

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**NÍCOLLAS CREMA CORNELLI**

**SUSTENTABILIDADE E AS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL: ESTUDO DE CASO DA CERTIFICAÇÃO LEED EM EDIFÍCIO COMERCIAL  
NA CIDADE DE CANOAS/RS**

**São Leopoldo**  
**2022**

NÍCOLLAS CREMA CORNELLI

**SUSTENTABILIDADE E AS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL: ESTUDO DE CASO DA CERTIFICAÇÃO LEED EM EDIFÍCIO COMERCIAL  
NA CIDADE DE CANOAS/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Pacheco

São Leopoldo

2022

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me deram forças e apoio incondicional durante toda a graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir finalizar esta importante etapa da minha vida e por renovar as minhas forças nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Roberto e Regina, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial para alcançar esta grande conquista, a vocês, a minha eterna gratidão. Agradeço a minha irmã Roberta, pela companhia de todas as noites de estudos, principalmente pelas ajudas nos trabalhos relacionados à arquitetura e por me inspirar a escolher a engenharia civil como minha profissão.

Agradeço a minha professora orientadora Fernanda Pacheco, por todo o apoio, incentivo e conhecimento compartilhado durante este período de grande aprendizado. Ao meu chefe, Rafael Oliveira, por todos os conselhos e orientações na fase final da graduação.

A todos os meus amigos e familiares que me acompanharam e me compreenderam durante os períodos de ausência devido aos estudos, sempre me dando apoio e importante suporte. Agradeço em especial ao meu amigo Gabriel Pires, por todas as motivações e incentivos durante a fase final do trabalho.

Por fim, um agradecimento ao meu grande amigo e dupla da graduação, Marcelo Dilkin, que sempre esteve comigo, desde o primeiro até o último semestre, por todos os trabalhos, provas, jantas no RU e pelos momentos que compartilhamos juntos.

## RESUMO

A indústria da construção civil representa um setor que gera diversos impactos significativos ao meio ambiente, seja através do consumo de recursos naturais, geração de resíduos ou pela emissão de gases do efeito estufa. Ao mesmo tempo, apresenta grande importância no meio econômico e social, através da geração de empregos e de renda para a população. Como forma de administrar os três pilares da sustentabilidade na construção civil, as certificações ambientais surgem como resposta ao desenvolvimento sustentável no quesito de melhorar o desempenho econômico das edificações com menores impactos ambientais e beneficiar a qualidade de vida dos usuários durante o uso da edificação através da adoção de práticas sustentáveis. Como exemplo, pode-se citar a certificação LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*. Esse estudo de caso aborda a aplicação da certificação LEED em um empreendimento comercial no município de Canoas. Para tal, foram avaliadas as estratégias e diretrizes adotadas pela construtora para o atendimento dos requisitos exigidos pelas diversas categorias da certificação. Ainda, foram analisados os possíveis aprimoramentos, seja durante a fase de projeto ou de execução, para determinar se o empreendimento apresentaria condições de obter maiores pontuações. O empreendimento foi classificado como Platina, o maior nível da certificação, com 81 pontos e como resultados dessa pesquisa, percebeu-se que os benefícios econômicos e ambientais obtidos foram diversos, dentre eles, uma redução de 40,3% do consumo de energia e 36,54% do consumo hídrico durante a fase de uso, a partir da adoção de tecnologias eficientes e o correto dimensionamento de sistemas de ar-condicionado, exaustão, água quente e iluminação. A utilização de telhados verdes permitiu a redução da formação de ilhas de calor nos centros urbanos e uma permeabilidade maior no terreno, além de possibilitar um maior contato com o meio ambiente como forma de interação social entre os usuários da edificação. Percebeu-se ainda que o empreendimento apresentou possibilidade de aumento para 102 pontos se fossem planejados e implementados aprimoramentos durante a fase de projeto ou de execução, sendo a fase de projeto essencial para a otimização dos benefícios provindos das questões sustentáveis adotadas na edificação.

**Palavras-chave:** construção civil, sustentabilidade, certificação ambiental, LEED

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões da Sustentabilidade .....	17
Figura 2 – Estrutura da Construção Sustentável.....	24
Figura 3 – Processo de certificação do AQUA-HQE .....	28
Figura 4 – Exigências relativas ao documento QAE .....	29
Figura 5 – Níveis e pontuações exigíveis do Selo Casa Azul .....	32
Figura 6 – Tipologias da certificação LEED.....	36
Figura 7 – Categorias avaliadas na certificação LEED na versão 4.0.....	38
Figura 8 – Fachada principal do empreendimento em estudo.....	44
Figura 9 – Etapas da pesquisa .....	46
Figura 10 – Localização do empreendimento.....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Divisão da autenticação LEED nas regiões brasileiras .....	41
Gráfico 2 – Divisão da certificação LEED por nível no Brasil .....	42
Gráfico 3 – Porcentagens de aproveitamento por categoria .....	71
Gráfico 4 – Classificação dos pontos não atingidos .....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão ambiental .....	20
Quadro 2 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão social.....	21
Quadro 3 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão econômica .....	22
Quadro 4 – Princípios da construção sustentável .....	23
Quadro 5 – Histórico das certificações ambientais.....	25
Quadro 6 – Benefícios da certificação AQUA-HQE.....	27
Quadro 7 – Categorias da certificação AQUA-HQE .....	29
Quadro 8 – Classificações possíveis da certificação AQUA-HQE.....	30
Quadro 9 – Certificações disponíveis pela GBC Brasil .....	35
Quadro 10 – Tipologias da certificação LEED e aplicações.....	37
Quadro 11 – Categoria da certificação de terrenos sustentáveis .....	49
Quadro 12 – Categoria da certificação de eficiência no uso da água .....	55
Quadro 13 – Categoria da certificação de energia e atmosfera .....	57
Quadro 14 – Categoria da certificação de materiais e recursos.....	61
Quadro 15 – Categoria da certificação de qualidade do ambiente interno .....	64
Quadro 16 – Categoria da certificação de inovação e <i>design</i> .....	68
Quadro 17 – Categoria da certificação de prioridades regionais.....	69
Quadro 18 – Classificação das pontuações não atingidas da categoria terrenos sustentáveis .....	76
Quadro 19 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria eficiência no uso da água.....	78
Quadro 20 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria energia e atmosfera .....	80
Quadro 21 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria materiais e recursos.....	81
Quadro 22 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria qualidade do ambiente interno.....	83
Quadro 23 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria prioridades regionais.....	86
Quadro 24 – Classificação das pontuações não atingidas .....	87

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Períodos de vigência das versões do LEED .....	35
Tabela 2 – Pontuações necessárias para cada nível de certificação do LEED.....	39
Tabela 3 – Comparativo de redução no consumo de energia (kWh/ano) .....	60
Tabela 4 – Porcentagens de aproveitamento da certificação.....	71
Tabela 5 – Resumo da classificação dos pontos não atingidos .....	88

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA-HQE	Alta Qualidade Ambiental
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CFC	Clorofluorcarboneto
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
FCAV	Fundação Carlos Alberto Vanzolini
GBC	<i>Green Building Council</i>
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilating and Air Conditioning</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PIB	Produto Interno Bruto
PPM	Partes por milhão
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
SGE	Sistema de Gestão Empresarial
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
WGBC	<i>World Green Building Council</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 Tema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Delimitação do tema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3 Problema</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.4.1 Objetivo geral .....	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
<b>1.5 Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Construção sustentável</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2 Certificações ambientais na construção civil</b> .....	<b>24</b>
2.2.1 AQUA-HQE .....	26
2.2.2 Procel Edificações .....	30
2.2.3 Selo Casa Azul .....	31
<b>2.3 Certificação LEED</b> .....	<b>32</b>
2.3.1 Histórico .....	34
2.3.2 Tipologias da certificação .....	35
2.3.3 Método de validação .....	37
2.3.4 Processo de obtenção.....	40
2.3.5 Aplicações no Brasil .....	41
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
<b>3.1 Estudo de caso</b> .....	<b>43</b>
3.1.1 Apresentação do objeto de estudo .....	44
<b>3.2 Etapas do programa experimental</b> .....	<b>46</b>
3.2.1 Diagnóstico do estudo de caso .....	46
3.2.2 Proposição de melhoria.....	47
3.2.2.1 Complementação de análise por questionário com os profissionais envolvidos .....	47
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>4.1 Diagnóstico do estudo de caso</b> .....	<b>49</b>
4.1.1 Terrenos sustentáveis .....	49
4.1.2 Eficiência no uso da água .....	55

4.1.3 Energia e atmosfera .....	57
4.1.4 Materiais e recursos .....	61
4.1.5 Qualidade do ambiente interno .....	63
4.1.6 Inovação e <i>design</i> .....	68
4.1.7 Prioridades regionais.....	69
4.1.8 Análise geral dos benefícios obtidos .....	70
<b>4.2 Proposição de melhoria.....</b>	<b>75</b>
4.2.1 Terrenos sustentáveis .....	76
4.2.2 Eficiência no uso da água .....	78
4.2.3 Energia e atmosfera .....	79
4.2.4 Materiais e recursos .....	81
4.2.5 Qualidade do ambiente interno .....	83
4.2.6 Prioridades regionais.....	86
4.2.6 Análise geral das pontuações não atingidas .....	86
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DOS CRÉDITOS NÃO ATINGIDOS.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO A – RELATÓRIO FINAL DA CERTIFICAÇÃO LEED.....</b>	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade está cada vez mais presente nas atividades humanas sendo justificável pelo grande crescimento populacional nas cidades, conhecimento da finitude dos recursos naturais e altas taxas de emissões de gases prejudiciais ao meio ambiente (TAMURA, 2020). A partir desta realidade, a construção civil se encaixa de modo a conciliar os três pilares básicos do conceito sustentável: desenvolvimento econômico, social e ambiental.

A indústria da construção civil representa um dos maiores setores da economia mundial, pois colabora com 13% do Produto Interno Bruto (PIB) global e são gastos anualmente cerca de US\$10 trilhões em produtos ou serviços relacionados a este setor. Com crescimento na produtividade de aproximadamente 1% ao ano nas últimas duas décadas e cerca de 7% da população mundial envolvida neste ramo, a construção civil possibilita o desenvolvimento econômico dos países através da geração de empregos e melhoria da qualidade de vida da população (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017).

No âmbito nacional, este setor também representa um relevante parâmetro para o crescimento econômico do país. Responsável por empregar cerca de 7 milhões de pessoas e representa 7% do Produto Interno Bruto (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2021). Apesar dos benefícios econômicos e sociais envolvidos neste setor, a construção civil se torna responsável por diversos impactos ambientais devido ao elevado consumo de energia, emissão de gases de efeito estufa, geração de resíduos e consumo de recursos naturais (AGOPYAN; JOHN, 2011).

As edificações residenciais e comerciais no Brasil consomem cerca de 50% do total da eletricidade consumida pelo país (BRASIL, 2015). Conforme o panorama Abrelpe 2020, o Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos anualmente, sendo 44,5 milhões de toneladas de resíduos da construção e demolição (RCD), ou seja, mais da metade dos resíduos gerados são oriundos da construção civil (ABRELPE, 2020).

Desta forma, os países estão implementando cada vez mais o conceito de desenvolvimento sustentável nas suas edificações, de forma a minimizar os impactos ambientais gerados por este setor. Como medida de promover e fiscalizar as edificações sustentáveis, foram elaboradas as certificações ambientais, as quais

já existem mais de setenta conselhos mundiais que avaliam o desempenho do ambiente construído perante às exigências econômicas, sociais e ambientais (KIBERT, 2020).

A aplicação dessas certificações necessita de estudos que possam mensurar seu impacto, além de difundir sua aplicação, visando a referida sustentabilidade. Assim sendo, a presente pesquisa avaliará a aplicação da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) em um empreendimento.

## **1.1 Tema**

O desenvolvimento sustentável representa uma forma de evoluir a economia suprimindo as necessidades da população atual, de modo a não prejudicar o futuro das demais gerações. Neste contexto, a construção civil representa um importante setor para o desenvolvimento sustentável, pois impacta diretamente a economia e, principalmente, o meio ambiente, devido ao envolvimento de uma ampla cadeia produtiva: desde a extração e transporte de matérias-primas até a destinação dos resíduos gerados, ocasionando um alto consumo de recursos naturais e geração de resíduos (AGOPYAN; JOHN, 2011).

A certificação ambiental é um instrumento utilizado na indústria da construção civil como forma de diminuir os impactos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável. Através desta ferramenta, são avaliados pelos órgãos responsáveis, diversos condicionantes e requisitos que possibilitam as edificações de se tornarem mais eficientes durante as fases de execução e operação.

Portanto, este trabalho visa o estudo da aplicação de certificações ambientais como forma de reduzir os impactos ambientais provocados durante a vida útil de uma construção, de modo que também promova o desenvolvimento econômico e social.

## **1.2 Delimitação do tema**

A certificação LEED é um sistema de classificação de empreendimentos internacionalmente reconhecido e desenvolvido pela organização não governamental USGBC (*United States Green Building Council*) que busca incentivar a execução de empreendimentos sustentáveis. Através da certificação, são

avaliados requisitos como eficiência energética, nível de emissão de gases de efeito estufa, gestão de recursos hídricos e naturais, dentre outros aspectos que tem como objetivo implementar a sustentabilidade nos edifícios.

A certificação pode ser utilizada em todas as fases da construção, desde reformas até operações e manutenções de edifícios já existentes e através dela se avalia diversos requisitos, por meio de pontuações, no âmbito social, econômico e ambiental de uma edificação.

### **1.3 Problema**

Como alcançar empreendimentos sustentáveis, tanto na fase de projeto e execução quanto na etapa de uso e operação, através das certificações ambientais, como especificamente o LEED?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo geral**

Avaliar as estratégias utilizadas para a obtenção da certificação LEED no empreendimento comercial localizado em Canoas/RS e analisar possíveis melhorias que possam incrementar no processo de qualificação.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar as tecnologias e métodos utilizados para a obtenção da certificação LEED na edificação;
- b) Verificar possíveis melhorias que aumentariam o nível da pontuação no processo de certificação do empreendimento.

### **1.5 Justificativa**

A indústria da construção civil representa um importante setor da economia no mundo, a qual é responsável por atender as necessidades da sociedade através de obras de infraestrutura, transportes, saneamento, edificações que devem

promover qualidade de vida e conforto para a população. Ao mesmo tempo, este importante setor movimenta uma cadeia produtiva de materiais e componentes da construção que provocam impactos ambientais, sociais e econômicos desde as decisões de projetos, como escolha do padrão arquitetônico, localização da obra e método construtivo a ser adotado que afetam diretamente o consumo de recursos naturais e de energia, até a etapa final da edificação, onde ocorre a demolição do edifício e se gera enormes quantidades de resíduos (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Dentro desta realidade, as certificações ambientais se tornam um importante meio dos governos mundiais explorarem e aprimorarem as edificações sustentáveis em seus países. Através destes instrumentos, há um incentivo para que os empreendimentos sejam realizados com menor impacto ambiental e maiores lucros, a partir de tecnologias que garantem a qualidade e conforto para os usuários das edificações (MARJABA; CHIDIAC, 2016).

Como exemplo de aplicação pode-se citar o estádio Governador Magalhães Pinto. Esse estádio está localizado na cidade de Belo Horizonte em Minas Gerais e foi inaugurado em 1965. Entre os anos de 2010 e 2014, foi reformado para receber a Copa do Mundo no Brasil em 2014, entretanto, o BNDES apresentou como exigência para o financiamento da realização dos serviços o atendimento de padrões sustentáveis na sua estrutura. Como resultado, se tornou o segundo estádio do mundo a receber a certificação LEED e o primeiro estádio do Brasil a alcançar o nível mais alto da certificação: Platina (RODRIGUES et al., 2019).

Com a certificação LEED, o estádio atingiu diversos benefícios nos três pilares da sustentabilidade, como a redução de aproximadamente 70% do consumo de água potável, devido à utilização de reservatórios com altos volumes de captação de água pluvial e sistema de irrigação mais eficiente, diminuição de 43,73% do consumo de energia anual através da instalação de painéis fotovoltaicos e o reaproveitamento de cerca de 80% dos resíduos gerados durante a sua reforma. No âmbito social, foram adotadas medidas que melhoram a qualidade do ar interno para os usuários, como a utilização de materiais dentro dos limites de compostos prejudiciais à saúde, a proibição do fumo no interior e próximo à edificação e tecnologia de controle de pulverulência durante a limpeza dos ambientes do estádio (RODRIGUES et al., 2019).

No aspecto econômico, estima-se uma diminuição nos gastos anuais no valor de R\$ 1.987.834,06 através das tecnologias adotadas como a utilização de uma alta

quantidade de painéis fotovoltaicos e o reaproveitamento de águas pluviais. Destaca-se ainda que esta redução de custos, em um cenário de 25 anos, já compensaria o valor de 15,3% investimento inicial para o atendimento dos requisitos da certificação (OLIVEIRA; FARIA, 2019).

A reforma do estádio representa uma importante obra nacional no eixo da sustentabilidade, visto que através da certificação surgiram diversos benefícios tanto no eixo econômico, quanto no social e ambiental. Desta forma, tem-se através desse exemplo que as certificações ambientais devem ser incentivadas no país de forma a ampliar a sua utilização e possibilitar os diversos benefícios na área da construção civil. Justifica-se, assim, a realização da presente pesquisa.

## 2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A definição de desenvolvimento sustentável surgiu em 1987, através da Comissão de Brundtland, devido à preocupação do esgotamento dos recursos naturais relacionado ao elevado crescimento populacional e aos impactos ambientais gerados pelo desenvolvimento econômico dos países. O Relatório de Brundtland, definiu que a solução seria os países adotarem padrões de consumo que atendessem às necessidades da humanidade sem comprometer as necessidades das futuras gerações, sendo o conceito de desenvolvimento sustentável conforme o relatório publicado (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Após a Comissão de Brundtland, os governos mundiais realizaram algumas conferências, dentre elas, destaca-se a Rio-92, a qual teve como objetivo consagrar o desenvolvimento sustentável através de planos de ações que preservassem o meio ambiente e não impedissem o desenvolvimento econômico dos países. Como consequência, a Agenda 21 é um documento assinado por vários países durante a conferência que descreve estratégias para a construção de uma sociedade sustentável (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Percebe-se então a preocupação das organizações e dos governos mundiais relacionados ao tema sustentabilidade, o qual praticamente busca o equilíbrio nas três dimensões deste termo: ambiental, econômico e social (MOTTA; AGUILAR, 2009), como ilustra a Figura 1. O desenvolvimento sustentável deve, conforme Agopyan e John (2011, p.13), “Fazer a economia evoluir, atendendo às expectativas da sociedade e mantendo o ambiente sadio para esta e para as futuras gerações”.

