionada à qualidade do ar interno, bem como à disponibilidade de luz natural e de vistas externas;
- g) **Inovação:** relacionada a experiências sustentáveis, não contempladas por outras categorias;
- h) **Créditos de prioridade regional:** relacionada a prioridades ambientais regionais, específicas ao local em que a edificação se encontra;
- i) **Processos integrativos:** quando, durante a fase de concepção, o projeto promove a aproximação entre equipes de diferentes áreas, com o objetivo de atingir um projeto com maior integração entre essas áreas.

Com exceção da última, todas as demais Categorias são compostas por vários Critérios, que podem conferir um, ou mais, créditos, a depender de sua importância. Após a avaliação de todos os Critérios, os créditos obtidos são somados e a Modalidade de certificação é conferida, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 –Modalidades de certificação LEED



Fonte: (GBCBrasil, 2021).

No Quadro 1 são listados os Critérios, e suas respectivas pontuações.

Quadro 1 – Pré-requisitos, Créditos e pontuações do LEED

Categorias, Pré-requisitos e Créditos do LEED v4 BD+C New Constructions and Major Renovations			Pontos possíveis
1 Processos Integrativos			1
1.1	Crédito	Processo Integrado	1
2 Locação e Transportes			16
2.1	Crédito	LEED para locação de bairros projetados	8 – 16
OU			
2.2	Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
2.3	Crédito	Local de Alta Prioridade	1 – 2
2.4	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	1 – 5
2.5	Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	1 – 5
2.6	Crédito	Instalações para Bicicletas	1
2.7	Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
2.8	Crédito	Veículos Verdes	1
3 Locais Sustentáveis			10
3.1	Pré-requisito	Prevenção de poluição da atividade de construção	Obrigatório
3.2	Crédito	Avaliação do Terreno	1
3.3	Crédito	Desenvolvimento do Terreno / Proteção ou Restauração do Habitat	1 – 2
3.4	Crédito	Espaço Aberto	1
3.5	Crédito	Gestão de Águas Pluviais	2 – 3
3.6	Crédito	Redução de Ilhas De Calor	1 – 2
3.7	Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
4 Uso Eficiente da Água			11
4.1	Pré-requisito	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
4.2	Pré-requisito	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
4.3	Pré-requisito	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
4.4	Crédito	Redução do Uso de Água Exterior	1 – 2
4.5	Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	1 – 6
4.6	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	1 – 2
4.7	Crédito	Medição de Água	1
5 Energia e Atmosfera			33
5.1	Pré-requisito	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
5.2	Pré-requisito	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
5.3	Pré-requisito	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
5.4	Pré-requisito	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
5.5	Crédito	Comissionamento Avançado	2 – 6
5.6	Crédito	Otimizar Desempenho Energético	1 – 18
5.7	Crédito	Medição de Energia Avançada	1
5.8	Crédito	Resposta à Demanda	1 – 2
5.9	Crédito	Produção de Energia Renovável	1 – 3
5.10	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
5.11	Crédito	Energia Verde e Compensações de Carbono	1 – 2
6 Materiais e Recursos			13
6.1	Pré-requisito	Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis	Obrigatório
6.2	Pré-requisito	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório

6.3	Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	2 – 5
6.4	Crédito	Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Declarações Ambientais de Produtos	1 – 2
6.5	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Origem de Matérias-Primas	1 – 2
6.6	Crédito	Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material	1 – 2
6.7	Crédito	Gerenciamento da Construção e dos Resíduos de Demolição	1 – 2
7 Qualidade Ambiental Interna			16
7.1	Pré-requisito	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
7.2	Pré-requisito	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
7.3	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1 – 2
7.4	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	1 – 3
7.5	Crédito	Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior na Construção	1
7.6	Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	1 – 2
7.7	Crédito	Conforto Térmico	1
7.8	Crédito	Iluminação Interior	1 – 2
7.9	Crédito	Luz Natural	1 – 3
7.10	Crédito	Vistas de Qualidade	1
7.11	Crédito	Desempenho Acústico	1
8 Inovação			6
8.1	Crédito	Inovação	1 – 5
8.2	Crédito	Profissional Acreditado LEED	1
9 Prioridade Regional			4
9.1	Crédito	Prioridade Regional	1 – 4
Total de pontos possíveis			110

Fonte: (Elaborado pelo autor; Baseado em UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 2019.)

Para fins de comparação com o LBC, será utilizada a Categoria **LEED BD+C: Building Design and Construction**, por se tratar de uma Categoria ilustrativa do sistema de certificação LEED e abranger uma maior gama de possibilidades, em comparação com outras variantes.

4.3 LIVING BUILDING CHALLENGE (LBC)

A inspiração para a criação do *Living Building Challenge* - Desafio da Construção Viva (LBC) surgiu no decorrer da tentativa de desenvolver o projeto mais sustentável do mundo: o EpiCenter, em Bozeman, nos Estados Unidos. As soluções e requerimentos desenvolvidos, para este projeto específico, serviram de base e parâmetro para a primeira versão do LBC.

Originalmente sob a responsabilidade do *Cascadia Green Building Council* (CGBC), localizado em Seattle, nos Estados Unidos, o LBC teve sua primeira versão lançada em 2006. Sua segunda versão, lançada em 2007, ainda sob a tutela do CGBC, incorporou instruções sobre como atingir os requerimentos dos Imperativos.

Devido ao seu sucesso e ao aumento do interesse global pelo LBC, em 2009 o CGBC decidiu fundar o *International Living Building Institute* (ILBI), uma instituição mais ampla, com ramificações capazes de gerir o LBC e suas variações. Em 2014, a terceira versão do LBC é lançada, sob a tutela do *International Living Future Institute* - Instituto Internacional do Futuro Vivo (ILFI), renomeado a partir do ILBI, 2 anos antes.

A versão mais recente do programa, o LBC 4.0, foi lançada em 2019, com o objetivo de “construir um mundo que sirva a todos, no menor tempo possível e contando com colaborações espontâneas, sem prejudicar ao meio ambiente ou a qualquer indivíduo”.

Com mais de 500 projetos registrados, em dezenas de países, o sistema LBC possui objetivos ambiciosos, que incluem quebras de paradigmas e mudança na maneira como as pessoas se relacionam com o ambiente construído. O programa é um chamado para restauração da relação entre as pessoas e a natureza, em um mundo cada vez mais urbano e mais desconectado do planeta em que nós evoluímos.

Devido à sua forte filosofia e altíssimo rigor técnico nas avaliações, o LBC é amplamente considerado como uma referência mundial, nos dias de hoje. Apesar do seu rigor em termos de exigências, o LBC possui a vantagem de requerer o atendimento aos mesmos 20 critérios, todos imperativos, para qualquer tipo de projeto e em qualquer lugar do mundo.

Com grande foco nas esferas ambiental e social da sustentabilidade, o programa LBC certifica projetos em busca por uma total harmonia com as características de sua região, de maneira tal a gerar baixíssimo impacto ambiental, e que possibilitem, adicionalmente, grandes impactos positivos no âmbito social. Os projetos que vierem a se materializar, deverão gerar sua própria energia, por meio de recursos renováveis, e coletar e tratar toda a água necessária para a sua operação, além de atenderem a um critério mais subjetivo - de integração à paisagem local. Os projetos certificados pelo *Living Building Challenge* poderão contribuir para moldar o futuro dos locais onde estão inseridos, pois devem operar com nenhum ou baixo impacto ambiental (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O LBC é composto por 7 categorias de avaliação de performance, ou “Pétalas”: Lugar, Água, Energia, Saúde e Bem Estar, Materiais, Igualdade e Beleza. Cada uma das Pétalas é subdividida em Imperativos, resultando em um conjunto das Pétalas totalizando 20 Imperativos. Os Imperativos podem ser aplicados a qualquer projeto de construção, de qualquer escala e em qualquer lugar. Para atingir o status de *Living Building*, é preciso que todos os 20 Imperativos,

descritos no Quadro 2, sejam cumpridos pelo empreendimento resultante do projeto, por, pelo menos, 12 meses consecutivos à sua entrada em operação. Alguns dos Imperativos poderão ser postergados, temporariamente, a depender de sua localização e das condições de mercado da região (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Quadro 2 – Pétalas e Imperativos do Living Building Challenge

Pétala	Imperativo
1. Lugar	1. Ecologia do Lugar
	2. Agricultura Urbana
	3. Mudança de Habitat
	4. Vida em Escala Humana
2. Água	5. Uso Responsável da Água
	6. Fluxo Positivo de Água
3. Energia	7. Energia + Redução de Carbono
	8. Fluxo Positivo de Carbono
4. Saúde e Felicidade	9. Ambiente Interno Saudável
	10. Performance do Ambiente Interno
	11. Acesso à Natureza
5. Materiais	12. Materiais Responsáveis
	13. Lista Vermelha
	14. Indústria Responsável
	15. Procedência Econômica Viva
	16. Fluxo Positivo de Resíduos
6. Igualdade	17. Acesso Universal
	18. Inclusão
7. Beleza	19. Beleza + Biofilia
	20. Educação + Inspiração

Fonte: Elaborado pelo autor

A certificação LBC é aplicável a uma variedade ampla de tipologias de projetos, com pouquíssimas variações nos seus critérios de avaliação. As quatro tipologias principais são:

- a) **Novas construções:** contemplando aspectos associados à construção de novas edificações;
- b) **Construções existentes:** projetos que alterem o entorno, ou aos principais sistemas da edificação existente;
- c) **Projetos de Interiores:** projetos que não alterem o entorno, ou aos principais sistemas de uma edificação;
- d) **Paisagismo ou Infraestrutura:** podendo incluir a parques, estradas, pontes, praças ou instalações esportivas.

Em se tratando de **Novas Construções**, é requerido que todos os Imperativos sejam atendidos para que a certificação seja concedida, diferentemente do que ocorre na certificação de:

- **Construções Existentes**, caso em que, a depender do escopo do projeto, os Imperativos de Ecologia do Local, Vida em Escala Humana e Acesso Universal não são compulsórios, enquanto os demais o são;
- **Projetos de Interiores**, onde os Imperativos Ecologia do Local, Agricultura Urbana e Fluxo Positivo de Água não são obrigatórios;
- **Projetos de Paisagismo ou Infraestrutura**, em que os Imperativos de Agricultura Urbana, Vida em Escala Humana, Ambiente Interior Saudável, Performance do Ambiente Interior e Acesso à Natureza não se aplicam;
- **Acesso Universal**, com Imperativos cuja exigência depende do escopo do empreendimento (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Além da certificação completa, o LBC possui outras alternativas de certificação; a **Zero Carbon Certification** (Certificação Zero Carbono), conferida a edificações neutras em carbono e com alto desempenho energético; e a **Zero Energy Certification** (Certificação Zero Energia), conferida a edificações com eficiência energética excelente e não dependentes de combustíveis fósseis.

Dentre as certificações intermediárias, está a **Core Green Building Certification**, conferida a projetos que tenham desempenho satisfatório em todos os Imperativos “Core” (Ecologia do Lugar, Vida em Escala Humana, Uso Responsável da Água, Redução de Energia + Carbono, Ambiente Interno Saudável, Materiais Responsáveis, Acesso Universal, Inclusão, Beleza + Biofilia, Educação + Inspiração) (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

As certificações de maior exigência começam pela **Living Building Challenge Petal Certification**, que requer o atendimento de todos os Imperativos Core, citados anteriormente, além dos Imperativos relativos às seguintes Pétalas:

- **Pétala da Água** (Fluxo Positivo de Água);

- **Pétala da Energia** (Fluxo Positivo de Energia);
- **Pétala de Materiais** (Lista Vermelha, Indústria Responsável, Procedência Econômica Viva, Fluxo Positivo de Desperdícios).

Por último, a certificação mais completa de todas, a Living Building Challenge Living Certification é conferida a projetos que cumpram todos os 20 Imperativos. Estes projetos são considerados influências positivas para suas regiões, em seu caráter social, econômico e ambiental, e representam o ideal almejado pelo programa (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Além da divisão dos projetos em Tipologias, citadas anteriormente, o programa de certificação os divide de acordo com a sua inserção no contexto local. Os projetos são divididos de acordo com o Padrão de Intensidade de Uso do Solo Vivo, ou “Transecto”, e que identifica o nível de urbanização do local onde se pretende inserir o projeto. O primeiro Padrão (L1) está associado a Reservas de Habitat Natural, constituindo áreas naturais a serem preservadas e que devem ser alvo de pouca interferência humana, enquanto o último, L6, identifica a Zona Central Urbana.

Esta divisão visa estabelecer diferentes padrões de performance desejáveis, para cada um dos transectos, visto que o desenvolvimento destes se dá de formas diferentes. O programa também incentiva o aumento da densidade em regiões suburbanas, desde que gere um aumento na qualidade da infraestrutura, sem prejudicar o ecossistema local (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Para fins de comparação da *Living Building Challenge Certification*, a mais exigente das certificações do LBC, com a certificação segundo o sistema LEED, o presente estudo terá como foco a tipologia **Novas Construções**. Para esta Tipologia, a certificação *Living Building Challenge Living Certification* exige o cumprimento de **todos** os Imperativos do LBC, podendo ser considerada como um *benchmark* para os demais selos.

5 COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS LIVING BUILDING CHALLENGE E LEED

Este capítulo apresenta cada uma das Pétalas do *Living Building Challenge* e seus respectivos Imperativos. Então, no âmbito de cada Imperativo, faz-se uma análise das correlações encontradas com os Critérios da certificação LEED. Esta análise visa identificar até que ponto as exigências dos Imperativos do LBC são também demandadas pelos Critérios do LEED. Conforme a premissa deste estudo, o LBC pode se constituir em um *benchmark* para outras certificações, ou um padrão a ser atingido. Portanto, esta análise é orientada pelo que é requerido pelo LBC. Os subcapítulos, a seguir, tentam responder, para cada um dos Imperativos do LBC, à seguinte pergunta: um projeto com pontuação máxima no LEED cumpriria também as exigências do Imperativo correspondente?

5.1 PÉTALA DO LUGAR

A primeira Pétala do *Living Building Challenge 4.0* tem a intenção de alterar a maneira como os seres humanos percebem e se relacionam com o meio onde vivem. Esta Pétala levanta a necessidade de reconexão entre o ambiente construído e a ecologia do local onde está inserida, respeitando suas características únicas e sua história. Para atingir estes resultados, os Imperativos buscam esclarecer onde é possível construir, como manter e restaurar construções existentes e, também, como construir comunidades que se baseiem na escala humana e sejam menos dependentes de automóveis. Além disso, encorajam a criação de uma rede de abastecimento local de produtos agrícolas, assim como o consumo de alimentos frescos e da estação.

Esta Pétala dá destaque à questão do acelerado espraiamento gerado pela urbanização e a ameaça das cada vez mais numerosas metrópoles aos últimos lugares selvagens existentes. São destacados:

- Os custos ambientais da produção e distribuição de alimentos a comunidades descentralizadas;
- O impacto dos centros urbanos extremamente populados, que impossibilita às pessoas o desenvolvimento de um senso de pertencimento e lugar.

É lembrado, ainda, que:

- Com a diminuição das áreas disponíveis para construção, áreas mais sensíveis têm sido cada vez mais exploradas;
- O efeito de automóveis, movidos a combustíveis fósseis e com ocupação individual, é devastador, em termos de suas consequências sobre as mudanças climáticas, mas que, felizmente, existem muitas alternativas para diminuir este impacto, como: o transporte público, o compartilhamento de caronas, o uso de carros elétricos e bicicletas.

A grande barreira para avanços nesta área se encontra no comportamento humano. Com o aumento da população para níveis inéditos, a pressão para o desenvolvimento de novas áreas previamente inexploradas é cada vez maior, fazendo com que a identificação de soluções para que este desenvolvimento se dê de forma mais sustentável se torne cada vez mais imprescindível (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

Os tópicos, a seguir, abordam cada um dos 4 Imperativos da Pétala do Lugar, apontando as suas correlações com os Critérios do sistema LEED.

5.1.1 Ecologia do Lugar

O Imperativo “Ecologia do Lugar” objetiva proteger áreas de preservação ambiental e ecologicamente importantes, e encorajar a regeneração e o melhor funcionamento das comunidades onde os projetos são construídos.

Para atingir estes objetivos, todos os projetos devem evitar construir em áreas verdes intocadas, áreas selvagens, terras agrícolas importantes para o lugar ou em uma planície de inundação, a menos que em casos excepcionais. Os projetos devem buscar preservar áreas ecológicas vibrantes e prósperas. Além disso, as equipes de projeto devem documentar as características do local e de sua comunidade, antes do início dos trabalhos, para fins de comparação posterior.

Para cumprir este Imperativo, os projetos devem demonstrar que contribuem positivamente para a **Ecologia do Lugar**. A paisagem do local deve ser projetada para amadurecer e evoluir com o tempo, emulando a funcionalidade do habitat de referência, de maneira a se harmonizar ao transecto do projeto.

Além disso, as equipes de projeto devem considerar questões culturais e de igualdade social, assim como as necessidades específicas da comunidade, que devem orientar as tomadas de decisões referentes ao projeto. Por fim, nenhum fertilizante petroquímico ou pesticida pode ser

utilizado na operação e manutenção do local, mesmo que na agricultura urbana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Ecologia do Lugar” pode ser comparado a três Critérios, a ele correlacionados, presentes no sistema LEED, e identificados no Quadro 3, abaixo.

Quadro 3 – Correspondência entre o Imperativo 01 e Critérios da Certificação LEED

Imperativo LBC	Critérios do LEED
1. Ecologia do Lugar	2.2 Proteção de Áreas Sensíveis
	3.2 Avaliação do Terreno
	3.3 Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os objetivos dos Critérios associados à certificação LEED são (USGBC, 2019):

- **2.2 Proteção de Áreas Sensíveis:** Evitar empreendimentos em terrenos ambientalmente sensíveis e reduzir o impacto ambiental do local de implantação de um edifício em um terreno;
- **3.2 Avaliação do Terreno:** Avaliar as condições do terreno, antes da elaboração do projeto, para verificar as opções mais sustentáveis e informar decisões relacionadas ao projeto a ser implantado no terreno;
- **3.3 Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat:** Preservar as áreas naturais existentes e restaurar áreas danificadas, para proporcionar um habitat mais saudável e promover a biodiversidade.

O Critério 2.2 possui exigências semelhantes às do Imperativo 01, do LBC. Ambos desencorajam a implantação de empreendimentos em locais não perturbados previamente. Os locais de implantação dos empreendimentos também não podem se constituir em habitat de espécies ameaçadas, ou mesmo, estarem situados em planícies sujeitas a alagamento. Além disso, ambos os sistemas de certificação exigem o respeito às zonas de desenvolvimento, definidas, pela legislação local, como locais destinados à produção agrícola primária. Para qualquer empreendimento a ser implantado nestes locais sensíveis, tanto o LEED, quanto o LBC, estabelecem exceções pontuais, identificando em que condições é possível fazê-lo.