Figura 1 – Dimensões da Sustentabilidade



Fonte: MOTTA; AGUILAR (2009, p. 89)

A indústria da construção civil representa um importante setor no âmbito da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, visto que suas atividades geram diversos impactos sobre os aspectos econômico, ambiental e social. Através das construções e reformas de diversas tipologias de obras, percebe-se a geração de empregos, comércio de materiais e envolvimento no setor mobiliário dos empreendimentos, promovendo a movimentação socioeconômica dos países (LARUCCIA, 2014).

Apesar dos benefícios econômicos e sociais provindos pela construção civil, como a melhoria da qualidade de vida da população, este ramo industrial representa uma atividade humana que provoca grandes impactos ao meio ambiente. O setor se caracteriza como um significativo consumidor de recursos naturais perceptível durante toda a fase executiva de uma construção, desde a fabricação dos insumos até a fase de operação, durante a vida útil da edificação (CAMPOS; MATOS; BERTINI, 2015).

Nos Estados Unidos, estima-se que o setor da construção consome 40% dos materiais extraídos pelo país e aproximadamente 90% de todos os recursos naturais extraídos estão presentes nas construções existentes. Além disso, no país são gerados anualmente cerca de 145 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (KIBERT, 2020).

A construção civil também representa uma grande responsabilidade pelas elevadas emissões de CO<sub>2</sub> e gases de efeito estufa no planeta. De acordo com McKinsey Global Institute (2021), cerca de 40% das emissões globais de CO<sub>2</sub> são emitidas de forma direta ou indiretamente pela construção civil e 25% das emissões globais de gases de efeito estufa também são geradas pelo setor por conta de dois fatores: produção de insumos, como cimento e aço, além do uso e operação dos edifícios.

A construção sustentável surge como resposta do setor da construção civil frente a estes impactos ambientais que promovem as mudanças climáticas, esgotamento de recursos naturais e desmatamento (KIBERT, 2020) e é abordada no próximo tópico.

## 2.1 Construção sustentável

O conceito de construção sustentável está relacionado com “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002 *apud* MOTTA 2009 p. 29).

A construção sustentável busca reduzir o custo de operação do empreendimento de forma a causar menores impactos ambientais e promover a melhoria da qualidade de vida e satisfação do cliente e do usuário (SILVA, 2003). No estudo de Motta (2009) foram realizados quadros que relacionam os capítulos da Agenda 21 com as possibilidades de ações da indústria da construção civil na prática do desenvolvimento sustentável. Os quadros a seguir foram separados nas três vertentes da sustentabilidade: dimensão ambiental, social e econômica.

Quadro 1 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão ambiental

Dimensão Ambiental		
Meta Geral	Meta Específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Atmosfera	Mudança climática	Evitar gases causadores do efeito estufa
	Prejuízos à camada de ozônio	Evitar materiais cujo uso e/ou produção emitam substâncias nocivas à camada de ozônio
	Qualidade do ar	Evitar poluentes do ar em áreas urbanas
Solo	Poluição do solo	Evitar poluição do solo
		Gestão de resíduos de construção
	Florestas	Seleção de área: evitar danos aos ecossistemas
		Usar madeira certificada
	Desertificação e erosão	Cuidados na preparação do sítio
		Cuidados para drenagem natural do terreno
	Urbanização e assentamentos	Seleção da área: direcionar crescimento urbano
Seleção da área: priorizar vazios urbanos com infraestrutura		
Evitar densidades de ocupação baixas		
Oceanos, mares e costa	-	Evitar poluição
		Ocupar adequadamente áreas litorâneas
Água doce	Quantidade de água	Conservar e reduzir o consumo de água
		Manter a permeabilidade do solo
Água doce	Qualidade da água	Tratar dos efluentes do ambiente construído
		Evitar efluentes geradores de eutrofização
Saneamento	-	Prever infraestrutura de saneamento básico
Biodiversidade	Ecossistemas e espécies chaves	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas
		Estudar o impacto ambiental
		Conservar a vegetação

Fonte: Adaptado de Silva (2003) *apud* Motta (2009, p.30)

Quadro 2 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão social

Dimensão Social		
Meta Geral	Meta Específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Justiça social	Minimização da pobreza	Gerar empregos diretos e indiretos com salários adequados
	Igualdade de gênero'	Reduzir desigualdade de salários e oportunidades para homens e mulheres
	Relações trabalhistas	Política de remuneração justa
	Comunidades locais	Uso de mão de obra local
Saúde	Qualidade do ambiente interno	Eliminar materiais com compostos orgânicos voláteis
		Priorizar circulação natural de ar
		Limpeza e renovação do ar
	Saúde e segurança do trabalho	Proporcionar infraestrutura e equipamentos adequados
		Proporcionar condições ergonômicas de trabalho
		Política de redução de acidentes
	Condições sanitárias	Acesso à abastecimento de água tratada
		Acesso à infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto
		Destinar apropriadamente o lixo e resíduos sólidos
Infraestrutura urbana	Edifícios	Seleção das áreas: priorizar proximidade de parques e áreas de lazer públicas
		Construir áreas públicas nos edifícios
	Transporte	Incentivar o uso de transporte coletivo e/ou limpos (exemplo: bicicleta)
		Reduzir o impacto sobre o sistema viário e de transporte existente
	Habitação	Participar de política de redução da deficiência habitacional
		Participar de política de melhoria de habitações precárias, formais e informais

Fonte: Adaptado de Silva (2003) *apud* Motta (2009, p.31)

Quadro 3 – Práticas de sustentabilidade na construção civil na dimensão econômica

Dimensão Econômica		
Meta Geral	Meta Específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Estrutura econômica	Recursos e mecanismos financeiros	Investir em tecnologias mais eficientes e limpas
		Financiar iniciativas, políticas e programas para aumento de sustentabilidade
	Desempenho econômico	Aumentar a qualidade do produto e de processos
		Aumentar o ciclo de vida do ambiente construído
		Alocar eficientemente os recursos
		Prever custos ambientais e sociais no valor final
	Padrões de produção e consumo	Consumo de materiais
Utilizar de modo eficiente os materiais		
Reduzir o desperdício e resíduos da construção		
Gestão para melhoria da qualidade da construção		
Aumentar a durabilidade dos materiais.		
Planejar a manutenção da edificação		
Otimizar o uso do espaço: projeto		
Gestão de resíduos		Reutilizar e/ou reciclar componentes
		Reutilizar e/ou reciclar resíduos de construção
		Implantar programa de coleta seletiva durante a construção e no uso da edificação
		Dispor adequadamente o resíduo de construção
Uso de energia		Projeto com estratégias de eficiência no consumo de energia
		Reduzir o uso de energia durante a construção
		Priorizar materiais com menor energia incorporada
		Utilizar energia renovável
Uso da água		Projeto com estratégias de eficiência no consumo de água
		Utilizar fontes alternativas de abastecimento de água: águas pluviais, reúso de água e outros
		Programas de conscientização no uso da água
Transporte		Priorizar materiais locais
		Priorizar mão de obra e serviços locais
Divulgação		Instrumento de informação ao consumidor

Fonte: Adaptado de Silva (2003) *apud* Motta (2009, p.33)

Para cada um desses quadros são apresentadas metas gerais, metas específicas e as práticas possíveis de sustentabilidade no ambiente construído.

As construções sustentáveis são uma forma da indústria da construção civil mitigar os impactos ambientais através de alternativas como a redução do consumo de energia de uma edificação, escolha de materiais ecológicos, aproveitamento de água pluvial e tantas outras opções que podem ser escolhidas durante a elaboração do projeto que afetam tanto a construção quanto a pós-ocupação. Estes fatores também influenciam no desempenho econômico da edificação e conseqüentemente na qualidade de vida dos usuários dos empreendimentos (CECCHETTO et al., 2015).

Conforme Kibert (1994) *apud* Kibert (2020, p.10), os princípios da construção sustentável estão divididos em sete itens, conforme o quadro 4.

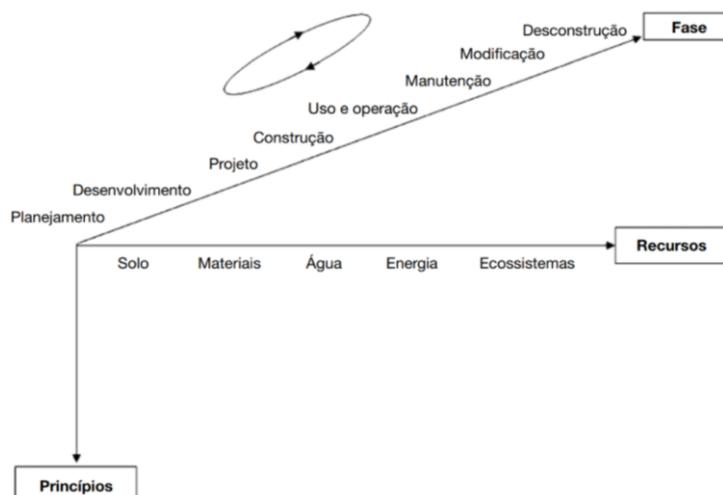
Quadro 4 – Princípios da construção sustentável

<b>Princípios da Construção Sustentável</b>
Reduzir o consumo de recursos (reduzir)
Reutilizar recursos (reutilizar)
Utilizar fontes renováveis (reciclar)
Proteger a natureza (natureza)
Eliminar componentes tóxicos (tóxico)
Aplicar o custo de ciclo de vida (economia)
Focar a qualidade (qualidade)

Fonte: Adaptado de Kibert (1994 *apud* Kibert 2020, p. 10)

Os princípios da construção sustentável devem ser aplicados durante todo o ciclo de vida de uma edificação, desde o planejamento, projeto, execução, uso e operação, manutenção, modificação até a desconstrução ou demolição (KIBERT, 2020). A figura 2 representa os princípios da construção sustentável em todas as fases da edificação que se aplicam nos recursos de uma construção, como solo, materiais, água, energia e ecossistemas.

Figura 2 – Estrutura da Construção Sustentável



Fonte: KIBERT (2020, p. 10)

Como forma de aplicar e avaliar os princípios de uma construção sustentável, se torna fundamental a adoção de políticas consistentes adequadas para o setor que beneficiam os aspectos econômicos, ambientais e sociais de uma edificação, como a minimização dos impactos ambientais, redução de custos e melhoria da qualidade de vida dos usuários. Dentre as políticas aplicadas, destaca-se o uso de certificações ambientais como forma de classificação e avaliação dos empreendimentos nos requisitos da sustentabilidade (SILVA, 2003).

## 2.2 Certificações ambientais na construção civil

A certificação ambiental é uma ferramenta que possibilita a avaliação de construções sustentáveis a partir da utilização de documentos com diversos requisitos a serem atendidos pela edificação, os quais conferem pontuações e classificações sobre o desempenho dos empreendimentos nos pilares da sustentabilidade (KIBERT, 2020). Através das certificações são analisados diversos requisitos que conferem parâmetros como eficiência hídrica e energética, geração de resíduos, qualidade do ar interno, dentre outros aspectos que apresentam melhorias no custo e na qualidade de vida dos usuários da edificação (CÔRTEZ et al., 2011)

As certificações ambientais começaram a surgir a partir do ano de 1990 com o surgimento do primeiro selo de avaliação de construções sustentáveis BREEAM, na Inglaterra. Em 1996 foi elaborada a certificação francesa HQE como forma de

analisar os impactos das construções no meio ambiente e em 1999 houve o surgimento da certificação americana LEED (COSENTINO, 2017). O quadro 5 apresenta em ordem cronológica o histórico do surgimento das certificações no mundo.

Quadro 5 – Histórico das certificações ambientais

Ano de criação	Selo de Certificação	Características
1990	BREEAM	Selo inglês, que atua em diversos países e utiliza medidas de avaliação de desempenho internacionais.
1996	HQE	Selo francês, que promove recomendações como alvos ambientais.
1996	SBTool	Estrutura genérica de classificação do desempenho de edifícios e projetos sustentáveis. Desenvolvido pela iiSBE ( <i>International Initiative for a Sustainable Built Environment</i> ), originalmente canadense. Serviu de base para certificações na República Tcheca (SBToolCZ), Portugal (SBToolPT), Itália ( <i>Protocollo ITACA</i> ) e Espanha (Verde).
1999	LEED	Sistema internacional (desenvolvido na América do Norte) de certificação e orientação ambiental para as edificações.
2002	CASBEE	Sistema de certificação japonês de gestão da construção sustentável.
2004	NABERS	Selo australiano, utiliza medidas de avaliação de desempenho, cobre categorias de energia, água, desperdício e ambiente interno.
2008	AQUA	Selo brasileiro baseado no HQE e adaptado ao Brasil. Trabalha junto com o sistema de gestão do empreendimento desde o início, promovendo o controle total da construção.
2009	DGNB	Selo alemão de certificação ambiental, pode ser adaptado às condições locais diversas. Utiliza seis critérios de avaliação, com quatro níveis para certificação.
2010	SELO CASA AZUL	É uma classificação socioambiental dos projetos habitacionais financiados pela Caixa.
2014	PROCEL EDIFICA	Identifica e classifica a eficiência energética de edificações em certas categorias. É um instrumento de adesão voluntária.

Fonte: Adaptado de Cosentino; Martins Borges (2016, p. 375)

Conforme percebe-se no Quadro 5, até o ano de 2014, contou-se com 10 certificações ambientais. Diversos países apresentam o próprio sistema de certificação como forma de alcançar as metodologias e abordagens que mais se adaptam à realidade e às necessidades de sustentabilidade em seu território. Em algumas certificações, são incluídas legislações e normas locais além de atenderem diversas tipologias de edificação, desde simples moradias até complexos hospitalares, como forma de tornar este processo mais acessível para os empreendimentos (KEOLEIAN; SCHEUER, 2002). Dentre essas certificações, muitas estão cada vez mais adaptando as suas metodologias para o atendimento a nível global (COSENTINO, 2017).

As certificações englobam muitas vezes nos seus mecanismos de avaliação todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a fase de projeto até a sua demolição e para as edificações existentes ainda podem realizar adaptações necessárias para torná-las acessíveis à autenticação. Durante a etapa de projeto são definidos os principais aspectos do empreendimento, como a localização no terreno, definição de materiais e do processo construtivo a ser executado, os quais afetam diretamente no desempenho da edificação. Desta forma, os sistemas de avaliação devem ser abordados desde a fase inicial de projeto para determinar a escolha de fatores importantes e evitar possíveis adversidades durante o processo de certificação (AMARAL, 2013).

### 2.2.1 AQUA-HQE

O AQUA-HQE é um processo de certificação voltado para a classificação das construções sustentáveis, desenvolvida a partir da certificação francesa *Haute Qualité Environnementale*. Este sistema foi lançado em abril de 2008 no Brasil pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV) em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e somente pode ser aplicada pela Fundação Vanzolini (FCAV, 2020).

Apesar do referencial técnico da certificação apresentar origem estrangeira, todas as suas documentações foram adaptadas pela Fundação Vanzolini de acordo com as condições, normas técnicas e regulamentações brasileiras. O processo de certificação pode ser atribuído a qualquer tipo de edifício, como residencial,

comercial e de serviços, podendo ser aplicado tanto em construção nova quanto em reformas (FCAV, 2020).

Conforme Accioly (2017, p. 59),

O principal objetivo do HQE, e sendo assim também do AQUA-HQE, é o de conferir alta qualidade ambiental aos empreendimentos novos ou em reabilitação, através de implementação de estratégias de sustentabilidade em projetos e um sistema de gestão ambiental de projetos e operações, que estruture e controle todo o processo.

Conforme FCAV (2020), a certificação AQUA-HQE fornece diversos benefícios para os empreendedores, os usuários e o meio socioambiental, como pode observar no quadro 6.

Quadro 6 – Benefícios da certificação AQUA-HQE

<b>Categoria</b>	<b>Benefícios</b>
Empreendedor	Provar a Alta Qualidade Ambiental de sua edificação; Diferenciar portfólio no mercado; Aumentar a velocidade de vendas; Manter o valor do patrimônio; Melhorar a imagem da empresa; Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades; Economia de recursos nas obras e na operação.
Usuários	Economias de água e energia; Menores custos de condomínio; Melhores condições de conservação e manutenção da edificação; Melhores condições de conforto e saúde nos ambientes e nos espaços; Melhor qualidade de funcionamento dos sistemas da edificação; Maior valor patrimonial; Melhor qualidade de vida.
Sociedade e Meio Ambiente	Menor demanda sobre a infraestrutura urbana; Menor demanda de recursos hídricos e energéticos; Redução das emissões de gases de efeito estufa e poluentes; Menor impacto à vizinhança; Redução de resíduos e valorização; Gestão de riscos naturais e tecnológicos sobre solo, água, ar, etc.

Fonte: Adaptado de FCAV (2020)

Para a obtenção da certificação AQUA-HQE é necessária a implantação de dois referenciais técnicos: o “Sistema de Gestão do Empreendimento” (SGE) e a “Qualidade Ambiental do Edifícios” (QAE) (FCAV, 2020). As etapas do processo de certificação do AQUA-HQE podem ser observadas na figura 3:

Figura 3 – Processo de certificação do AQUA-HQE



Fonte: FCAV (2016) *apud* Accioly (2017, p. 63)

No documento Sistema de Gestão do Empreendimento são abordadas diversas exigências relacionadas à qualidade ambiental divididas em quatro etapas: Comprometimento do empreendedor, implementação e funcionamento, gestão do empreendimento e aprendizagem. O empreendedor é o responsável pela implementação, acompanhamento e melhoria do sistema durante as três fases do empreendimento (pré-projeto, projeto e execução), de forma a atingir as exigências propostas e sugerir ações corretivas quando não alcançadas (FCAV, 2016).

O documento da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) para edifícios em construção se subdivide em quatorze categorias da sustentabilidade, sendo separados por quatro temas, conforme demonstra o quadro 7.

Quadro 7 – Categorias da certificação AQUA-HQE

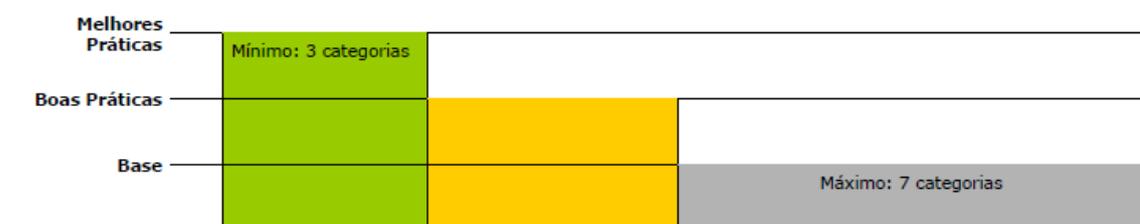
MEIO AMBIENTE	ENERGIA E ECONOMIA	CONFORTO	SAÚDE E SEGURANÇA
<b>Categoria 1</b> Edifício e seu entorno	<b>Categoria 4</b> Energia	<b>Categoria 8</b> Conforto higrotérmico	<b>Categoria 12</b> Qualidade dos espaços
<b>Categoria 2</b> Produtos, sistemas e processos construtivos	<b>Categoria 5</b> Água	<b>Categoria 9</b> Conforto acústico	<b>Categoria 13</b> Qualidade do ar
<b>Categoria 3</b> Canteiro de Obras	<b>Categoria 7</b> Manutenção	<b>Categoria 10</b> Conforto visual	<b>Categoria 14</b> Qualidade da água
<b>Categoria 6</b> Resíduos		<b>Categoria 11</b> Conforto olfativo	

Fonte: Adaptado de FCAV (2016)

O nível de hierarquização e o grau de exigência das quatorze categorias são definidos pelo empreendedor durante a fase do pré-projeto e o atendimento delas devem ser informados durante o processo de certificação a partir de um documento que demonstre de forma detalhada o modo de cumprimento destes critérios e as justificativas de decisão (ACCIOLY, 2017).