Outra correlação, associada ao primeiro Imperativo do LBC, é a encontrada entre este e o Critério 3.2, do LEED, “Avaliação do Terreno”. Nesta exigência, o LEED requer que características ambientais do terreno, anteriores à implantação do empreendimento, sejam documentadas e que as decisões de projeto sejam orientadas de modo a se harmonizar com essas características. O LBC vai além, exigindo, em adição, que as condições ambientais pré-existentes sejam mantidas idênticas, ou minimamente alteradas, após a implantação do empreendimento, sendo necessário comprovar, por meio de estudos, que o impacto ambiental do empreendimento seja nulo. Não se encontra no LEED a mesma exigência de preservação das características ecológicas originais do local de implantação do empreendimento.

Um último ponto de correlação clara do LEED com o primeiro Imperativo do LBC é identificado no Critério 3.3 “Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat”. Esta exigência do LEED poderá ser cumprida segundo duas opções: uma, que diz respeito à proteção, e a outra, à restauração do habitat. A opção de restauração tem correlação com o primeiro Imperativo do LBC, no que diz respeito a gerar impactos ambientais positivos na ecologia local. Neste caso, o sistema LEED estabelece, inclusive, exigências mais objetivas que as do LBC, definindo, por exemplo, proporções de áreas que devem ser restauradas com vegetação nativa, para o cumprimento de tal exigência. No caso do LBC, a avaliação de impactos positivos na ecologia local é mais subjetiva que as do LEED, e sujeita às especificidades de cada empreendimento. Novamente, o LBC requer a comprovação do impacto positivo, por meio de estudos detalhados sobre as alterações que possam resultar do empreendimento, e suas consequências para a ecologia. O LEED não faz a mesma exigência.

Outra diferença entre os dois sistemas, nesse âmbito, é a referente à exigência, exclusiva do LBC, quanto à não utilização de pesticidas químicos ou outros produtos químicos derivados do petróleo, durante toda a operação e ciclo de vida do empreendimento.

5.1.2 Agricultura Urbana

O objetivo deste Imperativo é oferecer oportunidades à comunidade de contribuir na produção ou de ter acesso a alimentos frescos e saudáveis, cultivados localmente. Para atender a esta demanda, todos os projetos devem reservar parte da área total do empreendimento ao cultivo de alimentos, de acordo com o Transecto do local. O projeto pode, alternativamente, reduzir a área destinada ao cultivo, desde que ofereça oportunidades de acesso a alimentos cultivados

localmente à comunidade, por meio de feiras de produtores locais. A área a ser destinada ao cultivo deve estar de acordo com o constante no Quadro 4.

Quadro 4 – Porcentagem de área do projeto a ser destinada à produção de alimentos

Transecto	Apenas Cultivo	Cultivo e Acesso a Alimentos Produzidos Localmente
1	5%	2% + Acesso Semanal
2	20%	10% + Acesso Semanal
3	15%	7% + Acesso Semanal
4	10%	5% + Acesso Semanal
5	5%	2% + Acesso Semanal
6	2%	0% + Acesso Semanal

(Fonte: INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, adaptado pelo autor)

Os projetos não residenciais devem, também, prover acesso a alimentos a, pelo menos, 75% dos habitantes do local por, no mínimo, três dias, durante emergências. Já os projetos residenciais devem ser capazes de armazenar alimento por, no mínimo, duas semanas.

O Imperativo “Agricultura Urbana” não encontra correlação direta no sistema LEED, conforme indicado no Quadro 5, abaixo.

Quadro 5 – Correspondência entre o Imperativo 02 e Critérios da Certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
2 Agricultura Urbana	Não possui correspondência

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Não se encontra no sistema LEED qualquer exigência que corresponda ao segundo Imperativo do LBC, “Agricultura Urbana”. O estímulo à produção local e descentralização da produção e distribuição de alimentos, na verdade, é uma característica que diferencia o LBC da maioria dos demais sistemas de certificação.

O sistema global de produção de alimentos, como se tem hoje, privilegia grandes produtores, que fazem uso da economia de escala, o que lhes permite a redução de preços dos alimentos, como estratégia para conquistar o mercado. Estes grandes produtores aumentam sua produção, muitas vezes, às custas dos ecossistemas e comunidades dos locais onde implantam a sua atividade produtiva. Isto se dá com a exploração de áreas ainda disponíveis e uso massivo de pesticidas, assim como de outros produtos químicos, além de outras ações danosas ao meio-ambiente. No tocante ao aspecto social, tornam a vida no campo cada vez mais difícil para os produtores locais, que, incapazes de competir, são forçados a buscar alternativas de trabalho, muitas vezes deixando de produzir e oferecer alimentos.

As características do modelo atual de produção e distribuição em massa de alimentos o tornam absolutamente incompatíveis com os ideais do LBC, que, com as exigências deste Imperativo, busca incentivar modelos alternativos para o setor. O LEED, por sua vez, não possui Critérios relacionados ao tema.

5.1.3 Mudança do Habitat

Reconhecendo o impacto cada vez maior da atividade humana sobre os habitats naturais, este Imperativo objetiva contribuir para a proteção de áreas ameaçadas pelo ser humano, de modo a possibilitar, tanto a nossa convivência com outras espécies, como a sua própria sobrevivência.

Para atingir as demandas deste Imperativo, os projetos devem preservar, perpetuamente, uma área de terra, fora do local do projeto. Esta concessão poderá ocorrer via o *Living Future Habitat Exchange*¹ ou de organização *Land Trust*² aprovada. A área mínima desta terra a ser preservada é de 0,4 hectares, mesmo no caso de a área do projeto ser menor que essa. Para projetos ocupando área superior a este limite, a área a ser preservada deverá ser igual à área total do projeto.

O Imperativo “Mudança de Habitat” encontra um critério correlacionado no sistema LEED, conforme listado no Quadro 6, abaixo.

Quadro 6 – Correspondência entre o Imperativo 03 e Critérios da Certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
3. Mudança de Habitat	3.3 Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O objetivo do Critério listado é (USGBC, 2019):

- **3.3 Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat:** Preservar as áreas naturais existentes e restaurar áreas danificadas, de modo a proporcionar a preservação do nosso habitat e promover a biodiversidade.

¹ Programa operado pelo ILFI, em cooperação com organizações de conservação renomadas, com objetivo de orientar e auxiliar no cumprimento do Imperativo número 3 (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

² Land Trust é uma organização, sem fins lucrativos, que trabalha ativamente administrando ou empreendendo terras em regime de conservação ambiental, ou auxiliando na aquisição de terras para este fim.

Analisando o terceiro Imperativo, “Mudança de Habitat”, do LBC em termos de correlação com os critérios do LEED, há uma correlação direta, no tocante ao Critério 3.3 “Desenvolvimento do Terreno – Proteção ou Restauração do Habitat”. Vale notar que o critério LEED oferece duas alternativas para obtenção dos créditos e apenas a alternativa ligada à proteção do Habitat apresenta alguma correlação com o Imperativo 03 do LBC.

Com o intuito de diminuir os impactos causados pelo desenvolvimento da sociedade humana sobre os ecossistemas naturais, ambas as certificações fazem referência à necessidade de prestar apoio a organizações habilitadas a manter terras de preservação de habitat.

Conforme já mencionado, no caso do LBC, este apoio é dado por meio do comprometimento em preservar perpetuamente, às expensas do empreendedor, uma área equivalente à área do projeto. Já, no LEED, o apoio é financeiro, com o pagamento de 4 dólares estadunidenses (US\$), por metro quadrado da área total do terreno do projeto. Além disso, de acordo com o estabelecido pelo LBC, deverá ser preservada, perpetuamente, uma área de, no mínimo, 0,4 hectares, independentemente do tamanho do projeto. No LEED, não há definição de um mínimo a ser doado.

Outra diferença fundamental é que, no LBC, esta compensação é obrigatória, enquanto, no LEED, é possível obter pontuação máxima no Critério 3.3 (2 pontos), por meio de outra alternativa. Esta outra alternativa é mencionada no âmbito do Imperativo 01 e possui correlação direta com uma das exigências deste. Isto significa que um projeto certificado pelo LEED, mesmo que com pontuação máxima, dificilmente cumpriria as exigências de ambos os Imperativos do LBC.

5.1.4 Vida em Escala Humana

O objetivo do Imperativo “Vida em Escala Humana” é contribuir para a criação de comunidades orientadas para pedestres, com grande foco em modais ativos de transporte, como caminhadas e deslocamento com bicicleta, reduzindo drasticamente, assim, a dependência de veículos consumidores de combustíveis fósseis.

Para cumprir este Imperativo, todos os projetos devem manter, ou elevar, a densidade do local onde estão inseridos, a fim de diminuir as distâncias entre os pontos de interesse e aumentar o incentivo aos meios de transportes ativos. Além disso, todos os projetos, com exceção de residências unifamiliares, devem cumprir a lista de requerimentos listados abaixo:

- Ser construído em uma escala humana, adequada para o bairro/região em que está inserido;
- Prover pontos de encontro, para que os moradores possam se encontrar e se conectar à comunidade local;
- Prover espaços suficientemente seguros e protegidos do clima, para meios de transportes ativos, como armários de armazenamento, para encorajar o uso de bicicletas;
- Disponibilizar, pelo menos, duas estações de recarga de veículos elétricos, ou uma a cada 30 vagas, o que for maior;
- Minimizar áreas de estacionamento impermeáveis, para não mais que 20% (no caso dos transectos 1-3), 15% (para o transecto 4), 5% (para o transecto 5) e 0% (para o transecto 6) da área total do projeto. Além disso, deve assegurar que quaisquer duas áreas de estacionamento que forem maiores que 20m x 30m sejam separadas por áreas verdes.

Além das exigências elencadas acima, todos os projetos, com exceção daqueles destinados a residências unifamiliares, devem cumprir uma das duas exigências a seguir:

- Reduzir o número de viagens de passageiro único, assim como de viagens que utilizam veículos movidos a combustíveis fósseis em, pelo menos, 30%;
- Implementar, pelo menos, 4 das 6 boas práticas listadas abaixo:
 - Aperfeiçoamento de rotas de pedestres, incluindo estruturas para protegê-los do clima;
 - Estímulo a modais de transportes ativos e transporte público;
 - Subsidiar o transporte público;
 - Coordenar e estimular esquemas de compartilhamento de viagens;
 - Proporcionar acesso a compartilhamentos de viagens subsidiados ou a veículos híbridos/elétricos;
 - Levantar, regularmente, o número de viagens de passageiro único, em veículos de combustível fóssil.

No caso das residências unifamiliares (em todos os transectos), os projetos devem ser orientados a minimizar os impactos associados a transporte, estimulando o uso de modais ativos e de transporte público, bem como o compartilhamento de viagens (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Vida em Escala Humana” pode ser comparado a cinco Critérios correlacionados, no sistema LEED, listados no Quadro 7, abaixo.

Quadro 7 – Correspondência entre o Imperativo 04 e Critérios da Certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
4. Vida em Escala Humana	2.4 Densidade do Entorno e Usos Diversos
	2.5 Acesso a Transporte de Qualidade
	2.6 Instalações para Bicicletas
	2.7 Redução da Área de projeção do estacionamento
	2.8 Veículos Verdes

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os Critérios listados têm por objetivo (USGBC, 2019):

- **2.4 Densidade do Entorno e Usos Diversos:** Preservar a terra e proteger as terras agrícolas e o habitat de vida animal, por meio do incentivo a empreendimentos em áreas com infraestrutura já existente e que promovam: a locomoção a pé; a eficiência dos sistemas de transporte; a redução das distâncias percorridas por veículos; e avanços na saúde pública, incentivando atividades físicas diárias;
- **2.5 Acesso a Transporte de Qualidade:** Incentivar a implantação de empreendimentos em locais que demonstrem ter opções de transporte multimodal ou que incentivem o uso reduzido de veículos motorizados, reduzindo, portanto, as emissões de gases do efeito estufa, a poluição atmosférica e outros prejuízos ambientais e à saúde pública, associados ao uso de veículos motorizados;
- **2.6 Instalações para Bicicletas:** Possibilitar locomoção em bicicletas, de modo a aumentar a eficiência dos transportes e reduzir a distância percorrida por veículos. Aprimorar a saúde pública, incentivando atividades físicas utilitárias e recreativas;

- **2.7 Redução da Área de Projeção do Estacionamento:** Minimizar os prejuízos ambientais associados às áreas destinadas a estacionamento, de modo a reduzir a dependência de automóveis e a possibilitar a absorção de água da chuva;
- **2.8 Veículos Verdes:** Reduzir a poluição, promovendo alternativas aos automóveis movidos a combustíveis convencionais.

Analisando o último Imperativo da Pétala do Lugar, do LBC, e comparando-o ao sistema de certificação LEED, foram verificadas diversas semelhanças entre os sistemas. O Critério 2.4, do LEED, ressalta a importância de se desenvolver novos empreendimentos em lugares previamente ocupados, que já contem com infraestrutura e que possibilitem fácil acesso a pontos de interesse. Para novas construções, esse Critério define densidades mínimas, de acordo com o tipo e local do empreendimento, ou oferece a opção de cumprir a exigência pela criação de um número significativo de pontos de interesse, dentro de uma distância de 800 metros. Neste quesito, o LBC determina que todos os projetos devem elevar ou, no mínimo, manter a densidade do local onde os empreendimentos serão implantados. Aqui, nota-se uma diferença fundamental: os dois sistemas parecem buscar a densificação e proximidade de pontos de interesse, embora de maneiras diferentes. Enquanto o LEED se preocupa com a densidade mínima do local, para um dado projeto, o LBC lembra a necessidade de que o projeto venha a contribuir no processo de densificação do local onde será implantado.

O Critério 2.5, do LEED, também apresenta correlação com o quarto Imperativo do LBC. Desta vez, a exigência diz respeito à disponibilidade de opções de transporte, assim como de facilitação dos transportes ativo e coletivo. Para o caso de novas construções, o LEED estabelece distâncias máximas até pontos de coleta de grupos de carona ou de transporte público, de acordo com o modal. Além disso, também estabelece uma frequência mínima de viagens, que devem estar disponíveis nestas localidades. O LBC se mostra mais flexível quanto às exigências, no tocante ao transporte público, colocando esta alternativa como uma opção adicional para a redução de viagens realizadas com o emprego de veículos movidos a combustíveis fósseis, redução esta que se constitui em uma das principais intenções do Imperativo.

O Critério 2.6, do LEED, “Instalações para Bicicletas”, também possui correlação com o Imperativo 04. Para cumprir este Critério do LEED, o empreendimento deverá oferecer instalações adequadas para o estacionamento de bicicletas, além de disponibilizar acesso a

chuveiros e vestiários, de acordo com o número de ocupantes, no horário de pico, que requeiram o seu uso na edificação. O LBC possui exigências semelhantes neste quesito, exigindo que os empreendimentos possuam instalações seguras e suficientes para bicicletas ou outros veículos de transporte ativo.

O Critério 2.7, “Redução da Área de Projeção do Estacionamento”, também encontra paralelo no LBC. Ambas as certificações procuram reduzir, tanto os espaços destinados a estacionamento, como as áreas impermeáveis. Neste ponto, as exigências são semelhantes, diferenciando-se, no entanto, pelas fontes dos parâmetros de referência para redução das áreas de estacionamento, para cada projeto. Uma diferença importante está no limite de 20x30 m, estabelecido pelo LBC, para áreas de estacionamento contínuas. Não há o estabelecimento de uma exigência semelhante para o Critério do LEED.

O último paralelo com o quarto Imperativo do LBC está associado com o Critério 2.8, “Veículos Verdes”, do LEED. Com exigências semelhantes, os dois sistemas de certificação estudados requerem que parte das vagas de estacionamento apresentem estações de recarga para veículos elétricos. O LBC exige que uma, a cada 30 vagas de estacionamento, possuam tais características, com um limite mínimo de duas. No caso do LEED, a exigência é de, no mínimo, 2% das vagas deste tipo, além de estabelecer um mínimo de 5% das vagas ao estacionamento prioritário para veículos classificados como verdes, pela classificação anual veicular, do *American Council for an Energy Efficient Economy – ACEEE* (Conselho Americano para uma Economia de Eficácia Energética), ou um equivalente local, para projetos fora dos EUA.

Mesmo com todas as correlações encontradas, no âmbito deste Imperativo, há ainda uma diferença fundamental entre os sistemas. Apesar de apresentarem propostas semelhantes, para abordar o problema da dependência de veículos, o LBC requer, também aqui, a necessidade de comprovação de que o Imperativo em questão esteja sendo alcançado durante a operação do empreendimento. Uma das opções para cumprir o Imperativo, neste quesito, é que seja comprovada uma redução de 30% do número de viagens empreendidas com o uso de veículos movidos à base de combustíveis fósseis, de acordo com parâmetros ligados à região e à tipologia do empreendimento.

5.2 PÉTALA DA ÁGUA

A intenção da segunda Pétala do *Living Building Challenge* 4.0 é reavaliar o valor conferido pelas pessoas à água. Para tanto, a Pétala faz referência à energia e produtos químicos associados ao ciclo de uso da água e, também, identifica a água descartada após o uso, como um recurso valioso.

A escassez de água é um problema sério, com muitas nações ao redor do mundo padecendo de falta de água, devido às mudanças climáticas. Até mesmo lugares que se destacaram historicamente pela abundância de água estão enfrentando tais riscos: o impacto das mudanças climáticas, padrões de uso insustentáveis e a contínua diminuição dos volumes dos aquíferos naturais identificam um grande desafio à frente. A solução pode ser a criação de ciclos de uso da água em menor escala, com tratamento local e adequados à sua disponibilidade da região.

O LBC enxerga um futuro onde todos os projetos venham a ser elaboradas com base nas capacidades dos locais onde serão desenvolvidos, de modo a atender às necessidades das populações, sem desrespeitar a hidrologia natural local. Atualmente, práticas que incentivam o uso da água de acordo com os ecossistemas locais são, frequentemente, consideradas ilegais, devido a regulamentações de saúde e uso da terra (muitas vezes na forma de propriedade não democrática sobre os direitos de uso da água). Portanto, alcançar o ideal de uso da água significa desafiar as ultrapassadas práticas e tecnologias, partindo para soluções baseadas em escalas menores e mais eficientes. (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala possui dois Imperativos, referidos a seguir.

5.2.1 Uso Responsável da Água

O objetivo deste Imperativo é encorajar os projetos a tratarem a água como um recurso precioso, reduzindo, desta maneira, o desperdício e o uso de água potável, além de reduzir o impacto negativo e a poluição gerada pelo descarte da água utilizada.

Para cumprir este Imperativo, os projetos não podem usar água potável para irrigação, e precisam comprovar um uso de água potável inferior a projetos de mesma escala e tipologia, na mesma região, segundo as seguintes taxas:

- Novas construções: 50%;

- Construções existentes e interiores: 30%.

Os projetos devem tratar toda a água coletada da chuva no próprio local do empreendimento, por meio de mecanismos naturais ou mecânicos, e sem o uso de produtos químicos, assim como gerenciar toda a água da chuva, com base nos níveis de hidrologia anteriores à realização do projeto, e nas condições atuais da ecologia, ambos determinados por profissional qualificado. Todos os projetos com sistema de descarte de esgoto, combinado ou numa planície de inundação, devem construir meios de barrar a água da chuva, a fim de evitar carregamento de materiais para fora do local do empreendimento (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Uso Responsável da Água” pode ser relacionado a nove Critérios no sistema LEED, listados no Quadro 8, abaixo.

Quadro 8 – Correspondência entre o Imperativo 05 e Critérios da Certificação LEED

LBC	Critérios LEED
5 Uso Responsável da Água	3.5 Gestão de Águas Pluviais
	4.1 Redução do Uso de Água do Exterior (Pré-Requisito)
	4.2 Redução do Uso de Água do Interior (Pré-Requisito)
	4.3 Medição de Água do Edifício (Pré-Requisito)
	4.4 Redução do Uso de Água Exterior
	4.5 Redução do Uso de Água do Interior
	4.7 Medição de Água
	5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação (Pré-Requisito)
	5.5 Comissionamento Avançado

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **3.5 Gestão de Águas Pluviais:** Reduzir o volume de escoamento superficial e melhorar a qualidade da água, replicando a hidrologia natural e o balanço hídrico do terreno, com base em condições históricas e ecossistemas não desenvolvidos na região;
- **4.1 Redução do Uso de Água do Exterior (Pré-Requisito):** Reduzir o consumo de água externo;

- **4.2 Redução do Uso de Água do Interior (Pré-Requisito):** Reduzir o consumo de água do interior;
- **4.3 Medição de Água do Edifício:** Apoiar a gestão da água e identificar oportunidades de economias adicionais de água, rastreando o consumo de água;
- **4.4 Redução do Uso de Água Exterior:** Reduzir o consumo de água externo;
- **4.5 Redução do Uso de Água do Interior:** Reduzir o consumo de água do interior;
- **4.7 Medição de Água:** Apoiar a gestão da água e identificar oportunidades de economias adicionais de água, rastreando o consumo de água;
- **5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação:** Direcionar o projeto, construção e operação de um empreendimento, no sentido de atender aos requisitos estabelecidos, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;
- **5.5 Comissionamento Avançado:** Apoiar, adicionalmente, ao projeto, construção e operação de um empreendimento de modo a atender aos requisitos de projeto, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;

O quinto Imperativo do LBC, “Uso Responsável da Água”, encontra diversas correlações com exigências do sistema LEED. A começar pelo Critério 3.5, do LEED, que trata do escoamento das águas pluviais sobre o terreno do empreendimento. Para atingir a pontuação máxima neste Critério do LEED, o empreendimento precisa garantir que, após a sua implementação no local, o escoamento superficial ocorrerá de forma semelhante à forma como ocorria antes de sua implementação. O LBC, por sua vez, vai além, exigindo, também, que o projeto trate toda a água proveniente da chuva, no próprio local.

O Pré-requisito 4.1, assim como o Critério 4.4, do LEED, aborda a eventual necessidade de irrigação no empreendimento. Caso haja tal necessidade, o LEED propõe como meta uma redução de 50% no uso de água utilizada para irrigação em comparação a empreendimentos semelhantes. Para tanto, é sugerido que haja uma seleção das espécies de plantas a serem empregadas no paisagismo, assim como uma preparação adequada do terreno onde este será implantado. No caso do LBC, além da redução do uso de água para irrigação, esta deve ser realizada sem o uso de água potável, ou seja, somente com águas de reuso.

O Pré-requisito 4.2, assim como o Critério 4.4, do LEED, trata da redução do uso de água no interior da habitação. O Pré-requisito do LEED determina que a redução deva ser de, ao menos, 20%, em comparação com referenciais de mesmas características. Já, para alcançar o Critério 4.4 em sua pontuação máxima, o empreendimento deve apresentar uma redução de 50% no consumo de água. O LBC define, de maneira imperativa, que a redução deve ser de, ao menos, 50%, em relação a referenciais ocorrentes na mesma região e de mesma tipologia.

O Pré-requisito 4.3 e o Critério 4.7 do LEED estão relacionados à necessidade de medição e monitoramento constantes do uso da água. Apesar de não fazer menção direta a esta necessidade, no âmbito do Imperativo 05, o LBC tem, como regra, a exigência de comprovação de atendimento de suas exigências por, ao menos 12 meses de operação do empreendimento.

Por fim, o Pré-requisito 5.1 e o Critério 5.5, do LEED, fazem referência ao licenciamento de práticas e processos utilizados durante o projeto, construção e eventual operação do empreendimento, para garantir que atendam aos requisitos de projeto associados ao empreendimento e relacionados a energia, água, qualidade ambiental interna e durabilidade. Não se referem, portanto, especificamente ao assunto água, mas devem ser citados aqui.

5.2.2 Fluxo Positivo de Água

O objetivo deste Imperativo é que os projetos funcionem em harmonia com o local onde estão inseridos, em termos do uso e descarte da água. Para atingir este objetivo, todos os projetos devem ser capazes de suprir completamente as suas necessidades de água potável, por meio de captação de águas pluviais, ou outras formas sustentáveis de aproveitamento de água. Também, caso seja necessária a purificação da água, esta deve ser realizada sem o uso de produtos químicos. Além disso, os projetos devem garantir que nenhuma quantidade de água potável seja utilizada para fins que não requeiram tal nível de qualidade, ou seja, para os quais a utilização de água não potável atenderia às necessidades.

O LBC, no entanto, estabelece algumas exceções para suas exigências. No caso de a água captada não ser adequada para todas as necessidades do empreendimento, mesmo após todos os tratamentos a que venha a ser submetida, uma conexão ao sistema municipal de abastecimento de água é permitida. Outra possível exceção, que tornaria o projeto elegível para conexão com o sistema municipal, é a proibição do tratamento *in loco*, quando assim estabelecido na legislação local.

Outra exigência deste Imperativo é que o empreendimento trate toda a água residual, de acordo com a sua origem, no local. “Águas cinzas”, ou seja, águas provenientes de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar, devem fazer parte de um ciclo de reutilização local. Para “Águas Negras”, ou seja, aquelas provenientes de sanitários, deve-se optar por sistemas de infiltração local, após os devidos tratamentos requeridos para tal destinação final. Projetos impedidos de tratar e gerenciar os resíduos no local podem fazer uso de *Handprinting*³, dentro da mesma bacia hidrográfica, como opção ao cumprimento deste Imperativo.

Por fim, é necessário que todos os projetos sejam capazes de armazenar água localmente, suficiente para o consumo de seus ocupantes por, pelo menos, uma semana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Fluxo Positivo da Água” não encontra correlação direta no sistema LEED, conforme se pode verificar no Quadro 9, abaixo.

Quadro 9 – Correspondência entre o Imperativo 06 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
6. Fluxo Positivo da Água	Não possui correspondência

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O LBC visa um empreendimento que se harmonize completamente com o ecossistema local em sua utilização e descarte da água. Para tanto, o LBC exige que toda a água utilizada pelo empreendimento seja proveniente de fontes naturais e/ou de reutilização, salvo exceções pontuais mencionadas. Esta exigência não encontra paralelos no LEED. A exigência quanto ao tratamento *in loco*, de toda a água utilizada, do LBC, também não encontra paralelo no LEED. Sendo estas as principais exigências do Imperativo 06, pode-se dizer que as mesmas não encontram correspondência com as exigências do LEED.

5.3 PÉTALA DA ENERGIA

A terceira Pétala do *Living Building Challenge* busca incentivar o emprego de fontes de energia renováveis, de modo a possibilitar que os empreendimentos operem de forma contínua, de modo a minimizar emissões gasosas e a geração de outros resíduos poluentes. Além disso, esta

³ *Handprinting*: Medida utilizada para expressar o impacto positivo que um produto poderá causar, ao longo de seu ciclo de vida, como, por exemplo, coletar mais água do que a requerida pelo empreendimento, e gerar mais energia do que a necessária para produzi-la (ILFI, 2019, tradução nossa).

Pétala prioriza a eficiência energética, tanto no que concerne à redução de desperdícios de energia, quanto a um melhor emprego de recursos e capital.

Atualmente, o consumo de energia em edificações é maior do que em qualquer outro uso final. A maior parte desta energia é originária de fontes não renováveis, tais como carvão, óleo, gás e energia nuclear, frequentemente, também, comprometendo a qualidade ambiental local. Por outro lado, a geração de energia hidrelétrica, em larga escala, apesar de mais limpa que as demais, causa grande impacto sobre o ecossistema local onde está localizada. A combustão de biomassa para geração de energia, caso não associada ao cultivo de florestas com manejo sustentável, com fixação de carbono em nível equivalente àquele emitido pela queima da biomassa, também se constitui em fonte de poluição da atmosfera. Os impactos combinados destas fontes de energia são cada vez mais evidentes, com contínuos aumentos na emissão de carbono, resultando em mudanças climáticas, que ameaçam a segurança e a prosperidade de comunidades no mundo todo.

A Pétala da energia visa estabelecer um novo paradigma de relacionamento do ser humano com a energia, de maneira que os lugares em que vivemos, trabalhamos e passamos o tempo livre, tornem-se catalisadores de um futuro saudável e resiliente.

O LBC visa um mundo com infraestrutura energética descentralizada e resiliente, de modo a não depender de outras fontes que as renováveis. Um grande desafio para o alcance de tal objetivo está no custo envolvido, devido a barreiras regulatórias, que perpetuam o uso de combustíveis fósseis. Para, de fato, alcançar os benefícios decorrentes do emprego de energia limpa, deveremos, com urgência, interromper o uso dos combustíveis fósseis. O armazenamento de energia, seja na forma de baterias, ou de outros recursos tecnológicos, também contribuirão para que nossas comunidades utilizem energia de forma mais eficiente, com um maior emprego da energia produzida localmente, criando uma rede energética, que independa do uso de combustíveis fósseis. (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala possui 2 Imperativos, abordados a seguir.

5.3.1 Energia + Redução de Emissões de Carbono

Neste Imperativo, o objetivo é que a energia seja tratada como um recurso precioso e que as emissões de carbono, relacionadas ao uso de energia, sejam minimizadas ao máximo. Para atingir este objetivo, é necessário que todos os empreendimentos reduzam significativamente a quantidade de carbono emitido, tendo por referência outros projetos existentes, em condições

similares, em termos de clima, tamanho, uso e ocupação, onde esta otimização já tenha sido alcançada. Além disso, os empreendimentos deverão observar o constante no Quadro 10, abaixo.

Quadro 10 – Performance de energia e limites da combustão

	Nova edificação	Edificação existente	Interior
Performance de energia necessária	70% de redução, comparativamente a uma edificação semelhante	50% de redução, comparativamente a uma edificação semelhante	35% de redução, comparativamente a uma edificação semelhante
Limites de combustão	Não permitido	Permitido para sistemas HVAC	
Renováveis	Deve ser empregada no local, para se beneficiar das eficiências acima		

(Fonte: INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, adaptado pelo autor)

Os projetos deverão medir a energia consumida. Construções novas ou existentes deverão demonstrar ter alcançado uma redução de 20%, em relação às emissões de carbono associadas à produção de materiais primários, de um edifício similar, de referência. O interior da edificação deve ser construído com materiais cuja produção tenha resultado em uma quantidade de carbono menor que a média dos materiais produzidos pelas indústrias, que se insiram em sua categoria.

Todos os projetos deverão ter como meta o “zero consumo”, com o emprego de estratégias, tais como: projetar áreas com instalações que possibilitem a recarga de veículos elétricos, ou instalações de sistemas geradores de energia, em base renovável (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Energia + Redução de Carbono” pode ser relacionado a cinco Critérios no sistema LEED, listados no Quadro 11, abaixo.

Quadro 11 – Correspondência entre o Imperativo 07 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
7. Energia + Redução de Carbono	5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação (Pré-Requisito)
	5.2 Desempenho Mínimo de Energia (Pré-Requisito)
	5.5 Comissionamento avançado
	5.6 Otimização do Desempenho Energético
	6.3 Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios LEED listados são (USGBC, 2019):

- **5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação:** Direcionar o projeto, construção e operação de um empreendimento, no sentido de atender aos requisitos estabelecidos, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;
- **5.2 Desempenho Mínimo de Energia:** Reduzir os impactos ambientais e econômicos associados ao uso excessivo de energia, de modo a alcançar um nível otimizado de eficiência energética para o edifício e seus sistemas;
- **5.5 Comissionamento Avançado:** Apoiar, adicionalmente, ao projeto, construção e operação de um empreendimento de modo a atender aos requisitos de projeto, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;
- **5.6 Otimização do Desempenho Energético:** Visar níveis crescentes de desempenho energético, além dos estabelecidos em norma, de modo a minimizar eventuais prejuízos ambientais e econômicos associados ao uso excessivo de energia;
- **6.3 Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício:** Incentivar o reuso, bem como otimizar o desempenho ambiental, de produtos e materiais.

No Imperativo 07, do LBC, são encontradas diversas aproximações ao que é disposto na certificação LEED. A primeira delas ocorre pela semelhança entre os objetivos 5.1 (pré-requisito) e 5.5 (crédito), acima citados, e exigências constantes no Imperativo 07, que tratam do aspecto energético do projeto.

Os Critérios 5.2 (pré-requisito) e 5.6 (crédito), da certificação LEED, tratam do desempenho energético do empreendimento. Para atingir a pontuação máxima, de 18 pontos, neste quesito, novas construções devem apresentar uma redução no consumo de energia de, pelo menos, 50% relativamente a níveis de referência. O Imperativo do LBC vai além e exige que esta redução seja de, ao menos 70%, para tais empreendimentos.

Uma das alternativas para pontuar no Critério 6.3, do LEED, é a comprovação de redução de, pelo menos, 10% das emissões de CO₂, em todo o ciclo de vida da construção, em comparação a uma construção de referência. Esta exigência possui correlação com a exigência do LBC, de, ao menos, 20% de redução, na mesma direção, do carbono incorporado nos materiais primários

do projeto. No entanto, trata-se apenas de uma, dentre as diversas alternativas para o cumprimento do Critério do LEED.

5.3.2 Fluxo Positivo de Carbono

O objetivo deste Imperativo é incentivar o desenvolvimento de tecnologias e o uso de energias renováveis e livres de emissões de carbono, de modo a minimizar os impactos negativos resultantes do uso de combustíveis fósseis, que contribuam para os impactos contribuintes para mudanças climáticas. Para atingir este objetivo, todos os empreendimentos devem ser capazes de prover 105% da energia utilizada anualmente, por meio de sistemas geradores de energia renovável, e sem o uso de combustão.

Todos os projetos, com exceção daqueles associados a residências unifamiliares, devem medir e acompanhar o uso de energia, por categoria de uso. No caso das residências unifamiliares, estas devem desenvolver métodos para melhor permitir a compreensão e aprimorar o uso de energia oriunda de fontes de baixo impacto ambiental.

De modo a atingir os requerimentos deste Imperativo, todos os projetos devem compensar suas emissões de CO₂, incluindo aquelas associadas à energia utilizada durante o processo de construção, por meio da utilização de materiais sequestradores de carbono, e/ou via uma compra de reservas de carbono, de um provedor certificado pelo ILFI. Por fim, os projetos devem ser capazes de contribuir, como base de apoio à comunidade local, em casos de desastres. Para este fim, devem ser capazes de armazenar a energia necessária às edificações por, pelo menos, uma semana (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Fluxo Positivo de Carbono” encontra correspondência em quatro Critérios do sistema LEED, como listado no Quadro 12, abaixo.

Quadro 12 – Correspondência entre o Imperativo 08 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
8. Fluxo Positivo de Carbono	5.3 Medição de Energia do Edifício (Pré-Requisito)
	5.7 Medição Avançada de Energia
	5.9 Produção de Energia Renovável
	5.11 Energia Verde e Compensações de Carbono

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **5.3 Medição de Energia do Edifício:** Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de economias adicionais de energia, rastreando o uso de energia no edifício;
- **5.7 Medição Avançada de Energia:** Apoiar a gestão de energia, e identificar oportunidades de economias adicionais de energia, rastreando o uso de energia no edifício e nos sistemas;
- **5.9 Produção de Energia Renovável:** Reduzir os impactos ambientais e econômicos associados à energia oriunda de combustíveis fósseis, aumentando o autoabastecimento com energia renovável;
- **5.11 Energia Verde e Compensações de Carbono:** Incentivar a redução de emissões de gases do efeito estufa, com o uso de energia proveniente da rede, tecnologias de energia renovável e projetos de mitigação de carbono.

O oitavo Imperativo do LBC, “Fluxo Positivo de Carbono”, vai ao encontro de seu objetivo de desenvolver projetos regenerativos e com impacto ambiental próximo de zero. Dentre as suas exigências, o LBC requer que os empreendimentos gerem o equivalente a 105% de toda a energia necessária para sua operação, a partir de fontes renováveis. O Critério 5.11, do sistema de certificação LEED, que trata de geração de energia verde e compensações de carbono, por sua vez, estabelece que 100% da energia utilizada no empreendimento seja proveniente de fontes energéticas verdes. Esta geração não precisa, necessariamente, ocorrer toda *in loco*, como requerido pelo LBC, mas o fornecimento deverá ser originário de fontes com certificação ambiental. O Critério 5.9, do LEED, exige, apenas, que parte da energia utilizada seja produzida *in loco*. Esta exigência, no entanto, poderá ser atendida se 10% da energia, em termos do custo total da energia consumida, for gerada localmente.

Os Critérios 5.3 (pré-requisito) e 5.7 (crédito), do LEED, se referem à necessidade de medição da energia consumida no empreendimento, durante a sua operação, a fim de identificar, inclusive, possíveis oportunidades de economias adicionais. Para cumprir o Critério 5.7, de modo a obter pontuação máxima no LEED, é requerido que sejam instalados medidores de consumo energético no empreendimento, de modo a possibilitar identificar o consumo de energia elétrica, em seus diversos pontos de consumo, assim como, e particularmente, nos aparelhos que, individualmente, consomam mais de 10% da energia total. Exigências semelhantes de medição também são requeridas pelo LBC.

O Imperativo 08, do LBC requer, ainda, que todas as emissões de carbono associadas aos materiais de construção, incluindo a gerada na manufatura, transporte e na construção, sejam compensadas com o emprego de materiais sequestradores de carbono e/ou via compra de créditos de carbono de uma instituição certificada pelo ILFI. Esta exigência não encontra paralelo no sistema LEED. Uma última exigência do LBC, que também não possui paralelo no LEED, é a de que o projeto se constitua em referência, no tocante à resiliência a desastres. Neste particular, o LBC exige que o empreendimento comprove poder se manter autossuficiente em energia, por pelo menos uma semana, com o emprego de baterias e outras formas de armazenamento, de modo tal, inclusive, a vir a se constituir em base de apoio à comunidade local, em casos extremos.