Durante o processo de certificação, os critérios técnicos de cada uma das quatorze categorias podem ser classificados em quatro níveis de desempenho: Melhores Práticas (MP), Boas Práticas (BP), B (Base) e Não-conforme (NC). Para a obtenção da certificação são necessários requisitos mínimos de pontuação, como atingir no mínimo três categorias como melhores práticas e no máximo sete categorias como base, conforme apresenta a figura 4 (FCAV, 2016).

Figura 4 – Exigências relativas ao documento QAE



Fonte: FCAV (2016, p. 23)

Conforme o quadro 8, o empreendimento pode ser classificado em cinco níveis de certificação, através dos cálculos realizados conforme a pontuação de todos os conceitos obtidos para cada tema. Os temas apresentam valores máximos de estrelas que contabilizam para a determinação do nível de certificação (FCAV, 2016).

Quadro 8 – Classificações possíveis da certificação AQUA-HQE

<b>Nível Global</b>	<b>Níveis mínimos a serem alcançados</b>
HQE PASS	14 categorias em B e 4 estrelas
HQE GOOD	Entre 5 e 8 estrelas
HQE VERY GOOD	Entre 9 e 12 estrelas
HQE EXCELLENT	Entre 13 e 15 estrelas
HQE EXCEPTIONAL	16 estrelas ou mais

Fonte: Adaptado de FCAV (2016, p. 20)

Durante o processo de certificação são realizadas auditorias para analisar o como o empreendedor está atuando em relação à realização das quatorze categorias, capacidade de propor novas soluções e ações corretivas, a fim de alcançar as exigências e desempenhos definidos nos referencias técnicos. O empreendedor se torna o principal responsável por controlar e gerenciar o processo de certificação durante as fases de pré-projeto, projeto e execução conforme a implantação do sistema de gestão do empreendimento (SGE) que auxilia no quesito de atingir metas de sustentabilidade e controle da qualidade ambiental do empreendimento (FCAV, 2016).

### 2.2.2 Procel Edificações

A eficiência energética na edificação deve ser planejada desde a etapa de elaboração do projeto através das escolhas de processos construtivos de forma a melhorar o conforto ambiental e térmico da edificação. Além disso, a implantação do edifício no espaço urbano deve ser planejada para atender as maneiras de minimizar a adoção de sistemas de iluminação e climatização artificiais (OLIVEIRA, 2014).

O selo Procel Edificações é um subprograma do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) do Governo Federal que tem como

objetivo promover a eficiência energética em todos os tipos de edificações. Através deste selo, são apresentadas as edificações com melhores classificações em desempenho energético afim de permitir aos consumidores a comparação dos níveis de eficiência energética entre os imóveis durante a aquisição (PROCEL INFO, 2014).

O processo de obtenção do selo ocorre através da etiquetagem e classificação das edificações entre “A” (mais eficiente) até “E” (menos eficiente) que pode ser obtida tanto na etapa de projeto quanto na etapa da edificação construída, por meio de verificações de atendimentos à requisitos de desempenho estabelecidos em manuais e regulamentos técnicos. Através da aplicação do Procel Edifica estima-se a redução de 50% do consumo de energia elétrica em novas edificações por meio de ações que estimulam a execução de sistemas construtivos que geram menores consumo de recursos naturais e impactos ao meio ambiente (PROCEL INFO, 2014).

O selo Procel Edificações não se enquadra como certificação ambiental, pois não avalia os diversos requisitos da sustentabilidade em uma edificação. Entretanto, pode ser utilizado como ferramenta para o processo de obtenção das certificações ambientais como o LEED e o AQUA-HQE, pois demonstra e qualifica a eficiência energética das edificações (ACCIOLY, 2017).

### 2.2.3 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul foi o primeiro sistema de certificação ambiental brasileiro, elaborado pela Caixa Econômica Federal, em 2009, utilizado como uma ferramenta de classificação do índice de sustentabilidade de projetos habitacionais com o objetivo de realizar empreendimentos que apresentem impactos positivos nos âmbitos econômicos, sociais e ambientais durante todas as etapas de vida útil da edificação, desde execução até uso e manutenção (BRASILEIRO, 2013).

Conforme Caixa Econômica Federal (2021, p. 2),

O objetivo do Selo Casa Azul + CAIXA é reconhecer e incentivar a adoção de soluções urbanísticas e arquitetônicas de qualidade assim como o uso racional dos recursos naturais na produção de empreendimentos a serem executados no âmbito dos programas habitacionais operacionalizados pela CAIXA

O Selo Casa Azul apresenta uma metodologia simples das construções de habitação social apresentarem soluções sustentáveis durante a elaboração de projeto e execução do empreendimento. Através do sistema são realizadas medidas importantes na diminuição de impactos ambientais, melhoria da qualidade de vida dos usuários e benefícios no âmbito econômico do empreendimento (OLIVEIRA, 2014).

O processo de certificação ocorre através do atendimento aos quarenta e nove critérios sustentáveis existentes subdivididos por seis categorias: “Qualidade urbana e bem-estar”, “Eficiência energética e conforto ambiental”, “Gestão eficiente da água”, “Produção sustentável”, “Desenvolvimento social” e “Inovação”. Conforme a figura 5, o Selo Caixa Azul apresenta quatro níveis de gradação: bronze, prata, ouro e diamante e eles dependem da pontuação atingida pela edificação (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

Figura 5 – Níveis e pontuações exigíveis do Selo Casa Azul



Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2021, p. 6)

### 2.3 Certificação LEED

A *United States Green Building Council* (USGBC) é uma organização não governamental norte-americana criada em 1993 em Washington D.C. nos Estados Unidos que tem como propósito incentivar práticas sustentáveis na sociedade e na construção civil a partir de soluções e métodos construtivos que permitem a redução de impactos ambientais e melhoria da qualidade de vida dos usuários durante todo o

ciclo de vida da edificação. A organização é reconhecida mundialmente como a responsável pelo desenvolvimento e aplicação da certificação ambiental LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) através da análise documental do mercado global, incluindo empreiteiros, arquitetos, engenheiros, dentre outros profissionais que buscam a construção sustentável em seus empreendimentos (KIBERT, 2020).

Diversos países demonstraram interesse pelos impactos positivos da construção sustentável e decidiram que precisavam de um movimento semelhante ao USGBC em seus territórios, liderado então por um *Green Building Council* (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2021).

Como forma de administrar os interesses globais sobre a sustentabilidade na construção civil, a USGBC instituiu em 1999 o *World Green Building Council* (WGBC), uma rede global dos conselhos nacionais da *Green Building Council* (GBC) que tem como objetivo de formalizar as comunicações internacionais e direcionar a ideologia de construção sustentável ao redor do mundo. Uma das funções do WGBC é instituir e capacitar a criação de versões baseadas na certificação LEED norte-americana nos diversos países integrantes da organização (HERNANDES, 2006).

A certificação LEED foi criada no ano de 1999 pela USGBC e tem como objetivo motivar e avaliar práticas sustentáveis em todos os tipos de construções sejam eles novos ou já existentes como escolas, escritórios, hospitais, dentre outros (PARDINI, 2009). Representa a certificação ambiental mais utilizada no mundo e cerca de 160 países adotam o processo como uma forma de buscar edifícios mais saudáveis, altamente eficientes e econômicos (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2020).

O LEED busca avaliar o grau de comprometimento com a sustentabilidade de um empreendimento em todas as etapas construtivas através da pontuação, desde a concepção de projeto até a construção final, inclusive durante o uso e manutenção da edificação. A partir da certificação são analisados diversos requisitos aplicáveis sobre todo o ciclo de vida da construção como o uso racional de água, eficiência energética, seleção dos materiais dentre outros aspectos (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2020).

Conforme Kibert (2020), o sucesso do LEED se deve ao fato dos próprios proprietários das edificações julgarem o que seria mais interessante aprimorar e executar nas suas construções, sendo um propósito diferente do mercado e desta

forma, poderia se obter um retorno financeiro expressivo em seus empreendimentos além de beneficiar o meio ambiente e a qualidade de vida dos usuários. Outro fator determinante para o sucesso foi durante a elaboração da certificação que contou com uma ampla variedade de colaboradores da indústria, universidade e governo, atendendo as necessidades de todos os participantes da indústria da construção e garantindo a sua aceitação no mercado.

### 2.3.1 Histórico

Desde a criação da USGBC, seus fundadores sempre tiveram como prioridade a elaboração de um sistema de certificação que pudesse avaliar o nível de sustentabilidade das edificações. Após diversas tentativas, em 1998 foi lançada pela USGBC a primeira versão da certificação LEED, a *LEED New Construction* (LEED – NC, v1.0), a qual consistia em um programa teste que servia como um guia de referência para os interessados em participar. Durante o seu primeiro ano de lançamento, cerca de 93.000 m<sup>2</sup> de edifícios foram registrados, entretanto, percebeu-se que seria necessário realizar aprimoramentos devido a certas limitações como a restrição de alguns créditos que não condiziam com o desempenho obtido (HERNANDES, 2006).

Por conta dos aprimoramentos necessários, foi lançada no ano de 2000 a versão LEED – NC v2.0 com diversas mudanças da versão piloto como o aumento do limite da pontuação para sessenta e nove pontos, a revisão e ampliação da certificação e alteração do termo Bronze para *Certified*. As versões 2.1 e 2.2 foram lançadas com pequenas modificações como adaptações de termos e mudanças nos regulamentos para tornar o processo mais acessível às organizações (HERNANDES, 2006).

O LEED – NC v3.0 foi lançado em 2009 com várias mudanças na estrutura da certificação e nas ferramentas de avaliação, também trouxe a utilização da internet como forma de interação entre as equipes de projeto e as entidades certificadoras, o *LEED Online*. Dentre as alterações, os empreendimentos poderiam alcançar cento e dez pontos ao total e houve pela primeira vez a implementação do crédito para a questão da prioridade regional (KIBERT, 2020).

A versão LEED v4.0 foi lançada em 2013 com a possibilidade de aplicar a certificação nas mais variadas tipologias de edificações novas ou existentes,

incluindo bairros, hotéis, depósitos, dentre outros (KIBERT, 2020). A versão atual do LEED foi lançada em 2018 e denominada como LEED v4.1 com aprimoramentos nos requisitos da certificação, tais como redução de consumo de recursos, maior rigor na escolha de materiais, redução na emissão de gases de efeito estufa, dentre outros aspectos (UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 2021).

A tabela 1 apresenta resumidamente todas as versões do LEED com os seus respectivos períodos de vigência. Importante ressaltar que durante alguns períodos havia duas versões disponíveis para os empreendimentos.

Tabela 1 – Períodos de vigência das versões do LEED

<b>Versão</b>	<b>Vigência</b>
1.0	1998-2000
2.0	2000-2002
2.1	2002-2005
2.2	2005-2009
3.0	2009-2016
4.0	2013-Atual
4.1	2018-Atual

Fonte: Adaptado de Kibert (2020, p. 152)

### 2.3.2 Tipologias da certificação

A GBC Brasil apresenta quatro tipos de certificações relacionadas à questão da sustentabilidade: Certificação LEED, certificação GBC Brasil Condomínio, certificação Brasil GBC Casa e certificação GBC Brasil *Zero Energy* (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021a). O quadro 9 relaciona as certificações disponíveis pela GBC Brasil e as respectivas tipologias de construções possíveis.

Quadro 9 – Certificações disponíveis pela GBC Brasil

<b>Certificação</b>	<b>Tipologias de construção</b>
LEED	Edifícios, bairros e cidades
GBC Brasil Condomínio	Condomínios multifamiliares
GBC Brasil Casa	Unidades unifamiliares
GBC Brasil <i>Zero Energy</i>	Edifícios com eficiência energética

Fonte: Adaptado de Green Building Council Brasil (2021a)

Conforme a figura 6, a certificação LEED nas versões 4.0 e 4.1 apresentam quatro tipologias que se adequam às necessidades de cada empreendimento, sendo estes: Novas Construções (BD+C), *Design* de Interiores (ID+C), Edifícios Existentes (O+M) e Bairros (ND) (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021b).

Figura 6 – Tipologias da certificação LEED



Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (2021c)

O LEED BD+C é uma tipologia da certificação utilizada para edifícios novos e grandes reformas com a intenção de tornar sustentável cada aspecto do empreendimento através de parâmetros já estabelecidos no processo de certificação. A autenticação LEED ID+C pode ser utilizada pelas equipes de projeto que gostariam de transformar somente o ambiente interno de um empreendimento como sustentável. O LEED O+M é utilizado em edifícios já existentes os quais desejam melhorar especificamente a operação e manutenção do empreendimento. Por fim, o LEED ND tem como objetivo tornar bairros e comunidades um local mais conectado e acessível de forma a incrementar a sustentabilidade (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021b).

A definição da tipologia da certificação LEED adotada depende dos propósitos e da categoria de cada empreendimento, pois a partir destes fatores serão estabelecidas as estratégias para a obtenção da certificação (AMARAL, 2013). Desta forma, o LEED apresenta quatro sistemas de certificação para atender melhor às necessidades de todos os tipos de empreendimentos, cabe aos projetistas e responsáveis definirem qual o sistema melhor se adequa ao tipo de construção e o uso do espaço (KIBERT, 2020).

O quadro 10 relaciona as tipologias da certificação com as características e uso das edificações recomendadas pela organização.

Quadro 10 – Tipologias da certificação LEED e aplicações

Tipologia	Aplicação
LEED BD+C	Data center (edifício com alta densidade de equipamentos de computação), escolas, lojas de varejos, galpões e centros de distribuição, hospedagem, unidades de saúde e grandes reformas ou construções.
ID+C	Lojas de varejo, hospedagem e interiores comerciais.
O+M	Lojas de varejo, escolas, hospedagem, data center, galpões e centros de distribuição além de outras tipologias de edificações já existentes.
ND	Bairros que estejam em fase de elaboração de projeto ou até 75% executados.

Fonte: Adaptado de Green Building Council Brasil (2021b)

### 2.3.3 Método de validação

Para a obtenção da certificação LEED na versão 4.0 todos os empreendimentos são avaliados, conforme a figura 7, perante as oito áreas de classificação: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional. Estas categorias apresentam vários critérios com pontuações dependentes para cada tipologia de certificação e a pontuação total máxima do LEED é de cento e dez pontos (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021c).

Figura 7 – Categorias avaliadas na certificação LEED na versão 4.0



Fonte: GBC BRASIL (2021c)

- a) Localização e transporte: A categoria tem como principal critério a localização do empreendimento em relação ao acesso de transportes alternativos e se o terreno apresenta alguma área sensível próxima como terras agrícolas e áreas de preservação ambiental que possam ser afetadas por algum impacto da construção (KIBERT, 2020);
- b) Espaço sustentável: A categoria avalia a implantação do empreendimento no terreno de forma a questionar quais são as medidas para reduzir os impactos ambientais gerados pela edificação, como a gestão de águas pluviais, a influência para as ilhas de calor, dentre outros (AMARAL, 2013);
- c) Eficiência do uso da água: Estimula a utilização de tecnologias que reduzem o consumo de água potável em todo o empreendimento, além de buscar alternativas de reuso de águas pluviais (KIBERT, 2020);
- d) Energia e atmosfera: Aborda a eficiência energética dos empreendimentos e a utilização de fontes renováveis e energia limpa como o emprego de sistemas de refrigeração que não promovem a geração de gases do efeito estufa (KIBERT, 2020);
- e) Materiais e recursos: Esta categoria busca a minimização de impactos ambientais provocados pela utilização de materiais, assim como a redução de resíduos gerados pelo empreendimento e um ciclo fechado de utilização de materiais na edificação, o qual após a demolição devem ser recuperados e retornados ao uso produtivo do mercado (AMARAL, 2013);
- f) Qualidade ambiental interna: Aborda questões como a qualidade do ar nos ambientes internos, conforto térmico, qualidade da iluminação, priorização

de locais com vistas externas, dentre outros aspectos para o conforto e bem-estar dos usuários (KIBERT, 2020);

- g) Inovação e processos: Tem como objetivo incentivar a utilização de uma estratégia não descrita pelo sistema de certificação que permita um desempenho ambiental mensurável e beneficia se o processo de certificação está sendo acompanhado por um profissional especialista do LEED (KIBERT, 2020);
- h) Créditos de prioridade regional: Esta categoria incentiva a adoção de soluções para os maiores problemas ambientais do local do empreendimento, de acordo com as estratégias já estipuladas pela certificação (AMARAL, 2013).

O sistema de avaliação LEED apresenta no seu processo de certificação pré-requisitos e créditos. Os pré-requisitos se referem aos critérios obrigatórios para obtenção da certificação e os créditos são critérios opcionais que os responsáveis pelo empreendimento devem optar para alcançar as pontuações (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021c).

A estrutura de avaliação do LEED apresenta diversas pontuações conforme os critérios de cada categoria, sendo que os valores variam conforme a tipologia da certificação utilizada. O nível da certificação é definido através da quantidade de pontuação atingida durante o processo, o qual deve variar entre quarenta a cento e dez pontos para a obtenção da certificação (AMARAL, 2013).

A tabela 2 apresenta as pontuações necessárias para cada nível de certificação do LEED.

Tabela 2 – Pontuações necessárias para cada nível de certificação do LEED

<b>Nível de Certificação</b>	<b>Pontuação necessária</b>
Platina	80 - 110
Ouro	60 - 79
Prata	50 - 59
Certificado	40 - 49
Sem certificação	39 ou menos

Fonte: Adaptado de Green Building Council Brasil (2021c)

A certificação LEED se apresenta como um documento que utiliza um método simples de avaliação a partir do atendimento aos pré-requisitos e critérios já pré-

estabelecidos que proporcionam o desenvolvimento sustentável do empreendimento. A sua disseminação pelo mundo se deve ao fato da aceitação da indústria da construção como um processo de entendimento simples e com adequações para todos os tipos de empreendimentos (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

#### 2.3.4 Processo de obtenção

O processo de obtenção da certificação LEED ocorre desde a fase de projeto até a execução final da obra, através de análises e auditorias que monitoram a eficiência e qualidade ambiental, econômica e social estipulados pelos responsáveis durante o início do comissionamento da certificação (BARROS, 2012). Primeiramente, é necessário definir a tipologia da certificação a ser utilizada a partir das especificações e definições iniciais de projeto e posteriormente, deve-se registrar o empreendimento no site do USGBC já com alguma padronização dos critérios e pré-requisitos a serem atendidos pela certificação (AMARAL, 2013).

Após o registro do empreendimento, deve-se realizar a coleta de informações durante as fases de projeto e obra que evidenciam o atendimento dos pré-requisitos e critérios da certificação como memoriais de cálculos, relatórios e formulários, os quais devem ser enviados na plataforma disponibilizada online. Em seguida, o responsável pelo processo de certificação deve submeter a documentação reunida para uma auditoria ao agente representante do USGBC, o qual pode solicitar informações adicionais, se necessário (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021c).

O processo de submissão dos documentos do empreendimento a uma auditoria pode ser realizado em duas ou uma etapa. No primeiro caso, o envio da documentação é realizado após a finalização do projeto e execução da obra, respectivamente. No segundo caso, somente é enviado após a finalização da execução do empreendimento. Por fim, o processo de certificação é concluído e a equipe responsável pode solicitar revisão de qualquer critério com o pagamento de uma taxa extra (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021c).

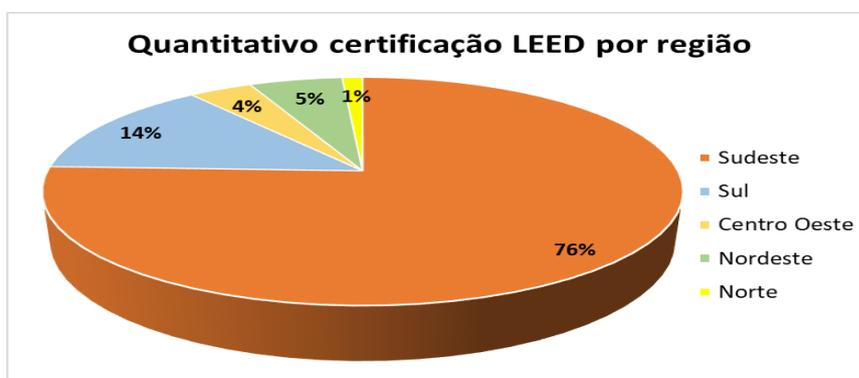
### 2.3.5 Aplicações no Brasil

A certificação LEED foi implementada em 2007 no Brasil com a criação da *Green Building Council* Brasil, uma organização não governamental integrante da *World Green Building Council* que estimula a implementação da construção sustentável no país. O Brasil está entre os países que apresenta maiores áreas de construções certificadas pelo LEED com projetos registrados em todos os estados (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021b).

A certificação LEED representa a autenticação mais utilizada e aceita no mercado brasileiro da construção civil e percebe-se a maior porcentagem dos projetos registrados nos empreendimentos de tipologia comercial. Além disso, a maior parte das certificações existentes estão concentradas em construções de alto padrão e há uma necessidade do desenvolvimento sustentável atingir cada vez mais todos os tipos e padrões de empreendimentos no país (OLIVEIRA; RUPPENTHAL; VERGARA, 2020).

No Brasil, até o final de 2021, já foram registrados 1.685 empreendimentos ou bairros com a certificação LEED, sendo os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná com as maiores quantidades de registros, com respectivamente 924, 254 e 120. Dentre os 1.685 projetos registrados, 734 concluíram o processo de certificação e estão concentrados na região sudeste, com 555 empreendimentos autenticados, seguidos da região sul, nordeste, centro-oeste e norte, respectivamente (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021d).

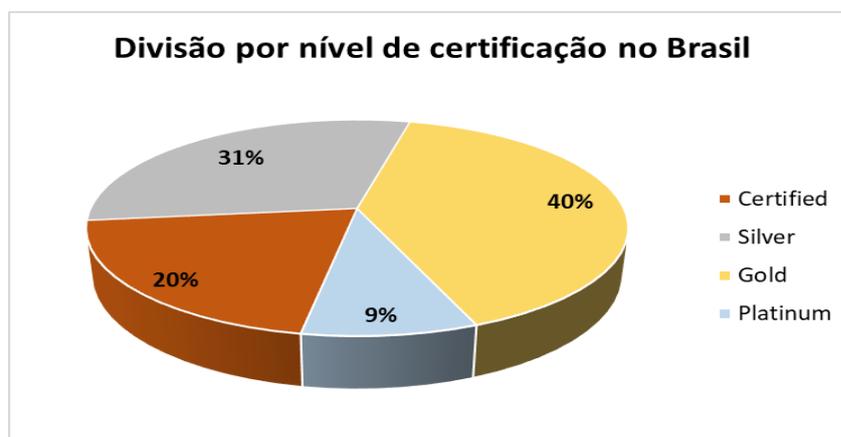
Gráfico 1 – Divisão da autenticação LEED nas regiões brasileiras



Fonte: Adaptado de Green Building Council Brasil (2021d)

Dentre os 734 empreendimentos ou bairros certificados no país, a maior porcentagem foi classificada no nível Gold com 295 negócios reconhecidos, seguido do nível Silver com 224 negócios autenticados, após o nível Certified com 150 empreendimentos ou bairros certificados e por fim, o nível Platinum com 65 negócios reconhecidos. Já o Rio Grande do Sul apresenta 63 projetos registrados e 29 empreendimentos finalizaram o processo de certificação (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2021d).

Gráfico 2 – Divisão da certificação LEED por nível no Brasil



Fonte: Adaptado de Green Building Council Brasil (2021d)

### **3 METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste trabalho foi adotado um estudo de caso no qual foram avaliadas as diretrizes e estratégias adotadas para o atendimento das exigências dos requisitos e créditos da certificação LEED em um empreendimento comercial. Este capítulo apresenta a edificação escolhida para o estudo e as etapas conduzidas nessa pesquisa.

#### **3.1 Estudo de caso**

Conforme Ventura (2007), o estudo de caso se define como uma metodologia de pesquisa que investiga e coleta dados a partir da escolha de um delimitado e contextualizado objeto de estudo. Esta metodologia possibilita ainda a abordagem de uma ou várias unidades de estudo que permitam ampliar os resultados para diferentes situações, entretanto, deve-se atentar ao uso de generalizações devido a possibilidade de as amostras serem atípicas referentes a sua espécie.

Yin (2015) também define que o estudo de caso representa um método abrangente de coleta e análise de dados como forma de explicar ou descrever o objeto de estudo da pesquisa. Segundo Ventura (2007), existem quatro fases durante a realização de um estudo de caso.

- 1) Delimitação da unidade-caso: O pesquisador determina e delimita a amostra de estudo e os dados necessários para obtenção dos resultados que podem definir o estudo como um todo;
- 2) Coleta de dados: Representa a fase na qual são obtidas as informações relevantes para o estudo através de diversos métodos possíveis como entrevistas, questionários, análise de documentos, dentre outros;
- 3) Seleção, análise e interpretação dos dados: Nesta fase, deve-se selecionar e analisar os resultados obtidos, conforme a delimitação e os objetivos definidos para o estudo de caso e realizar a interpretação dos dados evitando opiniões e julgamentos pessoais;
- 4) Elaboração do relatório final: Nesta etapa final, realiza-se um relatório contendo a explicação de como foram coletados os dados e a teoria utilizada para se obter os resultados gerados pela pesquisa.

Desta forma, a seleção da amostra e a delimitação do objeto de estudo foi o empreendimento comercial situado em Canoas, o qual o autor do projeto se envolveu na etapa final de execução e o edifício finalizou o processo de certificação LEED. A coleta de dados foi realizada através de análise de projeto e comparado com o *checklist* LEED, analisando as possíveis interferências para o aumento das pontuações.

### 3.1.1 Apresentação do objeto de estudo

O estudo de caso representa um empreendimento X exclusivamente de uso comercial localizado na cidade de Canoas/RS. A edificação possui uma área de 11.745,94 m<sup>2</sup> distribuída em subsolo, térreo e mais 17 pavimentos sendo composta de um total de 110 conjuntos comerciais.

A Figura 8 apresenta a fachada principal do empreendimento.

Figura 8 – Fachada principal do empreendimento em estudo



Fonte: Autoral

O sistema estrutural executado foi em concreto armado com pilares, vigas e lajes maciças e foi utilizada alvenaria de bloco cerâmico como fechamento das paredes externas e internas do edifício. A fachada oeste, onde está localizada a entrada do empreendimento, apresenta fechamento em pele de vidro e placas de ACM.

No subsolo encontram-se os reservatórios de água para o abastecimento da rede de consumo e da rede dos sistemas de prevenção contra incêndio, como o sistema de *sprinkler* e de hidrante. No pavimento térreo e segundo pavimento estão localizadas as vagas de estacionamento do edifício, além das diversas áreas técnicas e condominiais, como o hall de acesso, vestiários masculinos e femininos, refeitório, guarita, sala de lixo seco e lixo orgânico, central de ar-condicionado, sala do gerador, dentre outros ambientes.

No terceiro pavimento, encontram-se mais áreas condominiais, como salas de reunião e auditórios, sala da administração, copa, *foyer*, sanitários masculino e feminino, além de uma área externa a qual está localizada uma passarela executada em estrutura metálica que fornece acesso ao *shopping*. Do quarto ao décimo oitavo pavimento, estão localizadas as 110 salas comerciais do empreendimento, juntamente com os hidrômetros e medidores de energia individuais dos respectivos andares.

O empreendimento apresenta diversos pontos que estimulam a questão da adoção de práticas sustentáveis, dentre os quais destacam-se a instalação de um bicicletário, a utilização de telhados verdes, disposição de vagas destinadas à veículos com baixa emissão, proibição do fumo nos ambientes internos, dentre outros. No quesito consumo de água e energia, estima-se uma redução de cerca de 40% do consumo através da utilização de equipamentos que permitem um melhor aproveitamento destas fontes naturais.

Portanto, através destes e outros fatores, o empreendimento foi certificado em dezembro de 2021 como selo platina, o mais alto nível da certificação, com 81 pontos dos 110 pontos possíveis. A data de início do estudo da certificação do empreendimento ocorreu em 2015 e nesta época o projeto foi classificado como *LEED BD+C: Core and Shell* da versão 3.0, o qual se equivale ao *LEED BD+C: Novas Construções* da versão 4.1.

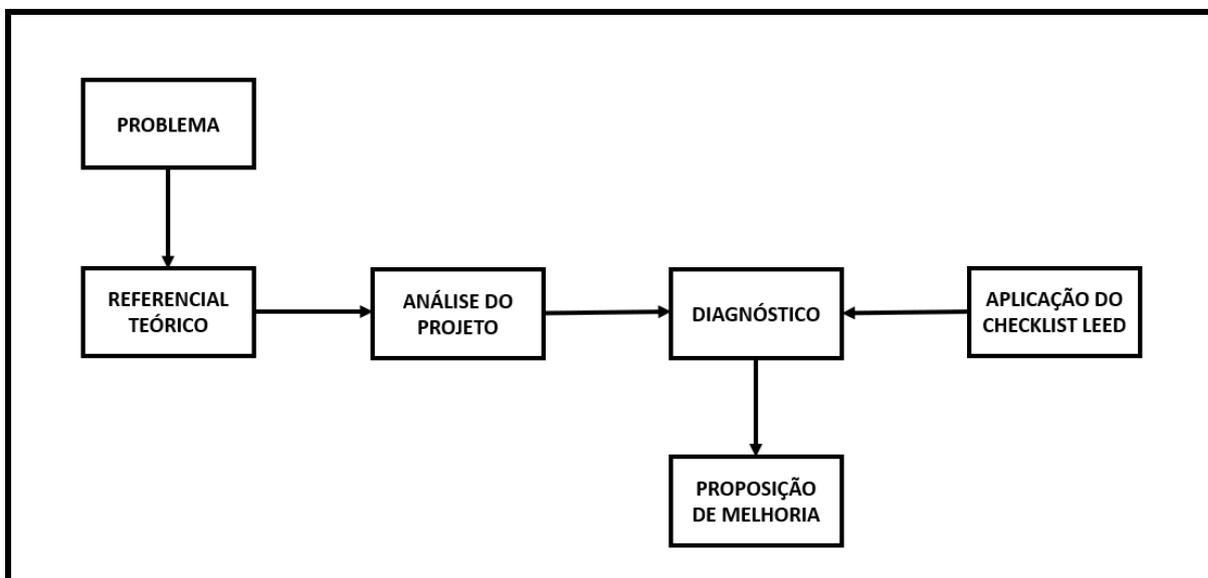
O empreendimento foi classificado como a tipologia *LEED BD+C: Core and Shell* da versão 3.0 de 2009, visto que as salas internas do edifício são

exclusivamente destinadas a uso comercial. Para o processo de comissionamento da certificação foi contratada a empresa Y, a qual acompanhou a certificação desde a etapa inicial de projeto até a entrega final do empreendimento.

### 3.2 Etapas do programa experimental

A partir dos contextos e das fases apresentadas sobre o estudo de caso, propôs-se o seguinte fluxograma (Figura 9) com as etapas do programa experimental para a pesquisa.

Figura 9 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autoral

As etapas de elaboração do estudo são detalhadas nos itens a seguir.

#### 3.2.1 Diagnóstico do estudo de caso

O diagnóstico do empreendimento foi realizado através da análise do *checklist* LEED, no qual foram avaliados os pré-requisitos e créditos atendidos durante o processo de obtenção da certificação LEED. A análise foi realizada através da realização de quadros semelhantes ao modelo utilizado pela certificação LEED, onde foram demonstradas as pontuações atingidas e quais os créditos possíveis de obter pontuações.

Nesta etapa, os quadros foram divididos conforme as categorias estabelecidas na certificação LEED e após a apresentação dos quadros foram demonstrados os motivos do atendimento da pontuação atingida. Toda esta etapa foi realizada a partir da análise dos projetos arquitetônicos e complementares do empreendimento, além da utilização de outros documentos como manual do proprietário, manual do síndico e memoriais descritivos.

### 3.2.2 Proposição de melhoria

A partir dos resultados obtidos na primeira etapa, as pontuações que não foram atendidas no processo de certificação foram apresentadas em quadros e classificadas dentre três possibilidades: possível obtenção durante a fase de projeto, possível obtenção durante a execução ou impossível obtenção da pontuação. Após a demonstração destes quadros, explicou-se os motivos para a escolha da classificação estabelecida.

As determinações destas classificações foram referenciadas a partir de manuais e documentos apresentados pela certificação LEED que explicam como obter as pontuações de cada requisito. Por fim, a partir desta análise tornou-se possível analisar se o empreendimento apresentaria condições de se classificar com uma pontuação melhor que a atual, ou ainda, qual seria o nível de intervenção necessário para tal.

Para essa análise da possibilidade de obtenção, os itens verificados foram classificados como:

- Pontuação possível na fase de projeto;
- Pontuação possível na fase de execução;
- Impossível de obtenção;

#### 3.2.2.1 Complementação de análise por questionário com os profissionais envolvidos

Para fins de complementação da análise referente às possibilidades de melhoria, foi aplicado um questionário com os profissionais responsáveis pela empresa de certificação ambiental. Esta verificação ocorreu através da realização de questionário para a empresa Y, onde se solicitou os motivos do não atendimento e

em qual fase do empreendimento X seria possível implementar os requisitos necessários para receber a pontuação.

Do mesmo modo realizado na etapa de diagnóstico do empreendimento, as pontuações não atingidas foram apresentadas separadamente por categoria e detalhadas a partir das informações obtidas pelo questionário. O questionário foi aplicado pela ferramenta *google docs*, contendo dois questionamentos:

**Questionamento 1) Melhor justificativa do não atendimento do crédito:**

- a) Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;
- b) Devido ao custo relacionado à implantação do requisito;
- c) Ausência de fornecedor do material especificado;
- d) Ocorreriam impactos ou uma certa dificuldade durante a execução dos requisitos especificados;
- e) Outros.

**Questionamento 2) Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:**

- a) Possível de obtenção na fase de projeto;
- b) Possível de obtenção na fase de execução;
- c) Impossível de obtenção.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos pelo estudo conforme a descrição de cada etapa da metodologia utilizada.

### 4.1 Diagnóstico do estudo de caso

Nesta etapa, foram discutidos e apresentados os quadros conforme o *checklist* LEED, contendo as pontuações possíveis de cada item da certificação e a divisão das categorias com os pré-requisitos e créditos analisados. Inicialmente, foram analisadas as categorias separadamente, as quais são respectivamente terrenos sustentáveis, eficiência no uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação e *design* e prioridades regionais.

#### 4.1.1 Terrenos sustentáveis

O quadro 11 apresenta o único pré-requisito e os quinze créditos possíveis da categoria terrenos sustentáveis.

Quadro 11 – Categoria da certificação de terrenos sustentáveis

Pré-req./ Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos obtidos
Pré req. 1	Prevenção da poluição na atividade da construção	-	-
Crédito 1	Seleção do terreno	1	1
Crédito 2	Densidade urbana e conexão com a comunidade	5	5
<b>Crédito 3</b>	<b>Remediação de áreas contaminadas</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 4.1	Transporte alternativo: acesso ao transporte público	6	6
Crédito 4.2	Transporte alternativo: bicicletário e vestiário para os ocupantes	2	2
Crédito 4.3	Transporte alternativo: uso de veículos de baixa emissão	3	3
Crédito 4.4	Transporte alternativo: área de estacionamento	2	2
<b>Crédito 5.1</b>	<b>Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço: maximizar espaços abertos	1	1
Crédito 6.1	Projeto para águas pluviais: controle da quantidade	1	1
<b>Crédito 6.2</b>	<b>Projeto para águas pluviais: controle da qualidade</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 7.1	Redução da ilha de calor: áreas descobertas externas	1	1
Crédito 7.2	Redução da ilha de calor: áreas cobertas	1	1
<b>Crédito 8</b>	<b>Redução da poluição luminosa</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 9	Guia de projeto e construção para inquilinos	1	1
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>28</b>	<b>24</b>

Fonte: Autoral

No final do quadro, foram apresentados os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento, com destaque em vermelho para os pontos possíveis de obtenção, os quais foram analisados na etapa de proposição de melhoria.

- **Pré-requisito 01:** Prevenção da poluição na atividade da construção;

Conforme USGBC (2016), este pré-requisito obrigatório para a obtenção da certificação tem como objetivo diminuir os impactos da construção no entorno do empreendimento, através da utilização de um plano de controle de erosão e sedimentação do solo conforme a Licença Geral de Construção da EPA (*Environmental Protection Agency*) de 2003. Durante a execução do empreendimento X, foram elaborados relatórios mensais de acompanhamento de obra pela empresa Y, os quais determinavam e verificavam se as medidas necessárias para o atendimento deste pré-requisito estavam sendo realizadas.