5.4 PÉTALA DA SAÚDE E FELICIDADE

A Pétala da Saúde e Felicidade busca criar espaços saudáveis, que permitam que todas as espécies prosperem, ao conectar pessoas à natureza e assegurar que todos os espaços internos do empreendimento sejam providos de ar de boa qualidade e tenham acesso à luz natural.

Muitos ambientes não proporcionam as desejáveis condições de saudabilidade, e mais de 50% dos trabalhadores em escritórios não têm acesso à luz do dia. Pesquisas indicam que níveis adequados de conexão das pessoas com a natureza tem relação direta com sua produtividade, criatividade, e habilidade de lidar com o stress. Assegurar ambientes saudáveis não se resume, tão somente, a oferecer tais condições no momento em que estes estão abertos, mas requer um contínuo monitoramento e proatividade, para garantir que eventuais alterações nos sistemas, ao longo do tempo, não comprometam a saúde das pessoas.

O LBC busca proporcionar um próspero, altamente produtivo e saudável ambiente construído, onde todos os seus usuários possam usufruir de ar fresco, luz solar, vistas para o exterior, e que possam, assim, conectar-se ao clima, estações e momento do dia. No entanto, mesmo as melhores soluções requerem engajamento dos usuários e proprietários das edificações. Para que as construções sejam verdadeiramente saudáveis ao longo do tempo, é necessário que este engajamento seja mantido por ambas as partes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala possui três Imperativos, apresentados a seguir.

5.4.1 Ambiente Interior Saudável

O objetivo deste Imperativo é promover ambientes com boa qualidade de ar e uma atmosfera saudável, de maneira geral, para os ocupantes. Para atingir este objetivo, todos os projetos

devem cumprir os requerimentos abaixo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- Adequar-se à versão atual da ASHRAE 62⁴, com orientações relativas à manutenção de padrões aceitáveis para sistemas de ventilação, ou a algum equivalente internacional;
- Proibir o fumo, em qualquer ambiente interno, ou com pouca circulação de ar, assim como a, pelo menos, 7,62 metros de qualquer entrada de ar na edificação, particularmente das aberturas para ventilação;
- Desenvolver um projeto voltado à saudabilidade dos ambientes internos, específico para a tipologia e local da edificação. O plano deve conter protocolos para limpeza e de prevenção de emissões de partículas e toxinas, e que contemple, pelo menos, uma forma de entrada de ar que melhore sua qualidade;
- Disponibilizar vistas para o exterior e acesso à luz solar a, pelo menos, 75% dos espaços regularmente ocupados;
- Prover exaustores de ar para cozinhas, banheiros e áreas de serviço.

O Imperativo “Ambiente Interno Saudável” encontra sete Critérios a ele correlacionados, no sistema de certificação LEED, listados no Quadro 13, abaixo.

Quadro 13 – Correspondência entre o Imperativo 09 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
9. Ambiente Interno Saudável	5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação (Pré-Requisito)
	5.5 Comissionamento Avançado
	7.1 Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior (Pré-Requisito)
	7.2 Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco (Pré-Requisito)
	7.3 Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior
	7.9 Luz Natural
	7.10 Vistas de Qualidade

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

⁴ ASHRAE 62 é um conjunto de normas técnicas, publicadas originalmente em 1973, como um guia com orientações para melhorar a qualidade do ar interno em edificações existentes (ASHRAE, 2021, tradução nossa).

- **5.1 Comissionamento Fundamental e Verificação:** Direcionar o projeto, construção e operação de um empreendimento, no sentido de atender aos requisitos estabelecidos, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;
- **5.5 Comissionamento Avançado:** Apoiar, adicionalmente, ao projeto, construção e operação de um empreendimento de modo a atender aos requisitos de projeto, no que concerne à energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade;
- **7.1 Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior:** Contribuir para o conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício, estabelecendo padrões mínimos para a qualidade do ar interior (QAI);
- **7.2 Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco:** Evitar ou minimizar a exposição de ocupantes da edificação, superfícies internas e sistemas de distribuição do ar e de ventilação, à fumaça de tabaco;
- **7.3 Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior:** Promover o conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes, melhorando a qualidade do ar interior;
- **7.9 Luz Natural:** Estabelecer a conexão dos ocupantes da edificação à área externa, de modo a reforçar o ritmo circadiano, além de reduzir o uso de iluminação artificial, por meio da criação de aberturas adequadas ao ingresso da luz natural nos espaços interiores;
- **7.10 Vistas de Qualidade:** Possibilitar aos ocupantes da edificação uma conexão ao ambiente externo natural, oferecendo vistas de qualidade.

O Imperativo 09, do LBC, permite identificar uma série de correlações relativamente aos acima descritos, no LEED. O Critério 7.1, do LEED, que trata das exigências mínimas quanto à qualidade do ar interior, é bastante semelhante à exigência do LBC, ao exigir o cumprimento das normas da ASHRAE 62, ou equivalente.

No que se relaciona ao controle da fumaça de tabaco, ambos os sistemas são bastante rigorosos. Tanto no Imperativo 09, do LBC, como no Critério 7.2, do LEED, fica estabelecida a proibição

da contaminação com fumaça, tanto dos ambientes internos, como dos externos, impedindo-se o fumo até uma distância de, ao menos, 25 pés (7,62m), de qualquer entrada de ar da edificação.

Uma outra exigência do Imperativo 09, do LBC, é que seja desenvolvido um plano, específico para o tipo e local do empreendimento, com o objetivo de impedir a contaminação por toxinas e partículas aéreas na edificação. O sistema LEED, por meio do Critério 7.3, faz exigências semelhantes, quanto aos sistemas de entrada de ar, no sentido de serem filtradas as partículas indesejadas.

No tocante ao acesso à luz natural e vistas para a paisagem exterior, o LBC exige que, ao menos, 75% dos espaços normalmente ocupados permitam desfrutar de tais condições. Para conquistar a pontuação máxima, nos Critérios 7.9 e 7.10, do LEED, o empreendimento deve possibilitar o atendimento à mesma exigência, de, pelo menos, 75% dos espaços normalmente ocupados terem acesso à luz natural e vista para a paisagem exterior.

O par de Critérios, de mesma finalidade, 5.1 e 5.5, do LEED, também mencionado aqui, visa o licenciamento de práticas, assim como do processo, para garantir que as mesmas estejam alinhadas com os requisitos do projeto, inclusive no tocante à qualidade ambiental interna.

O Imperativo 09, do LBC, encontra paralelos bastante claros com os Critérios constantes no sistema LEED, no sentido de atendimento à maior parte de suas exigências. Neste caso, as duas certificações possuem níveis de exigência semelhantes.

5.4.2 Performance do Ambiente Interno

O Imperativo 10 visa estimular a busca por uma alta qualidade de ar e por uma condição geral de saudabilidade do ambiente interno. Para atingir a performance requerida para tanto, todos os projetos devem (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- Disponibilizar resultados de testes da qualidade do ar interno, entre 1 e 6 meses após a ocupação da edificação, ou dispor de um sistema de monitoramento contínuo da qualidade do ar, aprovado pelo ILFI;

- Adequar-se ao requerido no *CDPH Standard Method v1.1-2010*⁵, ou a alguma outra normativa internacional equivalente, que possibilite averiguar a presença de, pelo menos, 90% dos materiais com potencial de emissão de compostos orgânicos voláteis;
- Implementar um protocolo que utilize produtos de limpeza que sejam avaliados como adequados pelo EPA *Safer Choice Label*⁶ (ou equivalente internacional, como o *Globally Harmonized System [GHS]*⁷), que identifica produtos químicos seguros e eficazes.

Para atender a este Imperativo, todos os empreendimentos devem prover acesso à vista do ambiente exterior e à luz do sol, no mínimo para 95% dos espaços regularmente ocupados, além de possibilitar o acesso a esses espaços aos ocupantes dos 5% dos espaços restantes, em algum horário do dia em que a edificação esteja sendo ocupada.

Adicionalmente, todos os projetos devem cumprir, pelo menos, 2 dos 3 itens abaixo:

- Janelas que sejam operáveis, de modo a prover ventilação natural, por, pelo menos, seis meses do ano;
- Permitir que os ocupantes controlem a ventilação e a temperatura dos locais, com o uso de controles diretos;
- Opções flexíveis, que permitam estudar e trabalhar confortavelmente, seja sentado, ou em pé, de modo a permitir experiências sensoriais variadas no viver, estudar e trabalhar.

No caso de residências, os empreendimentos deverão oferecer janelas operáveis, a 100% dos ocupantes (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo 10, do LBC, possui exigências adicionais às exigências básicas da Pétala da Saúde e Felicidade, presentes no Imperativo 09. Com o objetivo de evitar a repetição dos mesmos tópicos e considerando a interseção entre os dois Imperativos, apenas aquilo que difere o Imperativo 10, do Imperativo 09, será analisado, neste subcapítulo. Face a essas considerações,

⁵ *CDPH Standard Method v1.1-2010* – Métodos e práticas para testes e avaliação de emissões de compostos orgânicos voláteis em ambientes internos, utilizando pequenas câmaras (CDPH, 2010, tradução nossa).

⁶ *EPA Safer Choice Label* – Programa da EPA (*United States Environmental Protection Agency*), que visa auxiliar aos consumidores na escolha de produtos mais saudáveis à saúde e ao meio-ambiente (EPA, 2021, tradução nossa).

⁷ *Globally Harmonized System [GHS]* – Sistema Harmonizado de Classificação e Rotulagem de produtos químicos (UNECE, 2021, tradução nossa).

identifica-se que a Performance do Ambiente Interno está correlacionada a cinco Critérios do sistema LEED, conforme listado no Quadro 14, abaixo.

Quadro 14 – Correspondência entre o Imperativo 10 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
10. Performance do Ambiente Interno	7.4 Materiais de Baixa Emissão
	7.6 Avaliação da Qualidade do Ar Interno
	7.7 Conforto Térmico
	7.9 Luz Natural
	7.10 Vistas de Qualidade

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **7.4 Materiais de Baixa Emissão:** Reduzir as concentrações de contaminantes químicos em materiais de construção, que possam prejudicar a: qualidade do ar, saúde humana, produtividade e o ambiente;
- **7.6 Avaliação da Qualidade do Ar Interno:** Oferecer um ar interno de melhor qualidade à edificação, após a construção e ao longo de seu ciclo de vida;
- **7.7 Conforto Térmico:** Estimular a produtividade, e promover o conforto e o bem-estar dos ocupantes, proporcionando o conforto térmico requerido diante das condições climáticas locais;
- **7.9 Luz Natural:** Estabelecer a conexão dos ocupantes da edificação à área externa, de modo a reforçar o ritmo circadiano, além de reduzir o uso de iluminação artificial, por meio da criação de aberturas adequadas ao ingresso da luz natural nos espaços interiores;
- **7.10 Vistas de Qualidade:** Fornecer aos ocupantes da edificação uma conexão ao ambiente externo natural, oferecendo vistas de qualidade.

No tocante à emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs), o Imperativo 10, do LBC, exige que 90% dos materiais empregados no interior do empreendimento, e com potencial para emitir, respeitem o contido na norma *CDPH Standard Method v1.1-2010*, ou equivalente internacional. O Critério 7.4, do LEED, apresenta a mesma exigência que a do LBC, para este quesito.

Quanto ao monitoramento da qualidade do ar interno, o Imperativo 10 oferece duas opções para cumprir a sua exigência: um teste de avaliação da qualidade do ar, de um a seis meses após a ocupação, ou a divulgação das leituras que sejam realizadas por um sistema certificado pelo ILFI, de monitoramento contínuo da qualidade do ar. No caso do LEED, o Critério 7.6 define como obrigatória a instalação de medidores da qualidade do ar, mas não é claro quanto à sua origem.

As três exigências adicionais do Imperativo 10, do LBC, das quais, pelo menos duas devem ser cumpridas necessariamente, encontram apenas uma exigência similar, em paralelo, no sistema LEED. A primeira delas diz respeito à possibilidade de interferir, diretamente, na ventilação e temperatura dos ambientes. No LEED, o Critério 7.7 estabelece que: “...todos os espaços destinados a mais de um ocupante devem possuir controles diretos da temperatura”. No caso de ocupante único, a exigência é que, pelo menos 50% dos espaços ofereçam controle individual da temperatura. A segunda, das três exigências, é de que o empreendimento possua janelas suficientes para prover, naturalmente, por, pelo menos seis meses do ano, a ventilação necessária. Neste caso, o LEED não possui uma exigência equivalente entre os seus Critérios. A última exigência, também sem paralelos no sistema LEED, requer que o ambiente interno possibilite a seleção entre diferentes opções, tanto de lugares para trabalhar e estudar, como de permanecer sentado ou em pé, de modo a oferecer opções sensoriais variadas aos ocupantes.

Os Critérios 7.9 e 7.10, do LEED, associados, respectivamente, ao acesso à luz natural e a vistas de qualidade, são identificados, novamente, no âmbito do Imperativo 10, pois este possui outro nível de exigência. Para cumpri-lo, é necessário que, ao menos, 95% dos espaços regularmente ocupados tenham acesso à luz natural e à vista da paisagem exterior (diferentemente do que ocorre no caso do Imperativo 09, onde são requeridos, para tanto, um percentual de 70%). Portanto, apesar de serem de mesma natureza que os demandados pelo Imperativo 09, os níveis de exigência do LEED são inferiores aos do Imperativo 10, do LBC, nestes quesitos.

5.4.3 Acesso à Natureza

Este Imperativo visa possibilitar, aos usuários dos empreendimentos, oportunidades de se conectarem diretamente com a natureza, em adição a todos os Imperativos da Pétala Saúde e Felicidade. Para tanto, todos os projetos devem conectar seus ocupantes à natureza, possibilitando sua frequente interação com o ambiente natural. Estas interações devem ocorrer, tanto na parte interna, como na parte exterior dos empreendimentos.

Todos os empreendimentos devem efetuar uma avaliação, entre 6 e 12 meses após a ocupação, de modo a verificar o atendimento aos benefícios ligados à saúde propostos pelo projeto, incluindo aqueles associados ao acesso à luz solar, ao ar puro e à natureza (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Acesso à Natureza” encontra um Critério correlacionado no sistema LEED, conforme identificado no Quadro 15, abaixo.

Quadro 15 – Correspondência entre o Imperativo 11 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
11 Acesso à Natureza	3.4 Espaço Aberto

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O objetivo do Critério listado é (USGBC, 2019):

- **3.4 Espaço Aberto:** Criar espaços abertos externos que estimulem a interação com o ambiente, a interação social, a recreação passiva, assim como a prática de atividades físicas.

O Imperativo 11, do LBC, não encontra correspondência direta no LEED. O Critério 3.4 é o que mais se aproxima a ele, ao definir que a área do empreendimento deva conter, pelo menos, 30% de sua área total, composta por espaços abertos, e que, pelo menos, 25% desses espaços abertos sejam contemplados com vegetação, necessariamente não se resumindo, tão somente, a gramados. O Imperativo “Acesso à Natureza”, do LBC, vai muito além de oferecer um simples acesso a espaços vegetados. O seu objetivo, via as exigências estabelecidas, é o restabelecimento das interações entre os seres humanos e a natureza, seja nos ambientes internos ou no exterior das edificações, de modo que os seus ocupantes percebam os benefícios à saúde proporcionados por essa interação.

5.5 PÉTALA DOS MATERIAIS

A quinta Pétala do *Living Building Challenge* visa contribuir à criação de uma economia baseada em materiais não-tóxicos e ecologicamente saudáveis. Ao longo de seu ciclo de vida, os materiais de construção estão envolvidos em muitos efeitos ambientais adversos, incluindo adoecimento de pessoas, perda de habitat, poluição e exaustão de recursos. Os Imperativos desta Pétala objetivam desincentivar o uso de materiais tóxicos conhecidos, de modo a permitir a formação de uma economia de materiais verdadeiramente responsável. Quando o impacto pode

ser reduzido, mesmo que não eliminado totalmente, há a obrigação de, não apenas reduzir os danos causados pelo processo de construção, mas também de incentivar um redirecionamento para a própria indústria. Na última década, a Lista Vermelha transformou a indústria da construção, de uma indústria que mantinha seus materiais em segredo, para uma na qual a transparência está se tornando o novo normal.

O LBC visa a construção de um futuro, onde todos os materiais do ambiente construído sejam regenerativos e livres de impactos negativos sobre a saúde humana e a do ecossistema. O princípio da precaução deve sempre ser respeitado, quando não se tem certeza sobre os impactos que possam ser causados. No entanto, há limitações significativas no alcance deste ideal no âmbito dos materiais. Certos materiais e produtos têm impactos de longo alcance, e, mesmo que os consumidores estejam começando a considerá-los em suas escolhas, em paralelo com outros atributos mais convencionais, como estética, função, e custo, a maior limitação ainda está associada ao que o mercado tem a oferecer.

O *Declare* constitui uma iniciativa do ILFI no sentido de buscar identificar ofertas mais saudáveis relativamente a materiais de construção. Este selo é acessível ao público e conta com uma base de dados que orienta a respeito de materiais que atendem às exigências estabelecidas na Pétala dos Materiais. O selo *Declare* não só fornece uma orientação clara para uma maior transparência a respeito dos materiais sendo utilizados nos empreendimentos, como também fornece um fórum para o compartilhamento de informações relativas a tais aspectos pelas equipes de projeto, em direção ao atendimento aos requerimentos para a certificação (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala dos Materiais possui um total de cinco Imperativos, abordados a seguir.

5.5.1 Materiais Responsáveis

A intenção deste Imperativo é definir uma base para a transparência, extração sustentável e suporte à indústria local. Para isto, todos os projetos devem impactar positivamente sobre o mercado de produtos de construção, observando os seguintes critérios de seleção de materiais:

- O empreendimento deve conter um produto com o selo *Declare*, a cada 200 metros quadrados de área bruta construída, ou área de projeto, a qual for menor, até um máximo de 20 diferentes produtos. Todos os outros produtores de materiais que não estejam integrados ao *Declare* devem, no mínimo, receber uma carta requerendo que estes

mostrem detalhadamente seus produtos, e identifiquem qualquer componente presente na Lista Vermelha⁸;

- Todos os projetos, com exceção dos residenciais, devem incorporar um produto certificado pelo *Living Product Challenge*⁹;
- 50% da madeira empregada deve ser certificada pelo *Forest Stewardship Council (FSC)*¹⁰, ou serem resultantes de recuperação ou de extração no local, com o objetivo de limpar a área para construção, ou para restaurar ou manter sua função ecológica. Os 50% remanescentes devem ser provenientes de fontes de baixo impacto ambiental. O impacto de cada material deve ser aferido segundo os critérios da *Nature, Economy and People Connected*¹¹ ou organização equivalente;
- Ao menos 20% do orçamento total de materiais deve ser direcionado à aquisição de materiais provenientes de regiões localizadas dentro de um raio de, no máximo, 500 quilômetros do local de construção do empreendimento;
- 80% dos resíduos originários de materiais de construção devem ser desviados de aterros, mediante procedimentos de reciclagem ou reutilização, de modo a frear a expansão dos aterros. O empreendimento deve prover, também, infraestrutura que possibilite a coleta de recicláveis e alimentos compostáveis, durante a sua operação.

Caso o projeto almeje atingir todos os Imperativos da Pétala dos Materiais, este Imperativo não precisa ser documentado, pois todas as suas exigências estão presentes nos demais Imperativos da Pétala dos Materiais (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). Portanto, a análise dos Critérios, do LEED, correlacionados com este Imperativo se dará no âmbito dos outros Imperativos da Pétala dos Materiais, a fim de evitar repetição.

⁸ Lista Vermelha: lista criada pelo ILFI com os materiais que oferecem riscos sérios à saúde humana e ao ecossistema geral, que ainda são prevalentes na indústria dos produtos de construção (ILFI, 2019, tradução nossa).

⁹ *Living Product Challenge* é um programa operado pelo ILFI que oferece uma estrutura para desenvolvimento de produtos saudáveis, inspiracionais e que tenham impacto positivo no meio-ambiente (ILFI, 2019, tradução nossa).

¹⁰ *Forest Stewardship Council (FSC)*: O FSC, Forest Stewardship Council, é uma organização independente, não governamental, sem fins lucrativos, criada para promover o manejo florestal responsável ao redor do mundo (FSC Brasil, 2021).

¹¹ *Nature, Economy and People Connected*: é uma organização sem fins lucrativos que apoia uma melhor gestão de terras, além de práticas empresariais que beneficiem pessoas, natureza e clima (Preferred by Nature, 2021, tradução nossa).

O Imperativo “Materiais Responsáveis” encontra sete Critérios correlacionados no sistema LEED, listados no Quadro 16, abaixo.

Quadro 16 – Correspondência entre o Imperativo 12 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
12. Materiais Responsáveis	6.1 Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis
	6.2 Plano de Gerenciamento da Construção e de Resíduos de Demolição
	6.3 Redução do Impacto do Ciclo de Vida da Edificação
	6.4 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Declarações Ambientais de Produtos
	6.5 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Origem de Matérias-Primas
	6.6 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material
	6.7 Gerenciamento da Construção e dos Resíduos de Demolição

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

5.5.2 Lista Vermelha

O Imperativo “Lista Vermelha” objetiva promover o uso de materiais livres de toxinas e produtos químicos danosos à saúde, via uma seleção transparente de materiais. Para que cumpram este Imperativo, todos os empreendimentos deverão evitar as categorias químicas listadas abaixo, em, pelo menos, 90% do orçamento total dedicado à compra de materiais novos. No caso de materiais já presentes no local, não haverá necessidade de removê-los para o cumprimento do Imperativo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- a) antimicrobianos, que sejam comercializados e nos quais conste aviso de danos à saúde;
- b) alquilfenóis e afins compostos;
- c) compostos de amianto;
- d) bisfenol A (BPA) e estruturas análogas;
- e) polímeros clorados, incluindo:
 - Polietileno clorado (CPE);

- Cloreto de polivinila clorado (CPVC);
- Cloropreno (neoprene monômero);
- Polietileno clorossulfonado (CSPE);
- Cloreto de polivinildeno (PVDC);
- Policloreto de vinila (PVC).

f) clorobenzenos;

g) clorofluorcarbonetos (CFC) e hidroclorofluorcarbonetos (HCFC);

h) formaldeídos;

i) retardadores de chama halogenados (HFRs) monoméricos, poliméricos e organofosforados;

j) compostos orgânicos;

k) compostos perfluorados;

l) ftalatos (ortoftalatos);

m) bifenilospoliclorados (PCB);

n) hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs);

o) parafinas cloradas, de cadeia curta ou média;

p) metais pesados tóxicos, incluindo:

- arsênio;
- cádmio;
- crômio;
- chumbo;
- mercúrio.

q) compostos orgânicos voláteis (VOC), aplicados por via úmida (limitados, mas não banidos);

r) produtos de tratamento de madeiras, contendo creosoto, CCA ou pentaclorofenol.

O Imperativo “Lista Vermelha” encontra quatro Critérios correlacionados no sistema LEED, que estão listados no Quadro 17, abaixo.

Quadro 17 – Correspondência entre o Imperativo 13 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
13. Lista Vermelha	5.4 Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes (Pré-Requisito)
	5.10 Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes
	6.6 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material
	7.4 Materiais de Baixa Emissão

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **5.4 Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes:** visando reduzir o esgotamento do ozônio estratosférico;
- **5.10 Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes:** buscando atenuar a crescente destruição da camada de ozônio, e promover conformidade antecipada com o Protocolo de Montreal, de modo a minimizar, ao mesmo tempo, as contribuições diretas para as mudanças climáticas;
- **6.6 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material:** de modo a incentivar: o uso de produtos e materiais, cujas informações de ciclo de vida estejam disponíveis, e que determinem impactos positivos nas dimensões ambiental, econômica e social, ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos; recompensar às equipes de projeto que optem por produtos cujos ingredientes químicos estejam catalogados, e que tenham sido identificados, via uma metodologia aceita, de modo a selecionar produtos que, comprovadamente, minimizem o uso e a geração de substâncias perigosas; recompensar aos fabricantes de matérias-primas que fabriquem produtos que, comprovadamente, tenham reduzido os seus impactos ambientais, ao longo do ciclo de vida;
- **7.4 Materiais de Baixa Emissão:** Reduzir as concentrações de contaminantes químicos, que possam prejudicar a qualidade do ar, a saúde humana, a produtividade e o ambiente.

O Imperativo 13, do LBC, identifica uma extensa lista de materiais e produtos químicos, que não deverão constar entre aqueles que somem, pelo menos, 90% do orçamento de novos materiais a serem adquiridos para o empreendimento. No caso de materiais pré-existentes no local, o LBC admite não ser necessário que os mesmos sejam retirados. Os Critérios 5.4 e 5.10, do LEED, que tratam do gerenciamento de gases refrigerantes do projeto, estão relacionados ao Imperativo 13, que determina a proibição total do uso de gases CFC (Clorofluorcarbonetos), a fim de contribuir no sentido de evitar a destruição da camada de ozônio.

Via Critério 6.6, o sistema LEED visa incentivar o uso de produtos mais sustentáveis na construção. Para cumprir tal meta, é necessário incluir um mínimo de 20 produtos, originários de cinco fabricantes diferentes, que possuam seu inventário químico aberto, de modo a poderem ser consultados por um dos programas aprovados pelo USGBC. O Critério 7.4, do LEED, também se relaciona com este Imperativo, ao determinar regras rígidas para os materiais potencialmente emissores de COVs. Apesar do incentivo ao uso de produtos mais sustentáveis, não há, no LEED, uma limitação expressa quanto ao uso da maioria daqueles constantes na Lista Vermelha, do LBC.

5.5.3 Indústria Responsável

O Imperativo 14, do LBC, objetiva incentivar a extração sustentável de materiais, assim como a transparência total na sua apresentação. Para cumprir com este Imperativo, todos os projetos devem promover as seguintes ações:

- Criação e adoção de padrões certificados de sustentabilidade, quanto à extração de materiais, e no tocante a práticas justas de trabalho, nos processos de extração de pedras, metais, minerais e madeiras;
- Certificação, via *Natural Stone Council (NSC) 373 Standard*¹², de todas as minas e produtores de pedras (de quaisquer dimensões) que venham a ser empregadas no empreendimento.

Todos os empreendimentos devem ter, pelo menos, 80% de toda a madeira empregada, em termos de custo ou volume, proveniente de fontes certificadas pelo FSC, ou que tenham sido recuperadas ou extraídas no local, seja com o objetivo, tanto de limpar a área para a construção, como para restaurar ou manter sua função ecológica. Os 20% remanescentes devem ser

¹² NSC 373 Standard: Norma, criada com o intuito de documentar e melhorar o perfil sustentável da produção de pedras de dimensões naturais (NSC, 2019, tradução nossa).

provenientes de fontes de baixo risco. Alternativamente, o projeto pode buscar uma certificação concedida pelo FSC, para todas as madeiras a serem empregadas.

Para este Imperativo, todos os empreendimentos devem conter 2 produtos rotulados pelo *Declare*, a cada 200 metros quadrados de área bruta construída ou área de projeto, a qual for menor, até um máximo de 40 produtos, e advogar para que todos os fornecedores, que não estejam integrados ao *Declare*, registrem seus produtos na base de dados do programa.

Todos os empreendimentos, com exceção daqueles destinados a residências, devem incluir um produto certificado pelo *Living Product Challenge*, a cada 1000 metros quadrados de área bruta construída ou área de projeto (destas, a que for menor), até um máximo de 3 produtos. No caso de projetos residenciais, estes devem incluir um produto certificado, independentemente de sua área.

O Imperativo “Indústria Responsável” encontra três Critérios correlacionados no sistema LEED, conforme listados no Quadro 18, abaixo.

Quadro 18 – Correspondência entre o Imperativo 14 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
14. Indústria Responsável	6.4 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Declarações Ambientais de Produtos
	6.5 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Origem de Matérias-Primas
	6.6 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **6.4 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Declarações Ambientais de Produtos:** Incentivar o uso de produtos e materiais, cujas informações de ciclo de vida estejam disponíveis, e cujos impactos ambientais, econômicos e sociais, ao longo de seu ciclo de vida, sejam reduzidos. Recompensar às equipes de projeto, que se empenharem na busca por produtos cujos impactos ambientais de extração e de produção tenham sido aprimorados e verificados, ao longo de seu ciclo de vida;
- **6.5 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Origem de Matérias-Primas:** Incentivar o uso de produtos e materiais que disponham de

informações relativas ao seu ciclo de vida, cujos impactos ambientais, econômicos e sociais de ciclo de vida sejam positivos. Incentivar, por meio de recompensas, que equipes de projeto selecionem produtos responsabilmente extraídos ou adquiridos;

- **6.6 Divulgação e Otimização dos Produtos Empregados na Edificação - Ingredientes do Material:** de modo a incentivar: o uso de produtos e materiais, cujas informações de ciclo de vida estejam disponíveis, e que determinem impactos positivos nas dimensões ambiental, econômica e social, ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos; recompensar às equipes de projeto que optem por produtos cujos ingredientes químicos estejam catalogados, e que tenham sido identificados, via uma metodologia aceita, de modo a selecionar produtos que, comprovadamente, minimizem o uso e a geração de substâncias perigosas; recompensar aos fabricantes de matérias-primas que fabriquem produtos que, comprovadamente, tenham reduzido os seus impactos ambientais, ao longo do ciclo de vida.

A primeira e principal exigência do Imperativo 14, do LBC, é de que, pelo menos, 80%, do custo ou volume da madeira empregada no projeto, seja certificada pelo FSC, ou que se constitua em madeira de reaproveitamento, ou em madeira extraída do próprio local, com a finalidade de construir. Além disso, os 20% restantes deverão ser provenientes de fontes de baixo risco. Uma das alternativas para cumprir o Critério 6.5, do LEED, estabelece, apenas, exigências quanto a 25% do total dos materiais empregados, seja em termos de custo ou de volume, sem exigências específicas quanto à madeira.

O LBC detém dois importantes Selos, o *Declare* e o *Living Product Challenge*, alinhados com o seu objetivo de construir, gerando impacto positivo ou nulo. Apesar de não possuir algo desta natureza, os Critérios 6.4, 6.5 e 6.6, do LEED, estão alinhados à busca de um objetivo semelhante. Segundo os Critérios acima referidos, pelo menos 20 produtos, de cinco diferentes fornecedores, devem ser originários de empresas que divulguem Relatórios de Sustentabilidade Corporativos, a fim de comprovar seu compromisso com a sustentabilidade. Outra exigência do LEED é de que, pelo menos 25% do total de materiais empregados, seja em termos de custo ou de volume, sejam provenientes de fabricantes de materiais, com certificações que atestem a otimização do uso de materiais, tais como o *GreenScreen v1.2*, ou a certificação *Cradle to Cradle* (berço a berço).

Apesar das exigências feitas pelo LEED, nota-se, no âmbito deste Imperativo, uma grande distância entre os dois sistemas. Para materiais que requeiram a extração de madeira e pedra, o LBC possui exigências específicas bastante elevadas, enquanto o LEED é mais generalista e conservador em suas exigências. Outra diferença fundamental está ligada à propriedade de alguns selos próprios, como acontece no LBC.

5.5.4 Procedência Econômica Viva

Este Imperativo tem o objetivo de estimular, tanto a economia, como as indústrias locais, a diminuir o impacto do transporte de materiais para empreendimentos. Para atingir os requerimentos deste Imperativo, o projeto deve incorporar soluções locais e sustentáveis. As localizações dos fornecedores de materiais para o projeto devem respeitar as seguintes restrições (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- 20% ou mais do orçamento voltado a materiais deve ser direcionado a fornecedores que estejam localizados dentro de um raio de 500 quilômetros do local de construção;
- 30% do orçamento deverá estar direcionado a fornecedores localizados dentro de um raio de 1000 quilômetros;
- Um adicional de 25% do orçamento deverá ser direcionado para a compra de materiais produzidos em localidades situadas dentro de um raio de 5000 quilômetros do local de construção;
- Os 25% restantes do orçamento poderão ser orientados à compra de materiais de qualquer localidade.

O Imperativo “Procedência Econômica Viva” não encontra um Critério a ele correspondente, no sistema LEED, conforme destacado no Quadro 19, abaixo.

Quadro 19 – Correspondência entre o Imperativo 15 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
15. Procedência Econômica Viva	Não possui correspondente

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O Imperativo 15, do LBC, é outro exemplo do ideal de busca da sustentabilidade total dos projetos, que o sistema de certificação do ILFI busca. Assim como no caso dos alimentos produzidos localmente, este Imperativo visa descentralizar a produção dos materiais, assim como estimular a produção de materiais e a geração de empregos na localidade onde o

empreendimento seja efetivado. Outro benefício buscado pelo ILFI é o de diminuir os impactos da logística e de transporte das indústrias provedoras de materiais à construção.

5.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos

Este Imperativo objetiva a redução da produção de resíduos, em todas as fases dos projetos, e encorajar usos criativos para os materiais residuais de construções. Para atingir este objetivo, todos os empreendimentos devem buscar a eliminação ou minimização da geração de resíduos, durante o projeto, construção, operação dos empreendimentos. Além disso, devem ser encontradas maneiras de integrar o fluxo de resíduos gerados a algum sistema industrial ou natural de reaproveitamento.

Todos os empreendimentos devem utilizar, para cada 500 metros quadrados de área bruta construída, pelo menos um produto reaproveitado, ou, alternativamente, que provenha de um reuso adaptativo, de uma estrutura pré-existente. Todos os empreendimentos devem implementar um Plano de Gestão para a Conservação de Materiais, que esclareça como o projeto otimiza o uso de materiais. em cada uma das seguintes fases:

- Fase de projeto, incluindo a consideração de desconstrução;
- Fase de construção, incluindo coleta de materiais residuais para reuso e reciclagem;
- Fase de operação, incluindo um Plano de Coleta de bens de consumo duráveis e não duráveis;
- Fase de conclusão, incluindo um Plano para Reuso Adaptável e de Desconstrução.

Todos os projetos devem, também, evitar o envio de resíduos a aterros, dentro dos limites indicados no Quadro 20, abaixo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

Quadro 20 –Descarte aceitável, por tipo de material

Material	Taxa mínima de reutilização
Metal	99%
Papel e papelão	99%
Solo e biomassa	100%
Carpete, espuma rígida e isolamento	95%
Todos os outros (média combinada de pesos)	90%
Resíduos de demolição	80%

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O Imperativo “Fluxo Positivo de Resíduos” encontra quatro Critérios correlacionados no sistema de certificação LEED, conforme listado no Quadro 21, abaixo.

Quadro 21 – Correspondência entre o Imperativo 16 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
16. Fluxo Positivo de Resíduos	6.1 Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis (Pré-Requisito)
	6.2 Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição (Pré-Requisito)
	6.3 Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício
	6.7 Gerenciamento da Construção e dos Resíduos de Demolição

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Os objetivos dos Critérios listados são (USGBC, 2019):

- **6.1 Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis:** Reduzir os resíduos gerados por ocupantes de edificações, transportados, e descartados em aterros sanitários;
- **6.2 Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição:** Reduzir os resíduos de construção e demolição descartados em aterros sanitários ou instalações de incineração, via recuperação, reutilização e reciclagem de materiais;
- **6.3 Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício:** Incentivar o reuso adaptável e otimizar o desempenho ambiental de produtos e materiais;
- **6.7 Gerenciamento da Construção e dos Resíduos de Demolição:** Reduzir os resíduos de construção e demolição descartados em aterros sanitários ou instalações de incineração, via recuperação, reutilização e reciclagem de materiais.

Analisando as relações presentes entre o Imperativo 16, do LBC, e os Critérios do LEED, verifica-se que a exigência do LBC, de que, ao menos, 90% dos resíduos gerados na construção, tenham uma destinação diferente de aterros ou locais de incineração, encontra um paralelo direto no Critério 6.7, do LEED, que, dentre as suas opções para conceder pontuação máxima ao projeto, requer o reaproveitamento de, pelo menos, 75% dos resíduos gerados, com o detalhe adicional de que o reaproveitamento deve ter, pelo menos, quatro destinos distintos. Outra diferença, neste aspecto, fica por conta de algumas categorias especiais de resíduos, para as

quais o LBC exige a reutilização de mais de 90% dos resíduos, sendo estas relacionadas a: metais, solo/biomassa, papel e papelão.

Quanto ao depósito e coleta de materiais recicláveis, durante a operação e ao longo do ciclo de vida do empreendimento, tanto o LEED, quanto o LBC, apresentam exigências de que sejam disponibilizados locais específicos para a coleta de metais, vidros, plásticos, papel e papelão.

O Critério 6.3, do LEED, trata da redução do impacto de edificações, ao longo de seu ciclo de vida. Dentre as opções para o cumprimento deste Critério, estão diversas alternativas de reutilização de materiais na construção. No caso de Novas Construções, em não ocorrendo a possibilidade de reuso de nenhum material local, o empreendimento deve, alternativamente, desenvolver um estudo, que comprove que, durante o seu ciclo de vida, será possível uma redução em, pelo menos, 10% do impacto, relativamente àquele causado por um empreendimento de natureza similar. O LBC, por sua vez, exige que os novos empreendimentos reutilizem, na medida do possível, os materiais disponíveis no local, ou que possuam um material que tenha sido alvo de reaproveitamento, a cada 500 metros quadrados de área bruta.