Através deste relatório, se analisava se havia um controle de erosão e da sedimentação do solo em rios e valas, proteção e isolamento do canteiro além do monitoramento da poluição atmosférica provocada pela geração de poeira da construção do empreendimento. As medidas adotadas para o atendimento deste pré-requisito foram a utilização de sistema fachadeiro em tela para contenção de poeira, galerias pluviais protegidas com manta geotêxtil contra a sedimentação do solo, fechamento de todo o canteiro com tapume metálico e circulações próximas frequentemente varridas com umidificação afim de conter a poeira.

As fotos 1, 2, 3 e 4 do apêndice A demonstram as atividades realizadas para o cumprimento deste pré-requisito.

- **Crédito 1:** Seleção do terreno;

De acordo com USGBC (2016), a escolha adequada do local do empreendimento permite reduzir os impactos no entorno e este crédito tem como objetivo avaliar se o terreno está em condições apropriadas para ser desenvolvido. Desta forma, o empreendimento X atendeu este crédito, visto que para obter a pontuação o terreno não está localizado nos seguintes locais determinados pela certificação: áreas em desenvolvimento agrícola, terrenos naturais de espécies ameaçadas de extinção, áreas não desenvolvidas próximas a corpos d'água (raio de 15 metros), terrenos onde antigamente eram parques públicos ou em áreas alagadiças.

- **Crédito 2:** Densidade urbana e conexão com a comunidade;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo permitir e concentrar o desenvolvimento em áreas urbanizadas através da conexão do empreendimento às infraestruturas existentes nas comunidades, de forma a proteger o meio ambiente e amenizar os impactos locais. Para a obtenção dos 5 pontos possíveis é necessário que o empreendimento esteja localizado em um terreno previamente desenvolvido com uma distância de aproximadamente 800 metros até uma comunidade residencial e próximo a pelo menos dez serviços básicos, dos quais podem ser bancos, parques, farmácias, academias, dentre outros.

O empreendimento X obteve os 5 pontos visto que próximo a ele se encontra um importante bairro predominantemente residencial de construções térreas unifamiliares do município que satisfazem os requisitos impostos pelo crédito. Em relação aos serviços básicos, o empreendimento X possui ligação direta para o *shopping* com diversos serviços, dentre eles bancos, academias, farmácias, restaurantes, escolas, salão de beleza além de apresentar um supermercado em frente ao terreno.

A figura 10 apresenta de forma gráfica o posicionamento do empreendimento X em relação aos requisitos estabelecidos pelo critério e pode-se observar que a zona residencial está muito próxima, inferior a 800 metros, da entrada da edificação além dos serviços básicos. A foto 5 do apêndice A apresenta a passarela existente no terceiro pavimento que fornece acesso ao shopping.

Figura 10 – Localização do empreendimento



Fonte: Google Earth (2022)

- **Crédito 4.1:** Transporte alternativo: acesso ao transporte público;

Segundo USGBC (2016), este crédito tem como objetivo de reduzir a utilização de automóveis dos usuários da edificação e permitir o acesso ao transporte público, de forma a diminuir os impactos ambientais gerados pela utilização deste meio de transporte. Para o atendimento deste crédito, se torna necessário apresentar uma parada de ônibus que atenda no mínimo duas linhas a uma distância de no máximo 400 metros da entrada principal do empreendimento.

O empreendimento X conquistou facilmente este crédito, visto que a 100 metros da entrada principal do edifício encontra-se uma parada de ônibus que atende 10 linhas urbanas do município. A foto 6 do apêndice A apresenta a parada de ônibus mais próxima do empreendimento.

- **Crédito 4.2:** Transporte alternativo: bicicletário e vestiário para os ocupantes;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo estimular a utilização de bicicletas como meio de transporte alternativo para os usuários da edificação. Desta forma, para o atendimento deste crédito, o empreendimento deve viabilizar um local com bicicletário para 3% dos ocupantes da edificação e fornecer chuveiros e vestiários a menos de 180 metros da entrada principal para 0,5% dos ocupantes.

A obtenção dos ocupantes da edificação foi obtida através dos seguintes cálculos:

$$\text{Número de ocupantes} = \frac{\text{Área do empreendimento (pés quadrados)}}{\text{Área por ocupante (pés quadrados)}}$$

$$\text{Número de ocupantes} = \frac{126971,19491}{250}$$

$$\text{Número de ocupantes} = 507$$

A partir deste valor, foi possível obter o número de vagas de bicicletário necessário:

$$\text{Número de vagas bicicletário} = 507 * 0,03 = 15$$

$$\text{Número de vestiários/chuveiros} = 507 * 0,005 = 3$$

O empreendimento X apresenta as 15 vagas de bicicletário no estacionamento e possui espaços especificados para vestiários com chuveiros e

banheiros no segundo pavimento, próximo à entrada principal do edifício (distância inferior à 180 metros). Desta forma, o empreendimento X atingiu os pontos possíveis deste crédito devido ao atendimento de todos os requisitos solicitados, conforme pode-se observar nas fotos 7 e 8 do apêndice A.

- **Crédito 4.3:** Transporte alternativo: uso de veículos de baixa emissão;

Segundo USGBC (2016), este crédito determina que 5% do total das vagas de estacionamento deve ser utilizado para veículos de baixa emissão como forma de diminuir a poluição gerada por este meio de transporte. O empreendimento X apresenta um total de 120 vagas de estacionamento e para o atendimento deste crédito, foram demarcadas 6 vagas para a utilização de veículos de baixa emissão próximas à entrada principal do empreendimento, como pode-se observar na foto 9 do apêndice A.

- **Crédito 4.4:** Transporte alternativo: área de estacionamento;

Conforme USGBC (2016), este crédito estabelece que as áreas de estacionamento do condomínio não devem ultrapassar o máximo permitido na legislação local, como o código de obras ou plano diretor do município. O empreendimento X, atendeu facilmente este crédito visto que a legislação somente define as dimensões mínimas permitidas para as vagas de veículos, as quais os projetistas respeitaram e pontuaram neste crédito.

- **Crédito 5.2:** Desenvolvimento do espaço: maximizar espaços abertos;

Segundo USGBC (2016), este crédito promove o aumento da biodiversidade no empreendimento através da maximização de ambientes abertos vegetados e redução dos impactos provocados pela construção civil. Para o atendimento deste crédito, os projetistas proporcionaram um aumento de 20% da área total do terreno em ambientes com vegetação, através da utilização de telhados verdes como pode-se observar nas fotos 10 e 11 no apêndice A.

- **Crédito 6.1:** Projeto para águas pluviais: controle da quantidade;

De acordo com USGBC (2016), este crédito exige a redução das áreas impermeáveis do terreno como forma de limitar a alteração do percurso natural e diminuir a poluição do curso hídrico. O LEED classifica os terrenos dos empreendimentos em duas possíveis situações: impermeabilidade inferior e superior à 50% da área total do terreno e conforme a classificação os requisitos de atendimento necessários são alterados.

Para o atendimento deste crédito, o empreendimento X foi classificado como impermeabilidade superior à 50% e foi necessário implementar o aumento da área livre permeável do terreno através dos telhados verdes. Este acréscimo possibilitou uma redução de 25% do volume de escoamento de águas providas da chuva através da permeabilidade captada pelo paisagismo e áreas verdes executados no empreendimento X e, portanto, pontuou neste crédito.

- **Crédito 7.1:** Redução da ilha de calor: áreas descobertas externas;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como objetivo diminuir a formação de ilhas de calor de forma a não impactar no clima das cidades e no aquecimento global. Desta forma, para o atendimento deste crédito, deve ser dimensionado ao menos metade das vagas de estacionamento com cobertura e o material utilizado nas coberturas deve apresentar índice de refletância solar maior que 29 ou ser composto por telhado verde ou ainda apresentar painéis solares.

No empreendimento X existem dois níveis de estacionamento, sendo o primeiro nível no térreo e o segundo nível no pavimento superior ao térreo. Portanto, o segundo pavimento é o único que apresenta cobertura externa, a qual é composta pelo telhado verde, telhas metálicas sanduíches de poliestireno expansível com pintura branca ou ainda a projeção dos pavimentos superiores.

Durante a elaboração do projeto foi planejada a utilização de materiais com índice de refletância de acordo com a certificação e a utilização de telhado verde como proposta para diminuir os efeitos da ilha de calor. Logo, este crédito já foi atendido durante a fase de projeto.

- **Crédito 7.2:** Redução da ilha de calor: áreas cobertas;

Conforme USGBC (2016), este crédito apresenta propósito de diminuir os efeitos das ilhas de calor nos centros urbanos através da utilização de materiais que absorvem menor quantidade de calor. Para o cumprimento dos requisitos deste crédito, os projetistas devem considerar e analisar a possibilidade dos três seguintes casos:

1. Superior a 75% das coberturas devem apresentar material com índice de refletância igual ou superior à 78 para telhados com inclinação baixa e igual ou superior à 29 para telhados inclinados;
2. Instalar metade da cobertura total do empreendimento com telhado verde;

3. Combinar as duas medidas anteriores de modo que atinjam uma área superior a cobertura total, através da fórmula apresentada na certificação.

No empreendimento X, este crédito foi atendido pela opção 1, visto que para a maior parte da cobertura do edifício foram utilizadas telhas metálicas sanduíches de poliestireno expansível com pintura branca, as quais apresentaram índice de refletância de 83,9 sendo superior ao necessário para o atendimento deste crédito. A foto 12 do apêndice A demonstra a cobertura do empreendimento composta pelo material descrito anteriormente.

- **Crédito 9:** Guia de projeto e construção para inquilinos;

De acordo com USGBC (2016), para o atendimento deste crédito, os responsáveis pelo empreendimento devem fornecer aos inquilinos instruções de como projetar e construir o interior de suas salas de modo sustentável, adotando práticas que permitam reduções de custos e beneficiamento ao meio ambiente. No caso do empreendimento X, há na convenção do condomínio um anexo referente à certificação LEED, o qual determina as especificações técnicas de aparelhos sanitários, sistemas de ar-condicionado, iluminação e ventilação mecânica que devem ser adotados pelos inquilinos como forma de atendimento à certificação.

#### 4.1.2 Eficiência no uso da água

O quadro 12 apresenta o único pré-requisito e os três créditos possíveis da categoria eficiência no uso da água. No final do quadro, estão os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento, com destaque em vermelho para os pontos possíveis de obtenção, os quais foram analisados na etapa de proposição de melhoria.

Quadro 12 – Categoria da certificação de eficiência no uso da água

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Pré req. 1	Redução do consumo de água - 20% de redução	-	-
Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	4	4
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	0
Crédito 3	Redução do consumo de água - 30% a 40%	4	3
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		10	7

Fonte: Autoral

- **Pré-requisito 1:** Redução de consumo de água – 20% de redução;

Segundo USGBC (2016), este pré-requisito tem como objetivo melhorar a eficiência do consumo de água do empreendimento de forma a reduzir a demanda deste recurso hídrico e, conseqüentemente, diminuir as emissões de efluentes nas redes do município. Desta forma, o empreendimento deve utilizar estratégias que permitam a redução de no mínimo 20% no consumo de água (excluindo a irrigação de vegetação) baseado em cálculos sobre dados de utilização por pessoa.

O empreendimento X adotou medidas estratégicas como forma de diminuir a o consumo de água, dentre elas, a instalação de metais e louças com menores vazões de projeto, como chuveiros, torneiras de lavatório, válvulas de mictório e bacias sanitárias, além da utilização de torneiras com fechamento automático após certo período. Além dessas medidas, todas as bacias sanitárias possuem caixas acopladas com sistema de válvulas de descarga *Dual Flux*, o qual possibilita o acionamento de dois diferentes tipos de vazão conforme a necessidade.

Desta forma, o empreendimento X obteve uma redução total do consumo de água superior ao mínimo requisitado no valor de 1.185,099 L/ano, ou seja, em porcentagem 36,54% comparado à linha de base de cálculo por habitante do edifício disponibilizado no manual da certificação. Devido ao longo memorial de cálculo e a elevada complexidade para se obter os resultados, não foi possível demonstrar como se atingiu esta porcentagem neste trabalho.

- **Crédito 1:** Uso eficiente de água no paisagismo;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo limitar ou não utilizar água potável na irrigação das vegetações existentes no local de forma a reduzir o consumo do recurso hídrico. Para o atendimento deste crédito, o empreendimento X adotou medidas que possibilitaram a redução de 50% do consumo de água potável em relação ao volume de água utilizado durante o mês com maior demanda de irrigação.

As estratégias adotadas foram a elaboração de um projeto paisagístico com a priorização da utilização de plantas que necessitam menor quantidade de água e sistemas de irrigação por gotejamento nos pontos onde existem vegetação, através do funcionamento automatizado por determinados períodos durante o dia. A foto 13 do apêndice A apresenta o sistema de controle eletrônico instalado para o planejamento dos períodos de funcionamento da irrigação.

#### 4.1.3 Energia e atmosfera

O quadro 13 apresenta os três pré-requisitos e os sete créditos possíveis da categoria energia e atmosfera. No final do quadro, estão os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento, com destaque em vermelho para os pontos possíveis de obtenção, os quais foram analisados na etapa de proposição de melhoria.

Quadro 13 – Categoria da certificação de energia e atmosfera

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Pré req.1	Comissionamento dos sistemas de energia	-	-
Pré req.2	Desempenho mínimo de energia	-	-
Pré req.3	Gestão fundamental de gases refrigerantes: não uso de CFC's	-	-
Crédito 1	Otimização do desempenho energético	21	21
Crédito 2	Geração local de energia renovável	4	0
Crédito 3	Comissionamento avançado	2	0
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2	0
Crédito 5.1	Medições e verificações - base do edifício	3	3
Crédito 5.2	Medições e verificações - sub medição de inquilinos	3	3
Crédito 6	Energia verde	2	2
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		37	29

Fonte: Autoral

- **Pré-requisito 1:** Comissionamento dos sistemas de energia;

Conforme USGBC (2016), este pré-requisito tem como objetivo analisar se o funcionamento dos sistemas relacionados ao uso de energia do empreendimento, como climatização, iluminação, energias alternativas e aquecimento de água estão instalados de acordo com o determinado em projeto. Para o atendimento deste pré-requisito, o comissionamento deste processo deverá ocorrer por um profissional qualificado denominado de agente do comissionamento, o qual deverá ser independente da equipe de projeto e execução do empreendimento e verificará diversos requisitos através da elaboração de relatórios de acompanhamento.

O empreendimento X apresentou um representante da empresa Y como responsável pelo andamento deste processo durante a execução e até a operação do edifício. Através dele eram elaborados relatórios de acompanhamentos e verificação dos serviços realizados por equipes de instalações e de operações, além

da análise da qualidade dos fornecedores de materiais e de equipamentos da área de energia.

Durante a fase final de execução do empreendimento, elaborou-se um relatório com a verificação de todos os requisitos atendidos no plano de comissionamento e o desempenho total do empreendimento em relação ao sistema de energia. Além disso, a entrega do edifício aos responsáveis foi acompanhada pela equipe de manutenção e operação da construtora, a qual forneceu todo o suporte e atendimento necessário para o correto funcionamento do empreendimento no quesito de energia.

- **Pré-requisito 2:** Desempenho mínimo de energia;

De acordo com USGBC (2016), este pré-requisito estabelece condições para se obter um aprimoramento da eficiência energética para o empreendimento de forma a reduzir os impactos ambientais e econômicos gerados pela utilização de energia. O atendimento deste pré-requisito ocorre através da comprovação da redução de 10% do custo anual relacionado ao consumo de energia em comparação a uma construção *baseline*, que fornece os consumos básicos como referência para os novos empreendimentos.

O empreendimento X atendeu este pré-requisito através da comprovação de uma redução superior à 10% do custo anual de energia por meio do desenvolvimento de simulação computacional relacionado ao edifício de referência desenvolvido pela norma ASHRAE *Standard* 90.1-2007. Nesta simulação, foram adotados os consumos de energia de todos os sistemas existentes no empreendimento como climatização, iluminação artificial e de aquecimento de água para determinar a economia de energia atingida.

- **Pré-requisito 3:** Gestão fundamental de gases refrigerantes: não uso de CFC's;

Conforme USGBC (2016), este pré-requisito proíbe a instalação de sistemas de ar-condicionado com fluídos refrigerantes a base de clorofluorcarboneto no empreendimento como forma de combater a destruição da camada de ozônio do planeta. O empreendimento X não adotou o uso de refrigerantes a base de CFC's nos sistemas de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigeração do edifício e, inclusive, os proprietários das salas são obrigados a atender esta recomendação através do anexo de requisitos LEED disponível na convenção do condomínio.

- **Crédito 1:** Otimização do desempenho energético;

De acordo com USGBC (2016), este crédito estabelece pontuações conforme o crescente desempenho energético atingido pelo empreendimento relacionados ao consumo de energia de forma a diminuir os impactos ambientais e econômicos. A pontuação máxima de vinte e um pontos pode ser atingida através da comprovação de uma redução de 48% do consumo de energia através da simulação computacional, utilizada como referência o edifício base do Apêndice G da ASHRAE *Standard* 90.1-2007.

O empreendimento X alcançou a pontuação máxima através da eficiência na economia do consumo de energia em quatro sistemas utilizados: iluminação, HVAC, exaustão e água quente. A economia foi atingida conforme os detalhes a seguir:

- A. **Iluminação:** redução em consumo devido ao eficiente dimensionamento com instalação de sensores de presença nas áreas comuns, estacionamentos e áreas externas;
- B. **Ar-condicionado e ventilação:** redução em consumo devido ao coeficiente de performance dos equipamentos e do tipo de sistema adotado (expansão direta do tipo *split inverter* ou vazão de refrigerante variável com aquecimento por ciclo reverso);
- C. **Exaustão:** redução em consumo devido a operação dos ventiladores de exaustão que são controlados pelos sensores de monóxido de carbono nos estacionamentos;
- D. **Água quente:** redução em consumo devido a instalação de metais e louças com menor vazão que o previsto (para chuveiros, torneiras de lavatório e de copa, válvulas de mictório e bacias sanitárias).

Desta forma, o empreendimento atingiu um percentual de redução de consumo de energia total de 40,3%, correspondente à 483.982,39 kWh/ano, conforme detalha a tabela 3 e alcançou a pontuação máxima devido ao projeto ser classificado como *core and shell*, pois permite relacionar a redução do consumo de energia com o escopo do proprietário, no qual já tinha sido definido o percentual de redução que foi atingido. Importante ressaltar que estes valores foram alcançados através da utilização de valores de referência da certificação, do cumprimento dos requisitos implantados em projeto e pela fiscalização do agente de comissionamento.

Tabela 3 – Comparativo de redução no consumo de energia (kWh/ano)

Sistema	Referência	Proposto	Redução Total (%)
Iluminação	319.863,55	257.061,87	<b>19,6%</b>
HVAC	689.700,405	303.627,56	<b>56,0%</b>
Exaustão	38.897,99	10.105,41	<b>74,0%</b>
Água quente	12.088,17	5.772,88	<b>52,2%</b>
Outros equipamentos	164.409,13	164.409,13	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.224.959,24</b>	<b>740.976,85</b>	<b>40,3%</b>

Fonte: Autoral

- **Crédito 5.1:** Medições e verificações - base do edifício;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo desenvolver e implementar um plano de medição e verificação da rede elétrica do condomínio, contemplando informações sobre os principais aspectos técnicos do projeto elétrico do edifício. O empreendimento X pontuou neste crédito devido à realização do plano de medição com informações sobre as quantidades, especificações e os atendimentos de cada medidor instalado no edifício, com os esquemas e os circuitos elétricos identificados afim de facilitar a sub medição para cada sistema predial, como elevadores, climatização, iluminação, dentre outros. A foto 14 do apêndice A, demonstra os quadros medidores condominiais instalados para a verificação do consumo de energia do edifício.

- **Crédito 5.2:** Medições e verificações – sub medição de inquilinos;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como objetivo distribuir a rede elétrica principal do edifício em sub medições para cada unidade existente afim de aprimorar o controle do consumo de energia para os proprietários das salas do empreendimento. O empreendimento X facilmente atingiu os requisitos deste crédito, pois desde a fase de projeto já foi planejada a instalação de um medidor separado por unidade, o qual se encontra distribuído em todos os pavimentos do empreendimento, conforme pode-se observar na foto 15 do apêndice A.

- **Crédito 6:** Energia verde;

Conforme USGBC (2016), este crédito exige a utilização de energia provinda de fontes renováveis com selo *Green-e Energy* pelo período de ao menos dois anos com um mínimo de 35% do consumo total de eletricidade do empreendimento. A

empresa Y realizou um contrato de compra para que o empreendimento X possuísse um fornecimento de energia renovável com certificação *Green-e* para 47,52% do consumo total obtido por simulação energética e, desta forma, pontuou neste crédito.

#### 4.1.4 Materiais e recursos

O quadro 14 apresenta o único pré-requisito e os seis créditos possíveis da categoria materiais e recursos. No final do quadro, estão os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento, com destaque em vermelho para os pontos possíveis de obtenção, os quais foram analisados na etapa de proposição de melhoria.

Quadro 14 – Categoria da certificação de materiais e recursos

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Pré req.1	Depósito e coleta de recicláveis	-	-
<b>Crédito 1</b>	<b>Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
Crédito 2	Gerenciamento de resíduos da construção	2	2
<b>Crédito 3</b>	<b>Reuso de materiais</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 4	Conteúdo reciclado	2	2
Crédito 5	Materiais regionais	2	2
<b>Crédito 6</b>	<b>Madeira certificada</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>13</b>	<b>6</b>

Fonte: Autoral

- **Pré-requisito 1:** Depósito e coleta de recicláveis;

Conforme USGBC (2016), este pré-requisito tem como objetivo possibilitar a separação dos resíduos gerados pelo empreendimento e diminuir a quantidade de lixo destinado aos aterros sanitários. Para o atendimento deste pré-requisito se torna necessário o fornecimento de um local específico com fácil acesso no empreendimento destinado à coleta e ao armazenamento de lixo.

No empreendimento X, existem dois ambientes separados no pavimento térreo para a coleta dos resíduos gerados pelo condomínio. O primeiro ambiente possui uma área de 12,24 m<sup>2</sup>, o qual serve como depósito para o lixo orgânico e o segundo ambiente apresenta uma área de 30,70 m<sup>2</sup>, o qual se realiza a separação

dos lixos recicláveis, entre papel/papelão, vidro, metal, plástico, lâmpadas e pilhas/baterias, conforme pode-se observar nas fotos 16 e 17 do apêndice A.

Todos os resíduos recicláveis gerados são enviados para cooperativas que realizam o reaproveitamento e a destinação correta destes materiais. Já o lixo orgânico se realiza a coleta diária pela prefeitura, a qual encaminha para o aterro sanitário. Desta forma, desde a época de projeto do empreendimento X já atingiram o pré-requisito, visto que foram elaborados ambientes que possibilitam e facilitam a separação e a destinação correta dos resíduos gerados pelo condomínio.

- **Crédito 2:** Gerenciamento de resíduos da construção;

Conforme USGBC (2016), este crédito está relacionado com o desvio dos resíduos de construção e demolição gerados durante a fase de execução dos empreendimentos para aterros sanitários, sendo os resíduos recicláveis direcionados aos seus fabricantes ou a cooperativas locais. Desta forma, para o atendimento deste crédito, se torna necessário implementar e acompanhar o plano de gerenciamento de resíduos da construção, além de recuperar ou reciclar 50% dos resíduos para um ponto e 75% para dois pontos.

Para a execução do empreendimento X foi elaborado o Plano de Gerenciamento de Resíduos conforme as definições da resolução CONAMA nº 307. Neste documento estavam contidas as informações iniciais sobre o empreendimento e principalmente a abordagem de todas as etapas do processo de destinação final dos resíduos, desde a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte até a destinação final de todas as classes de resíduos.

Durante a execução foram realizados diversos acompanhamentos mensais de obra pela empresa Y, os quais verificavam diversos pontos estratégicos para a utilização do plano de gerenciamento de resíduos. Nestes acompanhamentos analisavam se existia um *layout* com o posicionamento das baias e se elas estavam devidamente identificadas e separadas pelos tipos de resíduos para descarte, além de verificar as licenças das empresas que forneciam o manifesto de transporte de resíduos, dentre outras análises.

Portanto, a partir destes acompanhamentos, foi possível desviar de aterros ou reutilizar cerca de 1.200 m<sup>3</sup> dos resíduos de construção gerados durante a execução do empreendimento X e pontuar os dois pontos possíveis deste crédito. As fotos 18 e 19 demonstram a separação do lixo realizada durante a execução do empreendimento.

- **Crédito 4:** Conteúdo reciclado;

Conforme USGBC (2016), este crédito apresenta características semelhantes ao crédito de reuso de materiais, embora seja de materiais reciclados. A partir da utilização de materiais de construção que incorporem conteúdo reciclado em sua produção, se diminui a demanda e os impactos resultantes pela necessidade de extrair e consumir matérias-primas.

Para alcançar os dois pontos possíveis deste crédito se torna necessário atingir 20% do custo total gasto em materiais do empreendimento em materiais que contenham conteúdo reciclado na sua composição. O empreendimento X atingiu esta meta através do gasto em R\$ 2.000.000,00 na utilização de materiais brutos como aço e cimentos além de acabamentos como alguns revestimentos cerâmicos e vidros empregados com conteúdo reciclado em sua produção e alcançou os dois pontos possíveis neste crédito.

- **Crédito 5:** Materiais regionais;

De acordo com USGBC (2016), este crédito estimula o desenvolvimento de empresas próxima à região da edificação, a partir da aquisição de materiais construtivos extraídos e manufaturados em locais vizinhos que possibilitam a redução do impacto ambiental devido ao menor deslocamento. Desta forma, o empreendimento X atingiu os dois pontos possíveis deste crédito, pois comprovou-se que 24,95% dos custos totais empregados em materiais de construção, como blocos cerâmicos, cimentos, vidros, aço, dentre outros produtos, os quais foram fabricados e extraídos dentro raio de 800 quilômetros do local do projeto.

#### 4.1.5 Qualidade do ambiente interno

O quadro 15 apresenta os dois pré-requisitos e os doze créditos possíveis da categoria qualidade do ambiente interno. No final do quadro, estão os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento, com destaque em vermelho para os pontos possíveis de obtenção, os quais foram analisados na etapa de proposição de melhoria.

Quadro 15 – Categoria da certificação de qualidade do ambiente interno

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Pré req.1	Qualidade mínima do ar interno	-	-
Pré req.2	Controle ambiental do fumo	-	-
Crédito 1	Monitoramento da qualidade da captação de ar externo	1	0
Crédito 2	Aumento da ventilação	1	1
Crédito 3	Plano de cont. da qualidade do ar interior – durante construção	1	1
Crédito 4.1	Materiais de baixa emissão – adesivos e selantes	1	1
Crédito 4.2	Materiais de baixa emissão – tintas e revestimentos	1	1
Crédito 4.3	Materiais de baixa emissão – sistemas de piso	1	1
Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra	1	0
Crédito 5	Controle de partículas químicas e poluidoras	1	0
Crédito 6	Controlabilidade de sistemas – conforto térmico	1	1
Crédito 7	Conforto térmico - projeto	1	0
Crédito 8.1	Luz natural e visibilidade externa – luz natural	1	0
Crédito 8.2	Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa	1	0
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		12	6

Fonte: Autoral

- **Pré-requisito 1:** Qualidade mínima do ar interno;

Conforme USGBC (2016), este pré-requisito tem como objetivo garantir a qualidade mínima do ar dentro de ambientes internos dos empreendimentos, através do atendimento da norma ASHRAE 62.1-2007 (*Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*), a fim de estabelecer um melhor conforto e bem-estar dos usuários da edificação. Nos casos de ventilação mecanizada, os projetistas devem dimensionar conforme os requisitos exigidos pelas seções 4 a 7 da norma ou a legislação local aplicável (se for mais rigorosa) e nos casos de ambientes naturalmente ventilados, o projeto deve atender o parágrafo 5.1 da norma.

Para o atendimento deste pré-requisito, o dimensionamento dos sistemas de ventilação do empreendimento X apresentou taxas superiores às exigidas pela norma e as aberturas existentes foram adequadas para promover a ventilação natural e cruzada nos ambientes, de forma a evitar o ar estagnado. O sistema de ar-condicionado instalado é do tipo expansão direta do tipo *Split Inverter* ou Vazão de Refrigerante Variável com aquecimento por ciclo reverso e possuem nível de eficiência energética mínima conforme determinado em norma.

Todos os ambientes sem janelas apresentam sistemas de ventilação mecanizadas que foram testadas pela empresa Y como forma de garantir as vazões e as taxas mínimas de ventilação, além da escolha correta dos filtros. A foto 20 do

apêndice A apresenta o sistema de exaustão que alimenta as salas dos vestiários e refeitório através do acionamento pelo sensor de presença;

- **Pré-requisito 2:** Controle ambiental do fumo;

De acordo com USGBC (2016), este pré-requisito visa impedir ou minimizar a exposição dos usuários frente a emissão de fumaça provinda do tabaco nas áreas internas e próximas à edificação. Para o atendimento deste pré-requisito, se torna necessário proibir o fumo no interior do edifício e em até oito metros próximo às entradas e locais com aberturas, através da sinalização disposta nas áreas definidas pelos responsáveis do empreendimento.

A lei estadual nº 13.275 de 03 de novembro de 2009 proíbe o fumo em ambientes fechados no Rio Grande do Sul e estas medidas já foram atendidas no empreendimento X como forma de atender a legislação. Conforme a foto 21 do apêndice A, existem placas informativas distribuídas por diversos locais no edifício com o aviso sobre a política antifumo e na área externa do empreendimento é proibido fumar em uma distância de oito metros próximo às janelas, portas e entradas de ar.

- **Crédito 2:** Aumento da ventilação;

De acordo com a USGBC (2016), este crédito estabelece que a renovação do ar em todos os ambientes internos deve ser aumentada em 30% nos casos de espaços mecanicamente ventilados em comparação ao exigido pela norma ASHRAE 62.1-2007. Nos casos de ventilação natural, é necessário demonstrar por uma simulação computacional o atendimento às taxas mínimas de entrada de ar exigidas pela norma.

No empreendimento X, todos os ambientes que não possuem aberturas foram instalados sistemas de exaustão automatizados com sensores de presença ou acionamento manual que permitem a troca de ar necessária para os ambientes. Durante a fase de elaboração de projeto foram adotadas medidas de atendimento a este crédito através da escolha e execução dos equipamentos necessários para atingir os requisitos mínimos exigidos pela norma além dos 30% adicionais.

- **Crédito 3:** Plano de controle da qualidade do ar interior – durante construção;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo reduzir os problemas relacionados à qualidade do ar interno resultantes durante as atividades de construção de forma a promover o conforto e a satisfação dos colaboradores e

eventuais ocupantes da edificação. Para o atendimento deste crédito, o empreendimento X adotou um Plano de Qualidade de Ar Interno durante as fases de obras e acabamentos internos para reduzir as atividades que geram poeira ou que possuem contaminantes à respiração humana.

O Plano de Qualidade de Ar Interno elaborado durante a execução do empreendimento X abordava diversas questões referentes a utilização e armazenamento correto dos materiais contaminantes, como tintas, gessos e impermeabilizantes os quais deveriam estar devidamente protegidos, identificados e isolados para evitar emissões atmosféricas e contaminação com poluentes. Como forma de prevenção da contaminação do ar por materiais particulados nos diversos ambientes do empreendimento, foram protegidos com tela os dutos de ar do sistema de climatização, como pode-se observar na foto 22 do apêndice A, e utilizadas tintas com baixo índice de contaminantes orgânicos voláteis, os quais são prejudiciais à saúde.

Além disso, o controle de emissão e dissipação de poeira era reduzido através da tela existente do andaime fachadeiro e das varrições realizadas em todos os dias. Portanto, para o atendimento deste crédito, todos os colaboradores receberam treinamentos para realizar o correto gerenciamento do plano e manter as principais atividades necessárias para garantir o conforto dos ocupantes neste quesito.

- **Crédito 4.1:** Materiais de baixa emissão – adesivos e selantes;

Conforme USGBC (2016), os materiais como adesivos e selantes devem apresentar limites de composição por compostos orgânicos voláteis como forma de reduzir a presença de contaminantes prejudiciais à saúde contidos no ar. Para o atendimento deste crédito, estes materiais devem estar com a composição de compostos orgânicos voláteis conforme os limites impostos especificados pela regra 1168 da norma *South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)*.

A pontuação deste crédito no empreendimento X ocorreu devido ao controle de compras de materiais químicos, como selantes e adesivos, de acordo com os limites de compostos orgânicos voláteis impostos pela norma. Para a aquisição destes materiais, os fornecedores deveriam apresentar os certificados com os valores de presença destes compostos para comprovar o atendimento dos requisitos mínimos.

- **Crédito 4.2:** Materiais de baixa emissão – tintas e revestimentos;

Conforme USGBC (2016), este crédito apresenta condições semelhantes ao crédito anterior como forma de atendimento. O empreendimento X, utilizou das mesmas estratégias para atingir os requisitos necessários para a pontuação deste crédito.

- **Crédito 4.3:** Materiais de baixa emissão – sistemas de piso;

De acordo com USGBC (2016), este crédito está relacionado com os materiais utilizados para a execução e instalação dos pisos no empreendimento, os quais devem atender a uma série de requisitos como forma de redução de emissão de compostos nocivos à saúde. Dentre as restrições, destaca-se que todos os carpetes instalados devem estar de acordo com o Programa *Carpet and Rug Institute Green Label Plus* e os adesivos utilizados necessitam estar dentro dos limites de compostos orgânicos voláteis, já os pisos instalados deverão apresentar laudo de conformidade aos requisitos do selo *Floor Score*.

No empreendimento X, o sistema de carpete somente foi utilizado nos auditórios de reunião e os materiais comprados foram obtidos com certificações dos fornecedores que comprovaram o atendimento aos requisitos necessários. Os sistemas de piso restantes instalados nas áreas condominiais também foram obtidos com as mesmas condições, entretanto, destaca-se a dificuldade de encontrar fornecedores com estes documentos.

- **Crédito 6:** Controlabilidade de sistemas – conforto térmico;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como objetivo melhorar o conforto térmico nos ambientes internos para os usuários da edificação através do controle individual ou em grupo dos sistemas de exaustão e climatização do edifício. Para atingir a pontuação, é necessário pelo menos 50% dos ocupantes nos ambientes regularmente ocupados obter o controle térmico individual através do controle da temperatura, ventilação e umidade do ar.

O empreendimento X pontuou neste crédito, devido à disponibilidade de climatização em todos os ambientes de uso coletivo, com dispositivos de controle instalados estrategicamente que possibilitam aos usuários modificarem a temperatura, velocidade de ventilação e umidade do ar de dentro dos ambientes. Além disso, os auditórios e salas de reunião apresentam janelas operáveis que possibilitam a ventilação natural nos ambientes e os corredores internos dispõem de

grandes aberturas e sistema de exaustão como forma de realizar a troca de ar interno do empreendimento.

#### 4.1.6 Inovação e *design*

O quadro 16 apresenta os dois créditos possíveis da categoria inovação e *design*. No final do quadro, estão os pontos possíveis e os pontos obtidos no final do processo da certificação do empreendimento.

Quadro 16 – Categoria da certificação de inovação e *design*

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Crédito 1	Inovação em <i>design</i>	5	5
Crédito 2	Profissional acreditado LEED	1	1
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		6	6

Fonte: Autoral

- **Crédito 1:** Inovação em *design*;

Este crédito é dividido em cinco pontos possíveis e compete à empresa responsável pelo acompanhamento da certificação identificar melhorias ambientais significativas adotadas no empreendimento e detalhar como foram atingidas para o processo de certificação. Os requisitos deste crédito variam para cada empreendimento conforme os objetivos desejados pelas equipes de projeto.

O empreendimento X pontuou os cinco pontos possíveis através do atendimento dos seguintes requisitos:

- A. Política de compras sustentáveis – Lâmpadas (2 pontos possíveis):** Este crédito foi conquistado devido à utilização de lâmpadas com limite médio de teor de mercúrio de 80 picogramas em todo o empreendimento X;
- B. Programa de educação ambiental (1 ponto possível):** Este crédito foi atingido devido aos treinamentos realizados para os colaboradores, fornecedores e clientes envolvidos na execução do empreendimento, através da realização de palestras sobre os benefícios da certificação LEED, as estratégias utilizadas para o atendimento dos créditos e quais ações necessárias para atingi-las;

**C. Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público (1 ponto possível):** Este crédito refere-se ao item 4.1 da categoria de terrenos sustentáveis e o empreendimento X recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito;

**D. Redução da Ilha de Calor: Áreas Descobertas Externas (1 ponto possível):** Este crédito refere-se ao item 7.1 da categoria de terrenos sustentáveis e o empreendimento X recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito.

- **Crédito 2:** Profissional acreditado LEED;

Conforme USGBC (2016), este crédito beneficia os projetos que possuem um profissional acreditado LEED durante o processo de certificação. O empreendimento X foi acompanhado por uma equipe especializada em certificação LEED, a qual forneceu suporte desde o processo de inscrição até a entrega do empreendimento e estimulou o atendimento dos créditos possíveis de obtenção durante as fases de projeto e de execução. Desta forma, o empreendimento X conquistou este crédito.

#### 4.1.7 Prioridades regionais

Esta categoria aborda as necessidades específicas que variam entre as regiões onde se encontram os empreendimentos. Para o empreendimento X, foram adotados os créditos demonstrados no quadro 17 como prioridade regional, os quais foram possíveis a obtenção de ponto extra pelo atendimento do crédito.