Apesar de o LBC se mostrar mais exigente em alguns aspectos, as duas certificações se mostram bastante próximas, no âmbito do Imperativo 15.

5.6 PÉTALA DA IGUALDADE

A sexta Pétala do *Living Building Challenge* está associada ao tema da igualdade, como objetivo do projeto, e busca orientar ações, no sentido de incentivar o estabelecimento de uma comunidade mais justa e inclusiva, e que possibilite às pessoas participarem, prosperarem e desenvolverem o seu potencial. Está baseada na crença de que uma sociedade, que abraça e engaja a todos os grupos sociais e permite a dignidade de acesso igualitário e tratamento justo, estará em melhores condições para tomar decisões que protejam e restaurem o meio-ambiente natural, que sustenta a todos nós.

Tendências preocupantes, na direção da privatização de infraestruturas diversas, externalização de impactos ambientais e sociais negativos, e limitação de acesso à natureza, combinados à uma crescente desigualdade em termos de renda, exacerbam atitudes do tipo “nós” contra “eles”, limitam a participação em uma vida comunitária, plena para todos. Somente com o

estabelecimento de uma percepção de que estamos, de fato, todos juntos, teremos condições de superar os enormes desafios sociais e ambientais da atualidade.

Living Buildings devem ser tornados acessíveis para todos, ajudando-nos a reconhecer e a celebrar a riqueza cultural, enquanto garantindo acesso igualitário a: ar puro, luz do sol e água limpa. O processo de projetar, construir e operar *Living Buildings* deverá possibilitar, também, gerar impactos positivos na criação de empregos e oportunidades de inclusão de pessoas que tenham sofrido qualquer tipo de discriminação.

O LBC idealiza, pois, criar um ambiente construído acessível, em que todos sejam bem-vindos, e que possibilite que todas as pessoas participem, prosperem e desenvolvam o seu potencial. As principais limitações para alcançar esse ideal são oriundas de profundamente arraigadas atitudes sociais e culturais, sobre os direitos associados à propriedade privada, do racismo e sexismo estruturais e institucionais, e da discriminação disseminada. Um claro e organizado esforço para combater a desigualdade social, geralmente não está presente na maior parte das organizações, e as partes interessadas são, usualmente, limitadas, por nossas arraigadas atitudes a respeito de propriedade privada e direitos, resultando em maior exclusão de partes das comunidades, que serão impactadas pelo projeto, e que poderiam dele se beneficiar (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala possui dois Imperativos, apresentados a seguir.

5.6.1 Acesso Universal

O objetivo do Imperativo “Acesso Universal” é de desenvolver projetos que sejam acessíveis a todos, de forma igualitária, e que não originem impactos locais negativos. Para isso, o LBC exige que os empreendimentos reorganizem toda a infraestrutura primária de transporte, estradas, e de áreas, tais como de praças e estacionamentos, de modo a serem tornadas acessíveis ao público, em geral, independentemente do grupo social em que estão incluídas.

Para o cumprimento deste Imperativo, os empreendimentos a serem implementados nos Transectos 3-6, com exceção daqueles associados a residências unifamiliares, devem prover e colaborar para com o espaço público, por meio de projetos que incluam recursos acessíveis ao público, em geral, como: mobiliário de rua; arte pública; jardins; e bancos. Todos os projetos devem garantir acessibilidade àqueles com qualquer tipo de deficiência física, cumprindo com os requerimentos do *Principles of Universal Design (United States Access Board)*, do

Americans with Disabilities Act (ADA), ou do *Architectural Barriers Act (ABA) Accessibility Guidelines*, ou de equivalente internacional.

Os projetos deverão, também, manter apropriadamente sob controle, quaisquer sons audíveis, que possam ser identificados como perturbando ao público, que possam ser provenientes das construções. Além disso, os projetos devem proteger todas as propriedades adjacentes, em relação a qualquer emissão aérea nociva, que possa, eventualmente, comprometer o usufruto da ventilação natural.

No tocante à radiação solar, os projetos não poderão bloquear o acesso à luz solar em áreas das edificações, tais quais fachadas e terraços, e que venha a incidir acima de uma altura estabelecida, de acordo com o Transecto do local. Desse modo, o empreendimento não poderá criar sombra sobre telhados de edificações adjacentes, a não ser que a edificação tenha sido construída em área com uma densidade inferior à estabelecida para o Transecto (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa).

O Imperativo “Acesso Universal à Natureza e Local” não encontra Critérios relacionados no sistema LEED, conforme identificado no Quadro 22, abaixo.

Quadro 22 – Correspondência entre o Imperativo 17 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
17. Acesso Universal à Natureza e Local	Não possui correspondente

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

5.6.2 Inclusão

O objetivo deste Imperativo é criar oportunidades de trabalho, com estabilidade, segurança e uma remuneração adequada, para as pessoas das comunidades locais. Visa, também, estimular a diversidade da economia local, por meio de contratações e treinamentos de forças locais de trabalho. Todos os projetos devem ter a certificação JUST, uma plataforma desenvolvida para incentivar empresas a adotarem práticas mais sustentáveis e justas, em, pelo menos, duas equipes do projeto que integrem àqueles envolvidos nos processos de tomada de decisão, durante as fases de projeto e construção. Adicionalmente, cinco equipes envolvidas no projeto devem responder a um teste de autoavaliação, que visa medir o nível de justiça social que entendem estar associado ao projeto.

Todos os projetos devem, também, cumprir com pelo menos um dos requerimentos listados abaixo (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

a) Incluir indivíduos de grupos sociais sob vulnerabilidade, ou que sofram de alguma desvantagem estrutural, nas etapas de projeto, construção, operação e manutenção nos níveis listados abaixo:

- 20% dos contratos de projeto e/ou construção, e 10% dos contratos de manutenção devem ser firmados com organizações certificadas pelo JUST, que cumpram com critérios que contemplem a diversidade social;
- Acordos para desenvolvimento e treinamento da força de trabalho, com programas regulares para aprendizes, bem como iniciativas similares, devem representar 10% do total de contratos e/ou contratos de manutenção do projeto;

b) Doar 0,1% do custo total do projeto a uma organização, sem fins lucrativos locais, com foco na igualdade e inclusão;

O Imperativo “Inclusão” não encontra Critérios correlacionados no sistema LEED, conforme registrado no Quadro 23, abaixo.

Quadro 23 – Correspondência entre o Imperativo 18 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
18. Inclusão	Não possui correspondente

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

5.7 PÉTALA DA BELEZA

A intenção da última Pétala do *Living Building Challenge*, a da Beleza, é de manifestar a importância da beleza e de nossa conexão com a natureza, como precursores do comprometimento necessário para preservar, conservar e servir a um bem comum. Como sociedade, estamos frequentemente cercados por ambientes sem beleza, ou de traços que o humanizem. A chave para criar belas edificações envolve um comprometimento de todos os envolvidos em sua materialização em incorporar a biofilia nos projetos, de formas a tornar claro que pessoas e natureza estão conectadas e que a conexão ao lugar, clima, cultura e comunidade são pré-requisitos indispensáveis para que se criem belas edificações.

O LBC aspira inspirar a elaboração de projetos que contribuam para elevar nossos espíritos e que nos conectem à natureza, assim como a todos os outros sistemas vivos, de modo a nos tornarmos melhores pessoas. Nesta Pétala, os Imperativos estão alicerçados no princípio de que

a conexão à natureza, lugar, comunidade e clima nos permitirá criar melhores projetos, e que a popularização destes aspectos projetuais estimulará a criação de novos *Living Buildings*. Não há limitações para esta Pétala, além do nível de motivação e engajamento em nos conectar à natureza e ao que nós, como sociedade, devemos valorizar (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa). A Pétala possui dois Imperativos, tratados a seguir.

5.7.1 Beleza + Biofilia

O Imperativo “Beleza + Biofilia” é mais um dos fundamentos que busca contribuir para o entendimento da necessidade de que se estabeleça uma maior conexão do ser humano com a natureza. O objetivo deste Imperativo é conscientizar, tanto às equipes de projeto, como aos usuários dos empreendimentos sobre os benefícios da biofilia, e da incorporação de elementos biofílicos no projeto. Para alcançar o pretendido por este Imperativo, os empreendimentos devem ser pensados de maneira a nutrir a relação inata entre os seres humanos e a natureza. As equipes de projeto devem, pois, explorar o potencial de cada projeto em manifestar seus aspectos biofílicos. Esta exploração deverá resultar em um plano, que contenha diretrizes para a implementação de ideias, que respondam às seguintes questões (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- Como o projeto poderá ser transformado, pela incorporação deliberada da natureza, por meio de aspectos ambientais, luz e espaço e formas e contornos naturais?
- Como o projeto poderá ser transformado, pela incorporação de padrões naturais por meio das relações humano-natureza desenvolvidas?
- Como o projeto poderá ser unicamente conectado ao lugar, clima e cultura por meio de relações locais?

O projeto deverá, pois, incluir, de maneira identificável, aspectos que remetem à arte, cultura e espírito humano.

O Imperativo “Beleza + Biofilia” não encontra Critério correlacionado no sistema LEED, conforme se registra no Quadro 24, abaixo.

Quadro 24 – Correspondência entre o Imperativo 19 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
19. Beleza + Biofilia	Não possui correspondente

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

5.7.2 Educação + Inspiração

O último Imperativo do *Living Building Challenge*, “Educação + Inspiração”, está associado a contribuições que possam ser geradas pelo projeto, e viabilizadas pela divulgação, por meio de materiais educativos, da forma de operação dos projetos certificados, informações essas que sejam acessíveis, tanto aos ocupantes, como ao público, em geral, com o intuito de compartilhar soluções bem-sucedidas e catalisar maiores mudanças. Para tanto, todos os projetos devem proporcionar acesso à seguinte lista de itens:

- Um estudo descritivo de sua certificação pelo *Living Building Challenge*;
- Acesso público em, pelo menos, um dia ao ano;
- Cópia do manual de operação e manutenção do empreendimento.

Todos os projetos, com exceção de residências unifamiliares, devem, também (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019, tradução nossa):

- Possibilitar acesso a informações descritivas, facilmente inteligíveis, que descrevam as características do projeto;
- Instalar elementos informativos, que contribuam para a educação ambiental dos visitantes, diante das características do projeto;
- Desenvolver e compartilhar um *website* educacional, a respeito do projeto.

O Imperativo “Inspiração e Educação” não encontra Critérios correlacionados no sistema LEED, conforme registrado no Quadro 25, abaixo.

Quadro 25 – Correspondência entre o Imperativo 20 e Critérios da certificação LEED

Imperativo do LBC	Critérios LEED
20. Inspiração e Educação	Não possui correspondente

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

O quadro 26, abaixo, traz um resumo dos resultados da análise empreendida neste Capítulo 5. No Quadro 26, os 20 Imperativos do LBC foram classificados quanto ao nível de correspondência, dentre os Critérios do LEED, a cada um dos Imperativos.

Quadro 26 – Classificação dos Imperativos do LBC quanto ao nível de correspondência entre os Critérios do LEED

Imperativo do LBC	Nível de Correspondência no LEED
5. Uso Responsável da Água	Alto
9. Ambiente Interno Saudável	
1. Ecologia do Lugar	
4. Vida em Escala Humana	
16. Fluxo Positivo de Resíduos	
3. Mudança de Habitat	Médio
10. Performance do Ambiente Interno	
7. Energia + Redução de Carbono	Baixo
8. Fluxo Positivo de Carbono	
11. Acesso à Natureza	
12. Materiais Responsáveis	
13. Lista Vermelha	
14. Indústria Responsável	
2. Agricultura Urbana	
6. Fluxo Positivo de Água	
15. Procedência Econômica Viva	
17. Acesso Universal	
18. Inclusão	
19. Beleza + Biofilia	
20. Educação + Inspiração	

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

6 ESTUDO DE CASO

O objetivo deste capítulo é aplicar a análise comparativa entre os Sistemas de Certificação de Sustentabilidade de Edificações - Living Building Challenge e LEED v4 BD+C *New Construction*, realizada no Capítulo 5, a um caso real. Para tanto, tem, como objeto de estudo, um projeto que alcançou uma das mais altas pontuações, no LEED para Novas Construções, no Brasil. A análise é, mais uma vez, conduzida no âmbito de cada Imperativo do *Living Building Challenge 4.0*, a fim de avaliar o cumprimento, ou não, de suas exigências, agora para o caso específico deste projeto.

É necessário destacar, no entanto, que, apesar de datar do ano de 2014, a versão LEED v4 BD+C *New Construction*, abordada no Capítulo 5, ainda conta com um número bastante reduzido de projetos certificados no Brasil. Ademais, não há, até esta data, qualquer projeto certificado com 90 pontos, ou mais, nesta categoria. Diante disso, e de modo a referir um projeto com o mais alto nível de excelência possível, sob a perspectiva do LEED, optou-se por um empreendimento certificado pelo LEED v2009: *New Construction*, categoria equivalente à certificação LEED v4 BD+C. Por conta disto, na introdução deste Capítulo, há uma breve ilustração sobre as diferenças entre as duas versões da certificação.

6.1 LEED V4 X LEED V2009

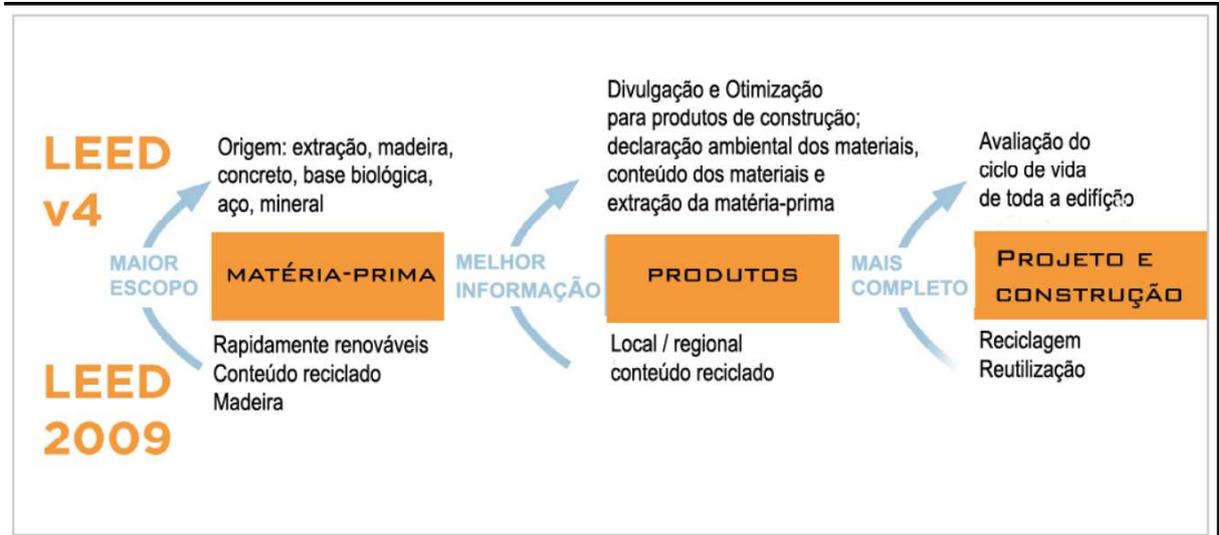
A versão mais recente da Certificação LEED passou a ser obrigatória, a contar de outubro de 2016. As atualizações ocorrem periodicamente, em intervalos de aproximadamente 4 a 5 anos, para evitar que o sistema se torne obsoleto.

Segundo Passos (2019, p. 47):

Entre as principais mudanças da versão LEED V4, destacam-se, dentro de espaços Sustentáveis, a nova pontuação para o Critério “Local de Alta Prioridade”, que prioriza projetos que promovem o desenvolvimento social; e pontuações com maior evidência para “Localização e Transporte”, onde o acesso a pé e a partir de transporte público, ou alternativo (como via bicicletas) recebe atenção e prioridade. Dentro da Categoria Uso Eficiente da Água, tornou-se obrigatória a medição do seu consumo e surgiu um acréscimo na pontuação, associado à forma de gerenciamento da água da chuva. Para a Categoria Energia e Atmosfera, a parte de eficiência energética recebeu um pré-requisito mais exigente, não só na escala da edificação, mas também na escala urbana. Já, na Categoria de Materiais e Recursos, tornou-se mais importante a percepção de todo o ciclo de vida de um material, dando novos créditos a produtos com DAPs (Declaração Ambiental de Produtos), e exigindo um Planejamento de Gerenciamento de Resíduos, em paralelo com a Política Internacional de Resíduos Sólidos.

As mudanças principais ocorreram nos temas Matéria-prima, Produtos e Projeto e Construção, conforme a Figura 3, abaixo.

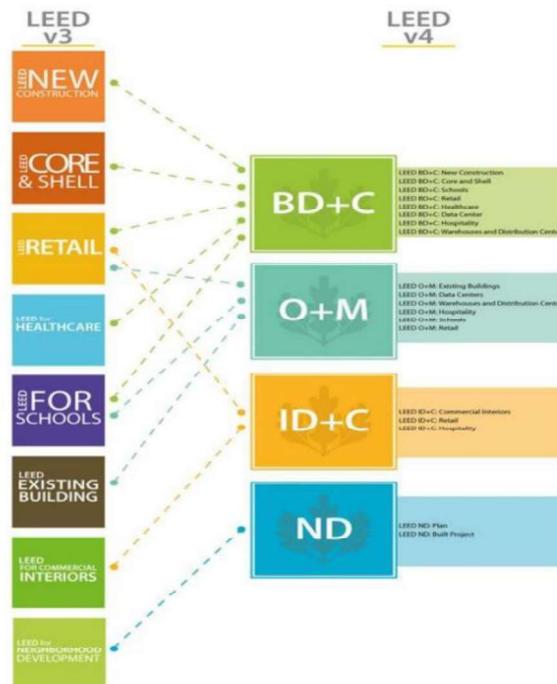
Figura 3 - Mudanças na Versão LEED v4.



(Fonte: USGBC, 2014.)

Foram feitas, também, adaptações quanto às Categorias, com novos agrupamentos. A Figura 4, abaixo, ilustra estas mudanças.

Figura 4 - Mudanças de Categoria LEED v4



(Fonte: USGBC, 2014.)

6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO E INICIATIVAS SUSTENTÁVEIS

A sede administrativa da Piracanjuba¹³, em Goiânia, conquistou, no dia 10 de julho de 2019, a *Certificação LEED*, na categoria *Platinum*. Com a pontuação de 97 pontos, de um máximo de 110, o empreendimento integra o seletivo grupo de prédios melhor avaliados do mundo, na categoria *LEED New Construction*, em termos de sustentabilidade. Ao todo, são oito mil metros quadrados de área construída, projetados com conceitos de ecoeficiência, arquitetura moderna, infraestrutura e tecnologia de ponta.