Quadro 17 – Categoria da certificação de prioridades regionais

Pré req./Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos
Crédito 1	Gerenciamento de resíduos da construção	1	1
<b>Crédito 2</b>	<b>Madeira certificada</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Crédito 3	Projeto para águas pluviais: controle da quantidade	1	1
Crédito 4	Redução do consumo de água - 30% a 40%	1	1
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>4</b>	<b>3</b>

Fonte: Autoral

- **Crédito 1:** Gerenciamento de resíduos da construção;

Este crédito refere-se ao item 2 da categoria de materiais e recursos e o empreendimento X recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito;

- **Crédito 3:** Projeto para águas pluviais: controle da quantidade;

Este crédito refere-se ao item 6.1 da categoria de terrenos sustentáveis e o empreendimento X recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito;

- **Crédito 4:** Redução do consumo de água - 30% a 40%;

Este crédito refere-se ao pré-requisito 1 da categoria de eficiência no uso da água e o empreendimento X recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito;

#### 4.1.8 Análise geral dos benefícios obtidos

O empreendimento X apresentou o maior nível de classificação da certificação LEED devido a diversos fatores, dentre eles, destaca-se a participação de uma equipe especializada neste assunto que acompanhou desde a etapa de projeto do empreendimento, através de análises que possibilitaram um aperfeiçoamento nos requisitos atingidos. Conforme Kibert (2020), um profissional acreditado LEED aumenta o grau de confiança para a obtenção de melhores classificações para os empreendimentos, devido ao suporte técnico e visto que compreende os requisitos exigidos e os documentos necessários para o processo de certificação, além da familiaridade com os principais recursos e ferramentas de projetos ecológicos.

Outro fator determinante para a classificação atingida foi a decisão de tornar o empreendimento mais sustentável a partir da etapa de projeto, devido a tomada de decisões antecipadas que garantem o cumprimento dos requisitos. Segundo Amaral (2013), um dos benefícios da adoção da certificação LEED durante a fase de projeto é a redução dos custos por conta da prevenção dos imprevistos que possam ocorrer durante a fase de execução do empreendimento e evitar futuras dificuldades de atendimento dos pré-requisitos.

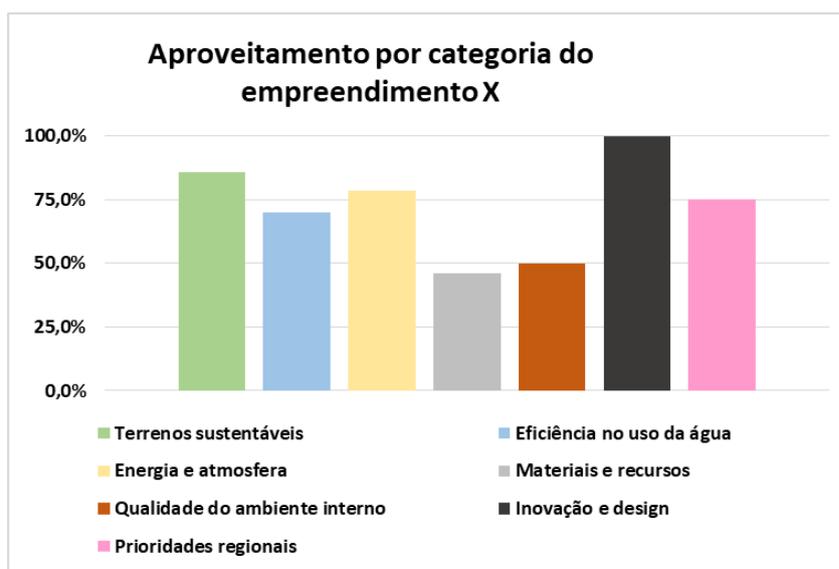
Apesar do empreendimento X apresentar o maior nível de classificação, ainda existem pontos possíveis que não foram obtidos. A tabela 4, demonstra as porcentagens de aproveitamento de cada categoria no empreendimento X e o gráfico 3 apresenta de uma forma visual os resultados obtidos.

Tabela 4 – Percentagens de aproveitamento da certificação

Certificação LEED		Empreendimento X	
Categoria	Pontuação possível	Pontuação obtida	Porcentagem de aproveitamento
Terrenos sustentáveis	28	24	85,71%
Eficiência no uso da água	10	7	70,00%
Energia e atmosfera	37	29	78,38%
Materiais e recursos	13	6	46,15%
Qualidade do ambiente interno	12	6	50,00%
Inovação e <i>design</i>	6	6	100,00%
Prioridades regionais	4	3	75,00%
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>81</b>	<b>-</b>

Fonte: Autoral

Gráfico 3 – Percentagens de aproveitamento por categoria



Fonte: Autoral

A partir destes dados, percebe-se que a categoria de inovação e *design* foi a única obtida uma porcentagem máxima de aproveitamento, seguida de terrenos sustentáveis, energia e atmosfera, prioridades regionais, eficiência no uso da água e por fim, qualidade do ambiente interno e materiais e recursos. As categorias com os aproveitamentos superiores a 50% são explicadas devido ao planejamento e decisões desenvolvidas durante a fase de projeto, como a adoção de coberturas verdes, bicicletários, vagas para veículos eficientes, localização do terreno em relação ao entorno, além das decisões tomadas durante a execução do

empreendimento X, como a adoção de sistemas de climatização e abastecimento de água eficientes, se tornando benéficos ao meio ambiente.

As categorias de qualidade do ambiente interno e materiais e recursos foram as duas com menores porcentagens de aproveitamento, devido à complexidade de atendimento de alguns requisitos e à dificuldade de localização de fornecedores dos recursos necessários. Esta percepção foi destaque no estudo de Obata et al. (2019), no qual foram analisados 276 projetos com obtenção do certificado LEED no Brasil até o ano de 2016 e percebeu-se que as categorias de qualidade do ambiente interno, energia e atmosfera e materiais e recursos foram as categorias que apresentaram menores pontuações, apesar de representarem um fator determinante para atingir a sustentabilidade no empreendimento.

O estudo de Obata et al. (2019) ainda explica que esta ocorrência se deve, em grande parte, ao mercado brasileiro estar em busca do atendimento dos requisitos com menores custos e mais simples de atingir, além da dificuldade de encontrar fornecedores dos materiais solicitados como requisitos pela certificação. Desta forma, o estudo sugere a realização de um balanceamento das pontuações como forma de neutralizar a busca por somente determinados pontos e beneficiar as categorias mais importantes no quesito da sustentabilidade.

Através da certificação LEED, o empreendimento X obteve diversos benefícios nos âmbitos econômicos, sociais e ambientais da sustentabilidade devido ao atendimento dos requisitos necessários nas diferentes categorias estabelecidas da certificação. Entretanto, observa-se que dentre os três pilares, o âmbito social representa um setor menos prelevado comparado aos outros, pois há uma menor quantidade de critérios específicos que abordem e beneficiem os usuários da edificação neste quesito.

No estudo de Lima et al. (2021), foi realizada uma revisão sistemática em 433 artigos científicos publicados entre 2000 e 2017 relacionados ao tema sustentabilidade na construção civil com o objetivo de orientar governos e organizações sobre os principais aspectos abordados neste tema na área científica. De acordo com o estudo, a abordagem deste assunto foi aumentando conforme os anos e concluiu-se que o pilar ambiental no tema da sustentabilidade se destaca aos demais devido ao forte apoio de organizações e governos através de incentivos para a realização de estudos e pesquisas relacionadas a esta área, o que não ocorre no

âmbito social, pois representa o pilar com menor destaque e com poucas referências específicas na área científica.

Dentre os benefícios ambientais, destaca-se a execução de telhados verdes no empreendimento X, visto que permitem uma redução na formação de ilhas de calor nos centros urbanos, melhoram a qualidade do ar e aumentam a permeabilidade no terreno, dentre outras vantagens. No estudo de Rafael et al. (2021), foram analisados os benefícios das coberturas verdes na zona urbana de Porto e como resultado percebeu-se uma amenização das temperaturas locais durante os períodos de inverno e verão, além de haver uma mínima diminuição da presença de poluentes no ar e ocasionar um aprimoramento energético nas edificações devido à redução de necessidade do uso de refrigeração e aquecimento.

Conforme Kibert (2020), a cidade de *Portland* incentiva a utilização de telhados verdes nas coberturas dos edifícios, visto que se percebeu a diminuição de 10% dos gastos energéticos em prédios e uma amenização das temperaturas na cidade. A cobertura verde também permitiu uma redução no escoamento de águas pluviais em até 90%, de maneira a prevenir problemas de alagamentos na cidade.

O empreendimento X apresentou, através da adoção de tecnologias eficientes, estimativas consideráveis de redução de consumo hídrico (36,54%) e energético (40,30%) através da simulação e comparação realizada com os dados de referências fornecidos pela certificação. Estes resultados obtidos demonstram um impacto ambiental e econômico direto na edificação, com prováveis reduções de custos para os usuários e diminuições no esgotamento de recursos naturais.

Entretanto, no estudo de Kern et al. (2016) foi analisado o consumo de água e energia durante a pós-ocupação de um edifício comercial com a certificação LEED no período dos quatro primeiros anos e percebeu-se divergências na eficiência apontada na fase de projeto e no consumo realmente ocorrido durante o período analisado. Uma diferença a mais no valor previsto no projeto de, aproximadamente, 200% referente à água e 12% referente ao consumo de energia pode estar relacionado aos ajustes nos sistemas nos primeiros anos de ocupação, divergências na quantidade real de usuários e comprometimento no uso de tecnologias eficientes disponíveis no edifício pelos ocupantes, como a utilização de escadas ao invés de elevadores.

O estudo de Luo, Scofield, Qiu (2021) analisou 10.557 prédios nos Estados Unidos e concluiu-se que os prédios com certificação LEED não apresentaram um

consumo hídrico inferior aos edifícios sem certificação. As sugestões indicadas pelo estudo como aprimoramento da certificação LEED neste quesito foram distribuir com maior homogeneidade as pontuações entre as categorias, aplicar pesos nas pontuações para os diferentes tipos de edifícios e promover uma conscientização dos usuários e responsáveis pelo uso correto das tecnologias disponíveis como forma de redução do consumo de água.

Portanto, as porcentagens obtidas no empreendimento X como redução de consumo hídrico ou energético são apenas estimativas de projeto que podem variar durante o uso e ocupação do edifício, devido a diversos fatores que não foram considerados nas estimativas de projeto. Se torna necessário principalmente o comprometimento dos usuários da edificação na adoção das práticas sustentáveis disponíveis no empreendimento.

Na área de materiais e recursos, percebeu-se que o empreendimento X apresentou uma cadeia de suprimentos mais sustentável, com a utilização de materiais reciclados e próximos ao empreendimento. Estas medidas ajudam a diminuir o impacto da construção civil no meio ambiente, que segundo Agopyan, John (2011), o setor de transporte é responsável por 8,1% das emissões de CO<sub>2</sub>, sendo uma parcela importante deste valor representado pelo fluxo de materiais da construção civil.

Entretanto, Kibert (2020), declara que a escolha dos materiais no processo de certificação de uma edificação sustentável representa um desafio para as equipes de projeto devido à dificuldade de determinar as informações necessárias dos fornecedores que possibilitam avaliar o impacto do ciclo de vida destes materiais na edificação. As certificações de materiais estão mudando esta realidade, a partir da descrição correta dos componentes utilizados na sua composição que possibilitam realizar uma análise de atendimento às normas e uma busca por produtos não agressivos ao meio ambiente.

Além disso, através dos acompanhamentos realizados e da adoção de medidas eficientes, como o plano de gerenciamento de resíduos, foi possível desviar de aterros 75% dos resíduos gerados durante a fase de execução do empreendimento. Estes dados permitem uma redução da geração de resíduos de construção e demolição que representam, conforme o panorama Abrelpe (2020), mais da metade dos resíduos sólidos gerados pelo Brasil.

Na categoria qualidade do ambiente interno, o empreendimento X atendeu metade dos créditos necessários para o beneficiamento do conforto e bem-estar dos usuários da edificação, através da redução da utilização de materiais com componentes orgânicos voláteis, aprimoramento do sistema de ventilação e climatização, proibição de fumo nos ambientes internos e aprimoramento do conforto térmico dos ocupantes. Conforme Kibert (2020), a qualidade do ambiente interno na edificação sustentável engloba diversos fatores que afetam a produtividade e a saúde dos usuários, os quais apresentam retornos sobre investimentos que podem alcançar até 10 vezes mais do que a economia de energia.

No estudo de Lee, Kim (2008), foi comparada a satisfação dos usuários no quesito desempenho do ambiente interno em edificações de escritório com e sem a certificação LEED. Dentro desta análise, a qualidade da iluminação e da acústica apresentaram desempenho inferior aos edifícios sem a certificação, principalmente devido à falta de iluminação eficiente nos ambientes de trabalho, além da ausência de privacidade em relação às conversas entre os colaboradores. Já em relação à qualidade do ar e conforto térmico, os usuários apresentaram uma satisfação maior devido aos condicionantes de projeto.

Portanto, o atendimento dos requisitos e créditos da categoria qualidade de ambiente interno no empreendimento X evidenciam um melhor conforto e bem-estar para os ocupantes da edificação. Entretanto, deve-se analisar de uma forma crítica se as pontuações atingidas apresentaram um beneficiamento no desempenho dos usuários da edificação através, por exemplo, de questionários que avaliam a satisfação nestes quesitos dos ocupantes do empreendimento X.

## **4.2 Proposição de melhoria**

Neste capítulo, foi verificado se o empreendimento X apresentaria condições de implementar melhorias que possibilitassem um aumento na pontuação obtida, a partir de uma análise dos créditos não atendidos. No apêndice B se encontra o documento respondido pela empresa Y durante a fase final da certificação.

#### 4.2.1 Terrenos sustentáveis

Os créditos não atendidos na categoria terrenos sustentáveis foram classificados entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 18 apresenta a classificação obtida para cada crédito não atendido.

Quadro 18 – Classificação das pontuações não atingidas da categoria terrenos sustentáveis

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1	IP
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat	1	PP
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais: controle da qualidade	1	PP
Crédito 8	Redução da poluição luminosa	1	PP

Fonte: Autoral

- **Crédito 3:** Remediação de áreas contaminadas;

Conforme USGBC (2016), este crédito estabelece que o empreendimento seja construído em um terreno com área contaminada ou com problemas ambientais, como forma de possibilitar a remediação e utilização destas áreas. Desta forma, o LEED permite que estas áreas contaminadas sejam tratadas e aproveitadas pelo empreendimento como forma de reduzir a busca por terrenos não desenvolvidos.

O empreendimento X foi executado em um terreno natural, com nenhuma edificação construída anteriormente. Além disso, não representava uma área contaminada ou com problemas ambientais anteriores que pudessem ser tratadas e, desta forma, foi classificado como impossível de obtenção.

- **Crédito 5.1:** Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo proteger e preservar as áreas naturais do terreno assim como restaurar possíveis áreas degradadas do ambiente no local. O atendimento deste crédito se torna possível através de duas possíveis situações:

1. Manter 50% do terreno com vegetação nativa do local, não contabilizando a projeção do edifício;

2. Manter 20% do terreno com vegetação nativa do local, contabilizando a projeção do edifício;

O terreno apresenta uma área total de 3.031,01 m<sup>2</sup> e sem a projeção da edificação de 795,02 m<sup>2</sup>. Desta forma, seria necessária uma área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> na primeira hipótese ou uma área de 606,20 m<sup>2</sup> no caso da segunda hipótese de vegetação nativa do local para o atendimento deste crédito.

As áreas verdes do empreendimento, incluindo os telhados verdes, apresentam uma área de 356,31 m<sup>2</sup>. Portanto, o atendimento deste crédito seria possível se na fase de projeto fossem estudadas formas de aumentar as áreas verdes do empreendimento para 400 m<sup>2</sup> com a adoção de paisagismo nativo composto por uma mistura de diferentes espécies de plantas, conforme determina os órgãos ambientais regionais.

- **Crédito 6.2:** Projeto para águas pluviais: controle da qualidade;

Conforme USGBC (2016), este crédito determina que o empreendimento possua um plano de gerenciamento de águas pluviais, de modo que permita reduzir as áreas impermeáveis do terreno e controlar a poluição dos cursos naturais d'água. Desta forma, para o atendimento deste crédito, seria necessário coletar e realizar o tratamento de 90% da média anual de precipitação da região.

O empreendimento X adotou telhados verdes para proporcionar a captação da água de chuva e realizou projetos paisagísticos de forma a permitir uma permeabilidade maior no terreno. Entretanto, devido à complexidade de implementação durante a fase de projeto de outras tecnologias, como pavimentos permeáveis, bacia de contenção e, principalmente, tratar as águas coletadas das chuvas, seja de forma mecânica ou natural, impossibilitaram de pontuar neste crédito.

Portanto, este crédito foi classificado como possível de obtenção durante a fase de projeto, visto que estas medidas sugeridas poderiam ser abordadas no estudo dos projetistas.

- **Crédito 8:** Redução da poluição luminosa;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo diminuir a passagem de iluminação artificial do interior do edifício para o exterior, visto que interfere na visualização do céu noturno e ocasiona a poluição noturna. Para este crédito ser atendido, o empreendimento deverá apresentar uma das seguintes opções no projeto luminotécnico da iluminação interna:

Opção 1) A iluminação interna do empreendimento deve apresentar potência reduzida em 50% no horário entre às 23 e 05 horas, através da utilização de sensores automáticos;

Opção 2) As luminárias não-emergenciais que estiverem localizadas próximas às aberturas das fachadas devem apresentar alguma proteção que permita uma transmitância luminosa inferior a 10% durante o horário entre às 23 e 05 horas.

Além do atendimento de um desses critérios, o empreendimento deve apresentar iluminação externa somente em casos de conforto e segurança e conforme os limites de iluminância impostos pelas normas americanas. Apesar do empreendimento X apresentar um projeto luminotécnico para todos os pavimentos, os responsáveis não atenderam a estes requisitos durante a fase de elaboração de projeto devido a sua elevada complexidade e, portanto, não foi possível pontuar neste crédito.

#### 4.2.2 Eficiência no uso da água

Os créditos não atendidos na categoria eficiência no uso da água foram classificados entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 19 apresenta a classificação obtida para cada crédito não atendido.

Quadro 19 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria eficiência no uso da água

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	PP
Crédito 3	Redução do consumo de água - 30% a 40%	1	PP

Fonte: Autoral

- **Crédito 2:** Tecnologias inovadoras para águas servidas;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como finalidade diminuir a geração de efluentes e o consumo de água potável do empreendimento nos sistemas de vasos sanitários ou mictórios. O empreendimento X não atendeu os requisitos solicitados, pois seria necessário o tratamento no próprio local de no

mínimo 50% dos efluentes provenientes das bacias sanitárias e o efluente tratado deveria ser reutilizado ou infiltrado dentro do terreno.