O empreendimento, do tipo comercial, tem por finalidade abrigar as atividades administrativas da empresa Piracanjuba. Para isto, conta com uma área construída total de 8.563,44 m², em um terreno com área total de 5327m².

O Empreendimento está localizado próximo a 2 pontos de ônibus, com distância inferior a 800 metros. Além disto, emprega medidas de incentivo à utilização de transportes ativos, como a bicicleta, e de veículos de baixa emissão e baixo consumo, como veículos avaliados com a Classificação A, pelo INMETRO. Para os ciclistas, há armários exclusivos, 32 vagas cobertas e 8 chuveiros. Para os usuários de veículos de baixa emissão, há vagas preferenciais, com a possibilidade de recarregarem os seus veículos.

Figura 5 – Fachada do Empreendimento



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

¹³ Indústria de laticínios brasileira, situada em Goiânia, no estado de Goiás.

Figura 6 – Estacionamento para Ciclistas



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

Figura 7 – Vaga Preferencial para Veículos de Baixa Emissão

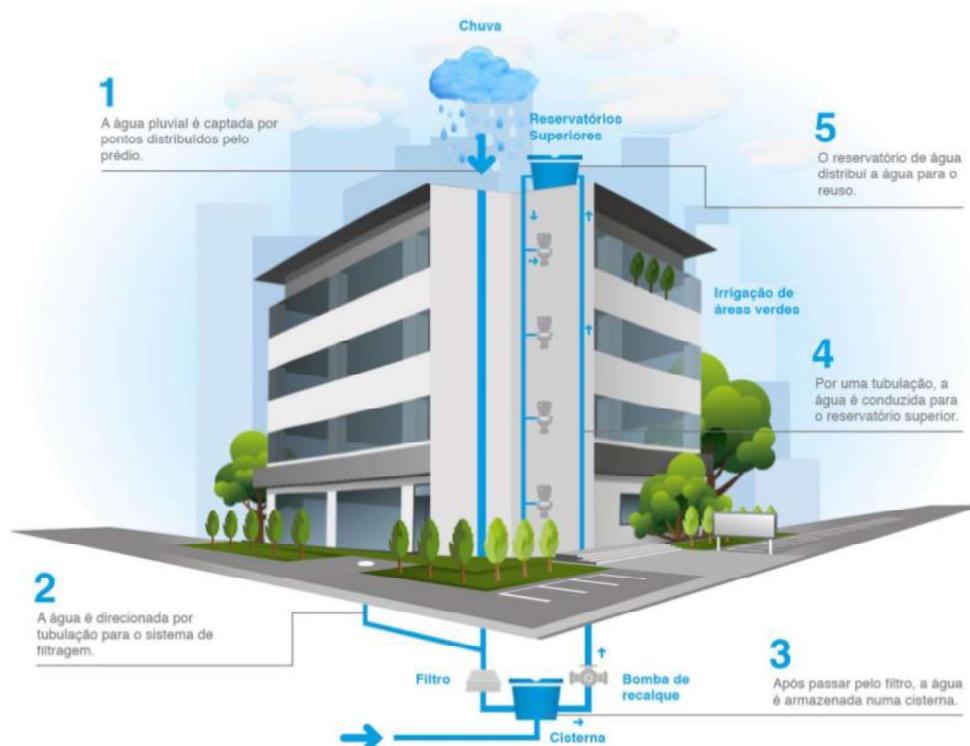


(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

6.2.1 Uso Eficiente da Água

Em relação à água, o empreendimento alcançou uma economia de 47%, por meio da adoção de iniciativas, como: implementação de sistema de reuso de água pluvial; instalação de bacias sanitárias; aproveitamento da água da chuva; e metais sanitários eficientes.

Figura 8 – Esquema do Fluxo de Água



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

Dentre as técnicas implementadas, para melhor controle do uso de água e o seu aproveitamento, destacam-se (Piracanjuba, 2021):

- Bacias sanitárias com duplo acionamento – de três a seis litros;
- Mictórios e torneiras com fechamento automático e fluxo controlado;
- Utilização de águas cinzas, de reuso, que são tratadas para irrigação do paisagismo e uso na descarga de bacias sanitárias e mictórios;
- Medidores de água individuais.

Quanto à irrigação dos jardins e uso da água em áreas externas, foram traçadas estratégias de sustentabilidade, para as necessidades do empreendimento, que, de acordo com o período do ano, podem sofrer variações. Portanto, para manter o jardim em perfeito estado, foi utilizado um levantamento das médias históricas de precipitação, para o cálculo das necessidades hídricas adicionais (Piracanjuba, 2021):

- Os 949,13m² da área de paisagismo, foram divididos em zonas, conforme as necessidades hídricas das diversas espécies. A irrigação das áreas foi planejada de maneira a aproveitar a água da chuva e o reuso de águas cinzas previamente tratadas. A programação da necessidade de irrigação é realizada automaticamente, de acordo com as informações recebidas pelos sensores de umidade e precipitação.
- Aumentando a área permeável e de drenagem, por meio da instalação de poços de infiltração, com um volume de retenção de 44m³. A diminuição de ilhas de calor foi buscada com o uso de telhados verdes e estacionamento nos subsolos.

6.2.2 Energia e Atmosfera

Com o objetivo de implantação de “prédios verdes”, buscou-se a otimização de sua eficiência energética. Desta maneira, as edificações economizam até 50% de energia, em relação a edifícios similares, com o uso de sistemas construtivos otimizados, conforme ilustrado abaixo (Piracanjuba, 2021):

- **Presença de placas fotovoltaicas:** com 24% do consumo energético sendo atendido por placas fotovoltaicas;

Figura 9 – Painéis de energia fotovoltaica



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

- **A utilização de lâmpadas de iluminação de LED, nas áreas externas:** sistemas inteligentes de automação utilizam sensores de luminosidade, próximo às fachadas, promovendo economia de energia, com melhor aproveitamento da iluminação natural e redução do custo operacional.
- **Emprego de fachadas de alta performance:** com vidros que permitem a conservação das temperaturas internas em níveis de conforto, em adição à iluminação natural, proporcionando redução do consumo de energia, e também, os seguintes benefícios e indicadores (Piracanjuba, 2021):
 - Proporcionam otimização da temperatura interna, sem a perda da entrada natural da luz;
 - Transmissão luminosa - 50%;
 - Reflexo luminoso externo - 24%;
 - Reflexo luminoso interno - 26%;
 - Transmissão energética - 24%;
 - Absorção energética - 38%;
 - Fator solar - 0,33;
 - Transmissão térmica - 5,6 W/m²k;
 - Seletividade - 1,52.

Toda a iluminação interna, em adição à alta eficiência obtida com luminárias LED, é dotada de sistema de desligamento automático, controlada por programadores e sensores de presença, evitando o consumo desnecessário de energia.

Foi instalado um sistema VRF, com condensação a ar, de alta eficiência. Um sistema de pré-tratamento do ar externo - Trocador de Calor (Roda Entálpica), propicia menor consumo de energia na refrigeração do ar, e melhoria de sua qualidade (Piracanjuba, 2021).

Figura 10 – Vidros de Alta Eficiência



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

6.2.3 Paisagismo

De modo a permitir que os ocupantes do edifício tenham acesso visual às paisagens, foram criados espaços coletivos abertos e com peitoril, de altura máxima de 1,5m (altura mínima exigida pelo Corpo de Bombeiros local). Ao menos 90% dos ambientes internos possuem acesso visual às paisagens externas (Piracanjuba, 2021).

Figura 11 – Ambiente Interno com Acesso à Paisagem Externa



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

Figura 12 – Paisagismo na Área Externa



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

6.2.4 Materiais

O empreendimento também superou o índice de uso exigido de madeira certificada, com selo FSC (*Forest Stewardship Council*), onde alcançou a marca de 59% de madeira certificada, do total empregado no edifício.

6.2.5 Reciclagem

Outro ponto importante a destacar é que houve a reciclagem de mais de 94% dos resíduos gerados na construção, os quais foram acondicionados em um depósito específico, criado no 2º Subsolo. O mesmo local possibilitará a segregação correta de todos resíduos que vierem a ser gerados ao longo da fase de operação do empreendimento, favorecendo o processo de reciclagem.

Com esta finalidade, pontos específicos de coleta seletiva foram distribuídos em locais estratégicos, de acordo com a Figura 7, respeitando as cores para cada tipo específico de resíduo (Figura 8), conforme Resolução Conama 275/01. A ação facilita o processo de reciclagem e valorização dos resíduos gerados.

Figura 13 – Esquema de depósito de resíduos



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

Figura 14 – Depósito de resíduos



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

6.2.6 Canteiro de Obra com Baixo Impacto Ambiental

Durante a construção do empreendimento, foi elaborado e implementado um Plano de Prevenção de Poluição do Solo e do Ar, com ações de prevenção da poluição, que pudesse vir a ser originada das atividades de construção, inclusive daquelas associadas à erosão do solo, carregamento de sólidos para as galerias pluviais e geração de poeiras na vizinhança.

A obra contou com um Plano de Gerenciamento do Controle de Qualidade do Ar Interno, durante a construção, bem como depois de seu término, após as fases de acabamentos e limpeza, visando a preservação da saúde dos ocupantes e dos trabalhadores envolvidos na fase de construção.

Desse modo, durante toda a fase de construção, foi realizado o gerenciamento adequado dos resíduos gerados na obra, promovendo a correta destinação dos resíduos de construção, considerados perigosos, assim como dos recicláveis, em paralelo ao provimento de equipamentos de proteção individual (EPIs) aos participantes na construção do empreendimento. No concernente aos resíduos Classe A (Entulhos), estes foram destinados para empresas recicladoras, que promoveram a sua transformação em novos materiais, incluindo-se o seu emprego em atividades de construção.

Adicionalmente, o armazenamento de todos os produtos químicos utilizados na obra, assim como dos resíduos sólidos perigosos e gerados na construção, foi realizado conforme normas aplicáveis, tendo sido destinados a local coberto, com piso impermeável.

No que concerne a emissões tóxicas, a construção somente fez uso de produtos com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis.

Ações adicionais adotadas durante a construção (Piracanjuba, 2021):

- **Kit Mitigação Ambiental:** foram adotadas medidas de prevenção para atendimento a situações de emergência, associadas ao emprego de produtos químicos, promovendo o treinamento dos colaboradores da construção, para atuação em caso de ocorrências;
- **Proteção do perímetro da obra:** durante todo o período de construção, o perímetro da construção foi protegido com barreiras de contenção, que impediam o transporte de solos para áreas externas à da construção;
- **Pintura e lavagem de pincéis e rolos:** os recipientes para lavagem de pincéis evitaram o consumo excessivo de água, além de propiciar o tratamento do efluente, antes do seu descarte na rede de esgoto;
- **Reaproveitamento de água:** o efluente gerado no processo de lavagem das betoneiras foi tratado em decantadores e reutilizado, posteriormente, em atividades de limpeza da obra e na umectação dos pisos, antes da varrição;

- **Acondicionamento dos materiais:** houve a organização adequada dos materiais, reduzindo o desperdício e a geração de resíduos;
- **Prevenção de processos erosivos:** durante as escavações, foram utilizadas lonas para a estabilização do solo exposto, evitando a formação de processos erosivos e o carreamento de solos para as galerias pluviais;
- **Análise de águas servidas:** nos casos em que a água deveria seguir para as galerias pluviais, foram realizados testes do efluente, levando em conta os padrões regulamentados;
- **Proteção das galerias pluviais:** foram instalados sistemas de proteções nas galerias pluviais, evitando a entrada de sedimentos, que pudessem contribuir para assoreamento dos rios;
- **Preservação das espécies vegetais:** para a proteção das árvores existentes, barreiras físicas foram construídas, no sentido de buscar evitar choques mecânicos nas espécies vegetais localizadas nas áreas do empreendimento;
- **Coleta seletiva:** pontos de coleta seletiva foram instalados em locais estratégicos, adotando um sistema de containers coloridos, para cada tipo de resíduo, conforme Resolução Conama 275/01. A ação facilitou o processo de reciclagem e valorização dos resíduos gerados;
- **Controle de Poeiras:** durante as atividades de lixamentos e cortes em paredes, pedras e pisos, foram usados equipamentos de sucção dos particulados, para garantir a qualidade do ar interno da obra, visando a manutenção da saúde dos colaboradores;
- **Conscientização ambiental:** os colaboradores da obra receberam treinamentos e participaram de ações de conscientização ambiental, visando minimizar os impactos da construção em relação a: geração de poeiras; retenção de sólidos, dentro da área do empreendimento; redução de desperdícios; economia de água; coleta seletiva de resíduos; e os demais aspectos de importância constantes da Certificação LEED.

Figura 15 – Prevenção de Processos Erosivos



(Fonte: Piracanjuba, 2021.)

6.3 CERTIFICAÇÃO

A sede Administrativa da Piracanjuba recebeu o selo *LEED v2009 New Construction*, no dia 10 de julho de 2019, alcançando 97 pontos. Abaixo, tem-se o resumo dos pontos atingidos, em cada uma das sete Categorias.

Figura 16 – Carta de pontuação LEED

LEED Scorecard	Platinum 97/110
▼ SUSTAINABLE SITES 25 / 26 	
▼ WATER EFFICIENCY 10 / 10 	
▼ ENERGY & ATMOSPHERE 33 / 35 	
▼ MATERIAL & RESOURCES 7 / 14 	
▼ INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY 12 / 15 	
▼ INNOVATION 6 / 6 	
▼ REGIONAL PRIORITY CREDITS 4 / 4 	

(Fonte: USGBC, 2019.)

6.4 ADEQUAÇÃO AOS REQUERIMENTOS DO LIVING BUILDING CHALLENGE

Este subcapítulo faz uma tentativa de avaliar o mesmo empreendimento, agora sob a perspectiva do Sistema de Certificação *Living Building Challenge*. Para tanto, usa como base as correlações estabelecidas entre os dois sistemas, identificadas no Capítulo 5.

O empreendimento se encaixa na Categoria de Transecto L5 (Centro Urbano), que identifica zonas de médias densidades, em cidades de grande porte.

6.4.1 Pétala do Lugar

6.4.1.1 Ecologia do Lugar (Imperativo 01)

No âmbito do Imperativo 01 do LBC há o cumprimento da exigência, por parte do empreendimento, de não exploração de áreas sensíveis ou previamente inexploradas. No entanto, adaptações seriam necessárias, de modo a atender às exigências de comprovação de seu impacto positivo na ecologia local, principalmente no que concerne a impacto social e em direção ao atendimento às necessidades da comunidade local. Os impactos positivos poderiam se dar por meio de medidas educativas, voltadas a crianças e adultos, nas dependências do empreendimento, ou, mesmo, via treinamento e capacitação de mão-de-obra, com foco nos moradores locais. Devido às suas dimensões e à importância para o contexto local, o empreendimento poderia, também, tornar-se um ponto de encontro, onde os moradores poderiam discutir questões concernentes à vizinhança. Tais impactos teriam, então, que ser demonstrados, por meio de estudos comparando a situação anterior ao empreendimento, com a situação pós-empreendimento.

6.4.1.2 Agricultura Urbana (Imperativo 02)

O Imperativo “Agricultura Urbana”, do LBC, é um dos que não encontra paralelo dentre as exigências do sistema LEED. Mais especificamente, em termos do empreendimento em questão, este não prevê incentivos, nem à produção, nem ao consumo de alimentos frescos pela comunidade local, que sejam produzidos sem o uso de pesticidas. Para o Transecto L5, o Imperativo exige que 2% da área do projeto (106,54m²), seja disponibilizada para o cultivo sustentável, com a exigência adicional de que seja disponibilizada, semanalmente, a infraestrutura necessária para comercialização de alimentos produzidos localmente.

Neste caso, a exigência de área seria apenas dos 2%, acima referidos, e a disponibilização de infraestrutura para o comércio de alimentos poderia ser explorada comercialmente pelo empreendimento, inclusive em termos de publicidade para a marca Piracanjuba, o que contribuiria para expor para o público as características sustentáveis de sua sede administrativa.

6.4.1.3 Mudança do Habitat (Imperativo 03)

Para cumprir o Imperativo 03 do LBC, seria necessária a adaptação das medidas de proteção do habitat realizadas pelo empreendimento, aos critérios do LBC. Esta mudança, inclusive, não implicaria, necessariamente, em um grande acréscimo de custos para os empreendedores. Para uma área total, equivalente à construída no projeto, cerca de 0,85 hectares, o LEED determina que sejam doados, a uma instituição de preservação de habitat, um total de US\$ 34.000,00 (trinta e quatro mil dólares estadunidenses), aproximadamente. Para cumprir a exigência do Imperativo 03 do LBC, o projeto deveria, no lugar deste valor, doar, a uma instituição de finalidade semelhante, uma quantidade de terras equivalente, em área, à do projeto (0,85 hectares).

6.4.1.4 Vida em Escala Humana (Imperativo 04)

O Imperativo 04, do LBC, requer a redução de dependência de veículos movidos a combustíveis fósseis. Este aspecto da sustentabilidade é bastante explorado pelo empreendimento estudado, que conquistou o máximo número de pontos, neste quesito do sistema LEED. Por se tratar de uma sede administrativa de empresa privada, a maior parte dos ocupantes regulares de veículos que acessam à empresa são empregados e colaboradores. Para cumprimento do Imperativo, o projeto teria que comprovar uma redução de 30%, no número de viagens desses veículos, uma vez que estivessem sendo abastecidos com combustíveis fósseis. Para cumprir o Imperativo, medidas educativas e de incentivo à adesão a meios alternativos de transporte poderiam ser promovidas, criando-se uma cultura local, que valorize e contemple estes aspectos da sustentabilidade. O monitoramento seria facilitado devido ao padrão previsível de viagens dos seus ocupantes, que compreende, majoritariamente, viagens diárias entre a sede e suas residências. Não se identificam maiores dificuldades para o cumprimento deste Imperativo, assim como não haveriam, a princípio, custos adicionais relevantes.

6.4.2 Pétala da Água

6.4.2.1 Uso Responsável da Água (Imperativo 05)

No que concerne ao uso responsável da água, o empreendimento estudado alcança pontuação máxima, em todos os Critérios do LEED. Como exposto no capítulo anterior, as certificações LBC e LEED possuem exigências semelhantes, para este quesito. É válido assumir, portanto, que, para o cumprimento do Imperativo 05, do LBC, não seriam requeridas adaptações e custos adicionais significativos ao empreendimento.

6.4.2.2 Fluxo Positivo de Água (Imperativo 06)

O Imperativo 06, do LBC, exige que 100% da água utilizada, anualmente, pelo empreendimento, seja proveniente de fontes alternativas ao fornecimento municipal de água, salvo exceções em que se comprove que isto não seja possível. O empreendimento do estudo cumpre parte desta exigência, ao tratar águas cinzas e a reutilizá-las, juntamente com a água da chuva, para irrigação, durante todo o ano. Para cumprir o Imperativo, no entanto, o projeto teria que definir fontes alternativas de água, também para o uso interno. Este esforço adicional requereria tratamentos mais exigentes das águas de reuso e pluvial, para que estas pudessem ser utilizadas para atendimento às demais necessidades do empreendimento.

6.4.3 Pétala da Energia

6.4.3.1 Energia + Redução de Carbono (Imperativo 07)

No que concerne ao Imperativo 07 e aos Critérios do LEED, a ele relacionados, o empreendimento estudado alcança níveis de excelência. No entanto, como exposto no capítulo 5, o LEED possui exigências inferiores às do LBC, no que concerne às emissões de carbono associada aos materiais primários empregados em empreendimentos. Para se adequar às exigências do LBC, o empreendimento teria que comprovar uma redução de 20% desta quantidade de carbono. Além disso, o empreendimento teria que comprovar a redução do consumo de energia de, ao menos, 70%, em relação àquela consumida em edifícios semelhantes. O cumprimento destas exigências, provavelmente, ocasionaria custos adicionais significativos ao projeto.

6.4.3.2 Fluxo Positivo de Carbono (Imperativo 08)

O empreendimento alcançou pontuação máxima no quesito Energia e Redução de Impacto Ambiental, no sistema LEED. No entanto, o Imperativo 08, do LBC, faz exigências adicionais, que não encontram paralelo no LEED, como exposto no Capítulo 5. A principal delas é que a

Pegada de Carbono gerada pelos materiais do projeto seja compensada pelo uso de materiais sequestradores de carbono e/ou por compra de créditos de carbono, de instituição credenciada. Esta exigência, provavelmente, também acarretaria custos adicionais ao projeto.

6.4.4 Pétala da Saúde e Felicidade

6.4.4.1 Ambiente Interno Saudável (Imperativo 09)

No que concerne ao Imperativo 09, do LBC, o empreendimento novamente conquista uma pontuação excelente, totalizando 12 dos 15 Créditos, do LEED. Como analisado no capítulo anterior, o Imperativo, do LBC, possui paralelos diretos com os Créditos proporcionados pelo LEED, sendo que o nível de exigência das duas certificações se assemelha neste quesito. Portanto, é válido assumir que o Imperativo 09, do LBC, poderia ser cumprido pelo empreendimento, sem adaptações e custos adicionais substanciais.

6.4.4.2 Performance do Ambiente Interno (Imperativo 10)

O projeto atinge altas pontuações no quesito qualidade do ambiente interno, no que concerne a Critérios estabelecidos no sistema LEED. Apesar de algumas de suas exigências também serem requeridas no LEED, o Imperativo 10 possui níveis de exigência bem maiores, sobretudo no que tange ao conforto térmico dos usuários e ao acesso a vistas da paisagem exterior e à luz natural. Adequar-se aos padrões do LBC, provavelmente, resultaria em custos e adaptações significativas ao projeto.

6.4.4.3 Acesso à Natureza (Imperativo 11)

Este é um dos Imperativos, cujo cumprimento exigiria um grande esforço adicional, caso se desejasse aplicá-lo no projeto da sede administrativa da Piracanjuba. Além de tudo o que foi já materializado, no âmbito de paisagismo e disponibilização de espaços externos de qualidade e com acesso à natureza, o projeto teria que desenvolver um plano para aumentar a conexão entre seus ocupantes e a natureza, estendendo-o, inclusive, aos espaços internos. As mudanças não necessariamente implicariam em altos custos adicionais, mas o esforço empregado para desenvolver e implementar tais soluções seria significativo.

6.4.5 Pétala dos Materiais

6.4.5.1 Materiais Responsáveis (Imperativo 12)

As características deste Imperativo serão analisadas no âmbito dos outros três Imperativos da Pétala dos Materiais, pelos motivos já expostos no Capítulo 5.

6.4.5.2 Lista Vermelha (Imperativo 13)

As restrições ao uso de uma extensa lista de materiais, conforme consta do Imperativo 13, do LBC, não encontra paralelo no LEED. A similaridade entre as duas certificações, neste aspecto, resume-se a restrições de uso, ou à total inadmissibilidade de uso para algumas substâncias específicas, como compostos CFC, cujo uso restrito foi respeitado no empreendimento estudado. Diante do fato de alguns dos materiais que se encontram presentes na Lista Vermelha terem sido utilizados no empreendimento, a sua adequação às exigências do Imperativo 13 dependeria da quantidade utilizada, de cada um destes produtos proibidos. Neste caso, o custo somado dos materiais proibidos empregados não poderia superar o limite de 10% do custo total dos materiais empregados.

6.4.5.3 Indústria Responsável (Imperativo 14)

O Imperativo 14 encontra paralelos no sistema LEED, pelo menos em parte de suas exigências. Notavelmente, na questão da madeira empregada, o Imperativo requer que, ao menos 80% do total, expresso em termos de volume ou custo, seja proveniente de fontes florestais certificadas pelo FSC. A sede administrativa da Piracanjuba excede ao demandado pelo LEED, de 25% das madeiras terem tal procedência, por uma larga margem, já que 59% de toda a madeira empregada no projeto é proveniente dessas fontes. A adequação ao requerido pelo LBC, neste quesito, no entanto, significaria prováveis investimentos adicionais ao projeto. Outra adaptação necessária seria a relativa à conformidade dos produtos empregados àqueles certificados pelos selos próprios do LBC, *Declare* e LPC. Neste caso, a localização do empreendimento, em sendo no Brasil, também se constituiria em fator de dificuldade adicional, visto que a maior parte dos produtos certificados pelas marcas acima identificadas são produzidos fora do território nacional.

6.4.5.4 Procedência Econômica Viva (Imperativo 15)

As exigências quanto à localização dos fornecedores dos materiais para o empreendimento, segundo estabelecido no LBC, não encontram paralelo no LEED. A localização do empreendimento, em Goiânia, na região centro-oeste do Brasil, é um ponto positivo sob este aspecto. Com a proximidade a fornecedores de materiais primários, como cimento e metais, o cumprimento do Imperativo seria relativamente mais simples. A adaptação do todo, no entanto, poderia apresentar um desafio logístico ao projeto.

6.4.5.5 Fluxo Positivo de Resíduos (Imperativo 16)

O Imperativo 16 do LBC, que trata sobre a gestão de resíduos, estabelece níveis de exigências semelhantes aos Critérios do LEED, neste quesito. Associado a isto, está o fato de o empreendimento do estudo ter conquistado pontuações excelentes, neste âmbito, resultantes de inovações e capacidade de adaptação. Portanto, este Imperativo seria, provavelmente, cumprido pelo caso estudado, sem necessidade de grandes adaptações ao projeto.

6.4.6 Pétala da Igualdade

6.4.6.1 Acesso Universal à Natureza Local (Imperativo 17)

O Imperativo 17 é, sem dúvidas, um dos que mais exigiria adaptações ao projeto estudado. Suas exigências de acesso universal e igualitário não encontram paralelo no LEED e, portanto, não são abordadas no projeto. Como o empreendimento se encontra no Transecto L5, este teria, a fim de cumprir as exigências do Imperativo, que investir em aspectos urbanísticos, que integrassem a comunidade local aos seus arredores, a ele adicionando móveis de rua, bancos, jardins e arte pública. Além disto, a acessibilidade geral aos espaços no entorno, assim como os caminhos que levam até a área do empreendimento, teriam que ser reprojatados.

6.4.6.2 Inclusão (Imperativo 18)

O Imperativo 18 requer o estímulo ao desenvolvimento da comunidade local, assim como a integração de grupos sociais vulneráveis. O LEED não aponta Critérios paralelos a serem atendidos, no tocante a estas exigências. Este Imperativo exigiria, pois, mudanças significativas no projeto, no que concerne os contratos de serviços, em todas as suas fases. Além disso, a exigência de, ao menos 20% dos contratos de projeto e/ou construção serem estabelecidos com organizações certificadas pelo JUST, ficaria inviabilizada no Brasil, havendo necessidade de sua adaptação ao contexto local.

6.4.7 Pétala da Beleza

6.4.7.1 Beleza + Biofilia (Imperativo 19)

O Imperativo 19 identifica o aspecto subjetivo da beleza como uma exigência, em adição ao aspecto biofílico e de conexão à natureza. O cumprimento deste Imperativo implicaria em adaptações significativas ao projeto, apesar de não necessariamente acarretar em significativos custos adicionais.

6.4.7.2 Inspiração e Educação (Imperativo 20)

O último Imperativo do LBC exige que os projetos a serem certificados cumpram uma série de medidas educativas, tanto em relação à sustentabilidade, como a características diversas do projeto. Estas demandas incluem a elaboração de manuais, com imagens ilustrativas dos itens contemplados pelo projeto, bem como a abertura do empreendimento ao público geral, uma vez ao ano. Nenhuma das exigências requer, necessariamente, investimento adicional significativo, e permitem à empresa apresentar os impactos positivos de seu projeto, no que concerne a aspectos sustentáveis da marca.

6.4.8 Resumo

A partir da análise individual de cada um dos Imperativos, definiu-se classificá-los em quatro categorias, quanto ao seu cumprimento pelo projeto:

- Potencialmente cumprido pelo projeto, não requerendo grandes adaptações ou custos adicionais;
- Potencialmente cumprido pelo projeto, requerendo apenas adaptações de caráter operacional, e/ou de baixo custo;
- Potencialmente cumprido pelo projeto, uma vez implementadas adaptações e/ou custos significativos;
- Necessidade de adaptação mais ampla das exigências ao contexto local.

As classificações dos Imperativos, de acordo com as quatro categorias acima, estão ilustradas no Quadro 27, abaixo.

Quadro 27 – Resumo das necessidades de adequação aos Imperativos do LBC

ADAPTAÇÃO NECESSÁRIA	IMPERATIVO
Pouca ou nenhuma (4 Imperativos)	4 Vida em Escala Humana
	5 Uso Responsável da Água
	9 Ambiente Interior Saudável
	16 Fluxo Positivo de Resíduos
Operacional e/ou de baixo custo (3 Imperativos)	1 Ecologia do Lugar
	2 Agricultura Urbana

	20 Educação + Inspiração
Grande e/ou com custos relevantes (10 Imperativos)	3 Mudança do Habitat
	6 Fluxo Positivo de Água
	7 Energia + Redução de Carbono
	8 Fluxo Positivo de Carbono
	10 Performance do Ambiente Interior
	11 Acesso à Natureza
	13 Lista Vermelha
	15 Procedência Econômica Viva
	17 Acesso Universal
	19 Beleza + Biofilia
Adaptação do Imperativo ao contexto local (3 Imperativos)	12 Materiais Responsáveis
	14 Indústria Responsável
	18 Inclusão

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu uma comparação entre as exigências de dois Sistemas de Certificação de Sustentabilidade: *Living Building Challenge* e LEED. Fica evidente, ao longo do estudo, a preocupação da Certificação LBC com os três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), enquanto que a Certificação LEED, constitui uma certificação mais comercialmente difundida, apresentando foco maior no caráter ambiental da sustentabilidade.

Encontrou-se, de modo geral, um nível mais alto de exigência por parte do LBC, mesmo para aqueles Critérios que encontram paralelos diretos no LEED. O caráter holístico e a necessidade de comprovação de desempenho, ao longo de, pelo menos 12 meses após a ocupação dos empreendimentos, apontam uma busca bastante exigente pelo ideal de impacto negativo zero sobre o meio-ambiente, por parte do LBC.

Outro ponto destoante está associado à busca, pelo LBC, de um ambiente construído que, não só evite os impactos negativos relacionados ao seu desenvolvimento, mas que gere impactos positivos, e que superem os negativos, para todas as partes interessadas. Essas partes interessadas não se limitam tão somente ao contexto do local do empreendimento, mas incluem aspectos micro e macro da sustentabilidade, que afetam a humanidade e a vida na Terra, como um todo. O aspecto micro fica evidente na sua preocupação com a justiça social e com os impactos positivos relacionados à comunidade. Quanto ao aspecto macro, ele é identificado em exigências, tais quais as requeridas, de fluxos positivos de água, carbono e resíduos.

No caso do LEED, a preocupação com os principais recursos do planeta, assim como no LBC, também se faz presente em diversos critérios. A principal diferença, quanto à dimensão ambiental da sustentabilidade, está na maior exigência, por parte do LBC, quanto à sustentabilidade dos produtos utilizados na construção, assim como à necessidade de exercer influência sobre a indústria, como um todo, e o estímulo à produção dos insumos da construção, de maneira descentralizada.

Apesar das várias virtudes do LBC, é possível fazer uma crítica, no que concerne à sua aplicabilidade na maior parte dos países, inclusive no Brasil. Algumas de suas exigências imperativas não são facilmente adaptáveis ao contexto local, como aquelas presentes nos

imperativos 12, 14 e 18. O LEED, por sua vez, buscou ativamente a sua adaptação às realidades de diversos países, esforço que, certamente, poderia ser empreendido também pelo LBC.

Neste último aspecto, em especial, pode-se constatar que o sistema de certificação LEED tem efetuado um considerável esforço para se adaptar a diferentes contextos. Apesar de sua extensa lista de Critérios e exigências específicas, é possível notar sua adaptabilidade e flexibilidade, em diversos pontos. Os resultados destes esforços podem ser notados, observando-se a grande difusão do sistema, em todo o mundo, apresentando diversos casos de sucesso, inclusive no Brasil. Esta adaptabilidade, no entanto, ocorre, muitas vezes, não em busca do almejado ideal de sustentabilidade, mas em resposta a interesses corporativos e mercadológicos.

A maior visibilidade comercial e publicitária por parte do LEED, também é um ponto diferencial. É possível entender que muitos empreendimentos busquem a certificação LEED, apenas visando as compensações financeiras e comerciais decorrentes. E esta convergência com o mercado é um fator essencial da forte propagação, que o sistema vem apresentando nos últimos anos; portanto, um equilíbrio entre sustentabilidade e mercado parece fazer parte da fórmula de seu sucesso.

O Estudo de Caso, em que se focou a presente monografia, permitiu ilustrar, de forma prática, as diferenças entre os dois Sistemas de Certificação de Sustentabilidade. Constatou-se, por meio do Estudo, que a Sede Administrativa da Piracanjuba, certificada pelo LEED com altíssima pontuação, teria de passar por uma série de adaptações para se adequar às exigências do LBC. Nas Pétales dos Materiais e da Igualdade, particularmente, as mudanças teriam que ser profundas. Deve ser destacado, porém, que, em relação a alguns Imperativos, do LBC, a localização do empreendimento no Brasil se constituiria em um obstáculo maior ao seu cumprimento.

Com uma ampla e detalhada análise das similaridades e diferenças entre os dois Sistemas de Certificação, percebeu-se que as certificações convergem em pontos importantes. O principal deles sendo a necessidade de mudança de mentalidade da sociedade, em relação ao ambiente construído, assim como de uma mais ampla difusão de práticas mais sustentáveis. Conclui-se, portanto, que ambos os sistemas contribuem para esta mudança fundamental, com sua crescente popularidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 20 abr. 2021.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2021. Disponível em: <<https://www.ashrae.org/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

AZAMBUJA, J. A. **Incompatibilidade entre o paradigma atual da construção e princípios de sustentabilidade: proposição de novo paradigma**. 2013. 380 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96499/000912529.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BRUNDTLAND, G. H. **Our common future – Report of the World Commission on Environment and Development**. Nova York: Nações Unidas, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em 20 abr. 2021.

CDPH – California Department of Public Health. **Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions from Indoor Sources using Environmental Chambers version 1.1**. 2010. Disponível em: <https://www.cdph.ca.gov/Programs/CCDCPHP/DEODC/EHLB/IAQ/CDPH%20Document%20Library/CDPH-IAQ_StandardMethod_V1_1_2010_ADA.pdf>. Acesso em 25 abr. 2021.

CIB / UNEP – IETC. **The International Council for Research and Innovation in Building and Construction / United Nations Environment Programme International Environment Technology Centre. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – A Discussion Document**. Pretoria, South Africa: CSIR, 2002.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG, 2009.

EPA – United States Environmental Protection Agency. Safer Choice Program. Disponível em <<https://www.epa.gov/saferchoice>>. Acesso em 25 abr. 2021.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 342 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91376/254818.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FSC BRASIL. **Forest Stewardship Council (FSC)**. Disponível em: <<https://br.fsc.org/pt-br/fsc-brasil>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

GBCBRASIL – Green Building Council Brasil. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2021

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. **Living Building Challenge 4.0: A visionary path to a regenerative future.** Seattle, 2019. Disponível em: <<https://livingfuture.org/lbc/resources/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. *Living Product Challenge.* Disponível em: <<https://living-future.org/lpc/>>. Acesso em 25 abr. 2021.

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. Red List (Lista Vermelha). Disponível em: <<https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/#about-the-lbc-red-list>>. Acesso em 25 abr. 2021.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. **Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro.** In: ENCONTRO NACIONAL, 2º ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1º. Canela/RS. Anais... Porto Alegre, 2001. p. 91-98.

LINNÉR, B. O.; SELIN, H. **The United Nations conference on sustainable development: Forty years in the making.** Environment and Planning C: Government and Policy, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 971–987, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1068/c12287>>. Acesso em 20 abr. 2021.

MEADOWS, D. H. et al. **The Limits to Growth.** Washington: Potomac, 1972.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos.** 2009. 121 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-842G7C/1/diserta__o_silvio_motta.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NATURAL STONE COUNCIL. **ANSI/NSC 373 Standard.** 2019. Disponível em: <<https://naturalstonecouncil.org/product/ansi-nsc-373-sustainability-standard>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

PASSOS, L. S. **A Sustentabilidade Segundo as Certificações do Sistema LEED: Edifícios corporativos em São Paulo (2007-2017).** 2019. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3903>>. Acesso em 25 abr. 2021.

PIRACANJUBA. 2021. **Certificação LEED.** Disponível em: <<https://leed.piracanjuba.com.br/index.html>>. Acesso em 20 abr. 2021.

PREFERRED BY NATURE. **Nature, Economy and People Connected.** Disponível em: <<https://preferredbynature.org/what-we-do>>. Acesso em 25 abr. 2021.

SEVERO, E. M. F. **Sustentabilidade das Habitações de Interesse Social nas Cidades de João Pessoa, Recife e São Paulo**. Universidade do Porto, 2018.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <<https://bdpi.usp.br/item/001336101>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

TELLO, R.; RIBEIRO, F. B. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2012.

UNECE - United Nations Economic Commission for Europe. 2021. Globally Harmonized System. 2021. Disponível em <<https://unece.org/about-ghs>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

USGBC (UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL). LEED v4 for Building Design and Construction. 2019. <Disponível em: <<https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>>. Acesso em 20 abr. 2021.