Devido à complexidade de execução das tecnologias de tratamento de efluentes necessárias para os resíduos gerados pelo empreendimento X, este crédito não foi atendido. Entretanto, foi classificado como possível de pontuação durante a fase de projeto se fossem estudadas alternativas que possibilitassem o tratamento e o reuso destes efluentes no empreendimento, além da proposição de um local específico do edifício para a realização deste tratamento.

- **Crédito 3:** Redução do consumo de água - 30% a 40%;

O atendimento deste crédito está interligado com a porcentagem atingida pelos cálculos de redução de consumo de água alcançada no pré-requisito 1 desta categoria. Conforme USGBC (2016), para o alcance dos quatro pontos totais seria necessária a obtenção de a partir de 40% da redução do consumo de água potável através das estratégias eficientes adotadas pelos empreendimentos.

O empreendimento X obteve três pontos, pois comprovou uma redução de consumo hídrico de 36,54% através de cálculos de uso diário baseado nas eficiências adotadas e comparadas aos dados de vazões e de consumo de água diário pré-estabelecido por habitante. Como forma de melhorar ainda mais a eficiência, poderiam ser adotadas outras medidas de redução de consumo hídrico, como a utilização de um sistema de reutilização da água das pias na descarga dos vasos sanitários ou até mesmo o reaproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis.

#### 4.2.3 Energia e atmosfera

Os créditos não atendidos na categoria energia e atmosfera foram classificados entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 20 apresenta a classificação obtida para cada crédito não atendido.

Quadro 20 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria energia e atmosfera

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 2	Geração local de energia renovável	4	PP
Crédito 3	Comissionamento avançado	2	PE
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2	IP

Fonte: Autoral

- **Crédito 2:** Geração local de energia renovável;

De acordo com USGBC (2016), este crédito determina a utilização de energias renováveis como forma de participação no custo de energia anual do edifício, de modo a incentivar o não consumo de fontes de energia não renovável, como o caso de combustíveis fósseis. Para o atendimento deste crédito, 1% do custo total de energia elétrica do empreendimento deve ser provindo de uma fonte renovável.

O empreendimento X não adotou nenhuma fonte de energia renovável no projeto, devido ao custo de implementação e por opção dos proprietários do edifício e, portanto, não atingiu a pontuação possível neste crédito. Entretanto, se fossem estudadas e adotadas medidas de implementação desde o início do projeto, o empreendimento X alcançaria facilmente os pontos possíveis.

- **Crédito 3:** Comissionamento avançado;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como objetivo complementar o primeiro pré-requisito desta categoria, através da ampliação de funções atribuídas ao agente de comissionamento estipulado pelo empreendimento. Dentre os cargos designados para o agente, destacam-se a realização de um manual com a abordagem dos processos comissionados para a utilização da futura equipe de operação e o acompanhamento do agente durante o período de dez meses após a entrega do empreendimento nas revisões dos sistemas comissionados.

O empreendimento X não atendeu este crédito devido à impossibilidade da continuação de acompanhamento do agente de comissionamento durante o período estipulado pela certificação para a equipe atual de operação e manutenção. Entretanto, seria possível pontuar neste crédito durante a fase de execução do edifício se realizassem um contrato de manutenção e operação com a empresa Y durante o período necessário, mas somente foi fornecido um manual com os

principais aspectos a serem respeitados pelos usuários do edifício e pela equipe de manutenção do empreendimento.

- **Crédito 4:** Melhoria na gestão de gases refrigerantes;

Conforme USGBC (2016), este crédito aprimora os requisitos solicitados no terceiro pré-requisito desta categoria através da adoção de medidas que reduzem a emissão de gases refrigerantes na camada de ozônio. Para o atendimento deste crédito, o empreendimento não deve utilizar gases refrigerantes nos sistemas de climatização ou adotar equipamentos que apresentem uma quantidade menor de potencial de destruição do ozônio, sendo comprovado por cálculos.

O empreendimento X não atingiu os requisitos necessários para a pontuação deste crédito devido à complexidade da não utilização de gases refrigerantes nos sistemas de climatização. Além disso, não comprovou a adoção de sistemas com baixo potencial de destruição do ozônio por se tratar de cálculos complexos que abordam fatores como carga de gás, vida útil e taxas de vazamento, assim como pela dificuldade de encontrar específicos equipamentos e pela inviabilidade econômica.

#### 4.2.4 Materiais e recursos

Os créditos não atendidos na categoria materiais e recursos foram classificados entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 21 apresenta a classificação obtida para cada crédito não atendido.

Quadro 21 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria materiais e recursos

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 1	Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes	5	IP
Crédito 3	Reuso de materiais	1	PE
Crédito 6	Madeira certificada	1	PE

Fonte: Autoral

- **Crédito 1:** Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes;

De acordo com USGBC (2016), este crédito tem como objetivo aumentar o ciclo de vida das edificações existentes, as quais estão inoperantes através do

aproveitamento das estruturas como pisos, coberturas e os sistemas de vedação vertical. Desta forma, conforme a porcentagem de aproveitamento se obtém uma pontuação, sendo obtidos o máximo de cinco pontos se atingir 75% de reuso destes sistemas.

O empreendimento X não alcançou pontuação neste crédito, visto que foi executado com nenhuma edificação pré-existente no terreno, a qual pudesse realizar o aproveitamento e o reuso das estruturas existentes. Desta forma, esta pontuação se tornou impossível para o empreendimento X, somente se utilizasse de maneira correta os materiais de demolição de edificações próximas.

- **Crédito 3:** Reuso de materiais;

De acordo com USGBC (2016), o objetivo deste crédito é aumentar a utilização de materiais provenientes de demolição afim de diminuir a geração de resíduos e, conseqüentemente, aumentar a vida útil de aterros, além de reduzir o consumo de novas matérias-primas. Para o atendimento deste quesito é necessária a utilização de 10% a 20% do custo total gasto em materiais empregados permanentemente no empreendimento em materiais de demolição.

O empreendimento X não pontuou neste crédito, visto que os materiais comprados para o edifício não foram provenientes de materiais de demolição devido à falta de logística e por ausência de estudos. Entretanto, esta pontuação poderia ser obtida através do estudo prévio do aproveitamento de quais possíveis materiais seriam benéficos para o empreendimento com a correta utilização.

- **Crédito 6:** Madeira certificada;

Conforme USGBC (2016), este crédito tem como objetivo estimular o uso de madeira certificada durante a execução do empreendimento e nas estruturas internas do edifício, como forma de incentivar o manejo florestal sustentável. Para o atendimento deste crédito é necessário utilizar pelo menos 50% dos custos totais em materiais à base de madeira em produtos que possuam a certificação *Forest Stewardship Council*.

O empreendimento X não atingiu o mínimo requisitado para pontuar neste crédito devido à escolha dos proprietários do edifício pela diferença de custo. Entretanto, este crédito seria atendido durante a fase de execução se houvesse uma pesquisa de fornecedores que apresentassem essa certificação em seus produtos, embora se tenha uma dificuldade de encontrar empresas com esta certificação nas regiões próximas do empreendimento.

#### 4.2.5 Qualidade do ambiente interno

Os créditos não atendidos na categoria qualidade do ambiente interno foram classificados entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 22 apresenta a classificação obtida para cada crédito não atendido.

Quadro 22 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria qualidade do ambiente interno

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 1	Monitoramento da qualidade da captação de ar externo	1	PP
Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra	1	PE
Crédito 5	Controle de partículas químicas e poluidoras	1	PP
Crédito 7	Conforto térmico - projeto	1	PP
Crédito 8.1	Luz natural e visibilidade externa – luz natural	1	PP
Crédito 8.2	Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa	1	PP

Fonte: Autoral

- **Crédito 1:** Monitoramento da qualidade da captação de ar externo;

De acordo com USGBC (2016), este crédito está relacionado com o monitoramento da ventilação mecanizada ou natural como medida de garantir a qualidade e o bem-estar dos usuários da edificação. Desta forma, o atendimento deste crédito ocorre através da instalação de um sistema com emissão de alerta para o operador predial quando houver variação de 10% ou mais nos níveis de fluxo de ar ou a concentração de dióxido de carbono.

Existem dois casos possíveis:

- A. Mecanicamente ventilados: Monitorar as concentrações de dióxido de carbono em ambientes densamente ocupados (ocupação igual ou maior que 1 pessoa a cada 3,7 m<sup>2</sup>), além de fornecer um sensor de vazão de ar capaz de monitorar com uma precisão de 15% para ambientes densamente ocupados ou 20% para espaços não densamente ocupados a variação da taxa de entrada de ar externo de projeto;

- B. Naturalmente ventilados: Monitorar os níveis de concentração de dióxido de carbono com sensores que devem ser instalados a uma distância entre um a dois metros do chão.

Conforme a foto 23 do apêndice A, no empreendimento X somente foram adotados controladores de concentração de dióxido de carbono nos estacionamentos cobertos existentes nos dois níveis de pavimento, os quais acionam o sistema de exaustão quando o nível de dióxido de carbono está maior que 39 ppm. Entretanto, o empreendimento X não pontuou neste crédito, visto que se optou por não instalar e automatizar um sistema de alarme para o controle dos níveis de dióxido de carbono e vazão de entrada de ar externo devido ao elevado custo e pela complexidade de implantação do sistema, embora pudesse ser implementado no projeto do edifício.

- **Crédito 4.4:** Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra;

Conforme USGBC (2016), este crédito proíbe a utilização do composto ureia-formaldeído na composição de madeiras, como fibras de média densidade (MDF), pisos laminados, parquet, dentre outros materiais utilizados no interior do edifício. O empreendimento X não atendeu este critério devido à dificuldade de encontrar fornecedores que comprovem e utilizem materiais de madeira sem a adição de ureia-formaldeído em sua composição.

- **Crédito 5:** Controle de partículas químicas e poluidoras;

De acordo com USGBC (2016), este crédito exige o controle da entrada de poluentes externos, como fumaça e material particulado em ambientes internos do empreendimento. Para atingir a pontuação é necessário realizar as seguintes estratégias:

- A. Instalar sistemas nas entradas principais do edifício que capturam a sujeira externa com no mínimo três metros de comprimento, como a utilização de grelhas, superfícies rugosas ou elementos vazados;
- B. Utilizar sistema de exaustão com pressão negativa em ambientes interno que apresentem emissão de gases ou produtos químicos perigosos como forma de não propagar emissões para outros ambientes;
- C. Nas áreas com ventilação mecânica se torna necessária a utilização de filtros para manter o ar provindo externamente limpo, os quais devem

obedecer a eficiência mínima exigida na norma *ASHRAE Standard 52.2*;

O empreendimento X não atingiu a pontuação devido à falta de atendimento das duas primeiras exigências, visto que existem capachos nas principais entradas do empreendimento, entretanto, não apresentam o comprimento necessário de três metros. Além disso, existem controladores de monóxido de carbono nos estacionamentos cobertos que acionam o sistema de exaustão, porém, não trabalham com os aspectos solicitados como a utilização de pressão negativa.

- **Crédito 7:** Conforto térmico - projeto;

Conforme USGBC (2016), o atendimento deste crédito ocorre através da realização de um projeto de sistema de climatização do edifício respeitando a norma *ASHRAE Standard 55-2004* e desenvolvimento de um memorial de cálculo com os principais parâmetros adotados e resultados obtidos no empreendimento. O empreendimento X não atingiu esta pontuação somente pela ausência de um memorial de cálculo do projeto de climatização com os principais parâmetros obtidos para o empreendimento, o qual poderia ser elaborado durante a fase de projeto do edifício.

- **Crédito 8.1:** Luz natural e visibilidade externa – luz natural;

Conforme USGBC (2016), este crédito está relacionado com a conexão entre os espaços internos do edifício e as vistas externas através da captação da luz natural nos ambientes. Para o atendimento deste crédito, deve haver um controle de ofuscamento nas aberturas existentes do empreendimento e comprovar por meio de simulação computacional ou medições nos locais que pelo menos 75% das áreas regularmente ocupadas apresentam iluminância natural de no mínimo 108 lux.

O empreendimento X apresenta grandes aberturas nos corredores e nas salas comerciais com vidros que possuem seletividade solar, os quais barram a radiação solar e permitem o aquecimento dos espaços internos sem penalizar a entrada de luz natural, conforme pode-se observar na foto 24 do apêndice A. Entretanto, através de simulação computacional não se atingiu a totalidade de área necessária com a iluminância natural de no mínimo 108 lux no empreendimento X, além de não haver um controle de ofuscamento nas aberturas existentes, o que poderia ser implementado durante a elaboração do projeto do empreendimento.

- **Crédito 8.2:** Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa;

De acordo com USGBC (2016), este crédito visa a otimização da visualização de paisagens externas para os ocupantes do edifício através da adoção de grandes aberturas. Para o atendimento deste crédito, pelo menos 90% de todas as áreas regularmente ocupadas devem apresentar visibilidade externa com janelas dispostas entre 0,8 metros e 2,3 metros do piso.

O empreendimento X não pontuou neste crédito devido à falta de aberturas em ambientes onde há uma relevante permanência de pessoas, como salas de reunião, refeitório, foyer e administração. Entretanto, esse crédito não foi atendido por questões arquitetônicas, as quais poderiam ser melhor desenvolvidas durante a fase de elaboração de projeto para aprimorar o conforto e bem-estar dos ocupantes através de aberturas com vistas externas.

#### 4.2.6 Prioridades regionais

O crédito não atendido na categoria prioridades regionais foi classificado entre impossível de obtenção (IP), possível de obtenção na fase de projeto (PP) e possível de obtenção na fase de execução (PE). O quadro 23 apresenta a classificação obtida para o crédito não atendido.

Quadro 23 - Classificação das pontuações não atingidas da categoria prioridades regionais

Crédito	Descrição	Pontos Possíveis	Classificação
Crédito 2	Madeira certificada	1	PE

Fonte: Autoral

- **Crédito 2:** Madeira certificada;

Este crédito refere-se ao item 6 da categoria de materiais e recursos e o empreendimento X não recebeu ponto extra pelo atendimento deste crédito, como já foi explicado anteriormente.

#### 4.2.6 Análise geral das pontuações não atingidas

O empreendimento X apresentou créditos que não foram atendidos devidos a diversos fatores, como a complexidade de atendimento do requisito durante a fase de projeto ou de execução, problemas relacionados ao custo de implementação,

dificuldades de fornecimento dos materiais solicitados ou até mesmo por opção dos proprietários. Além desses, também houveram créditos que não foram possíveis de pontuar devido à inviabilidade de atendimento dos requisitos necessários, seja pela escolha do local do empreendimento ou pela dificuldade de demonstração de atendimento.

O quadro 24 demonstra todos os pontos que não foram atingidos e com as suas respectivas classificações de obtenção para o empreendimento X.

Quadro 24 – Classificação das pontuações não atingidas

<b>Terrenos sustentáveis</b>			
<b>Crédito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontos Possíveis</b>	<b>Classificação</b>
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1	IP
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat	1	PP
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais: controle da qualidade	1	PP
Crédito 8	Redução da poluição luminosa	1	PP
<b>Eficiência no uso da água</b>			
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	PP
Crédito 3	Redução do consumo de água - 30% a 40%	1	PP
<b>Energia e atmosfera</b>			
Crédito 2	Geração local de energia renovável	4	PP
Crédito 3	Comissionamento avançado	2	PE
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2	IP
<b>Materiais e recursos</b>			
Crédito 1	Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes	5	IP
Crédito 3	Reuso de materiais	1	PE
Crédito 6	Madeira certificada	1	PE
<b>Qualidade do ambiente interno</b>			
Crédito 1	Monitoramento da qualidade da captação de ar externo	1	PP
Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra	1	PE
Crédito 5	Controle de partículas químicas e poluidoras	1	PP
Crédito 7	Conforto térmico - projeto	1	PP
Crédito 8.1	Luz natural e visibilidade externa – luz natural	1	PP
Crédito 8.2	Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa	1	PP
<b>Prioridades regionais</b>			
Crédito 2	Madeira certificada	1	PE

Fonte: Autoral

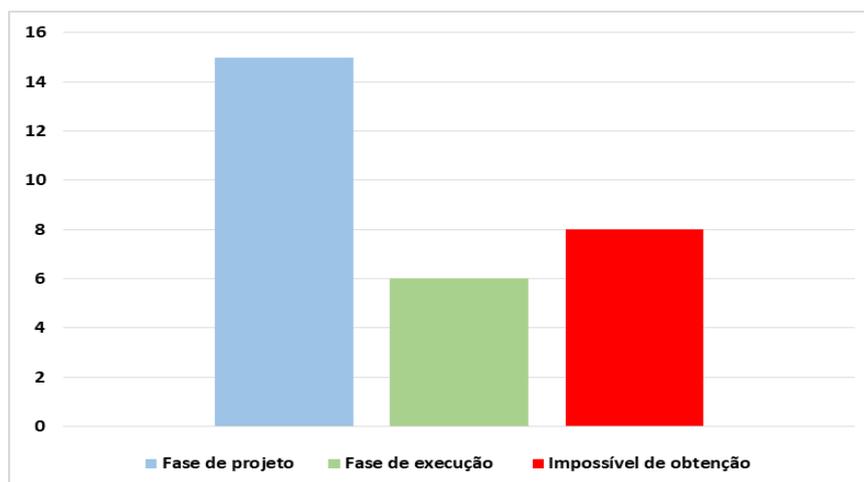
Desta forma, a tabela 5 resume os pontos possíveis de obtenção durante as respectivas fases de execução empreendimento X. O gráfico 4 demonstra de uma forma visual os resultados obtidos.

Tabela 5 – Resumo da classificação dos pontos não atingidos

Possibilidade de obtenção	Pontos
Fase de projeto	15
Fase de execução	6
Impossível de obtenção	8
Pontuação possível	102

Fonte: Autoral

Gráfico 4 – Classificação dos pontos não atingidos



Fonte: Autoral

Portanto, o empreendimento X apresentou uma pontuação máxima atingível de 102 pontos se fossem planejados os aprimoramentos necessários durante a fase de projeto ou execução do edifício. Como proposição de melhoria para o possível aumento da pontuação obtida, percebeu-se que a fase de projeto demonstra uma maior importância durante um processo de certificação de um empreendimento, visto que através das decisões realizadas durante a fase da concepção do projeto se permite obter diversos pontos e benefícios econômicos, ambientais e sociais para os usuários da edificação.

De acordo com Kibert (2020), as edificações sustentáveis devem apresentar um processo de projeto integrado entre os diferentes membros das equipes de projeto, a fim de definir e alcançar os objetivos e metas sobre as diversas questões

sustentáveis do empreendimento, como a eficiência dos recursos, otimização dos espaços, limitar os impactos ambientais, dentre outros aspectos que devem ser abordados e discutidos com prioridade entre os projetistas e os proprietários do empreendimento. Afirma ainda que esta abordagem deve ser realizada desde a etapa dos estudos preliminares de projeto, como forma de possibilitar maior economia durante o processo de construção e com o objetivo de se obter uma otimização ainda maior dos benefícios, através das tomadas de decisões que refletem em todo o ciclo de vida da edificação.

Este autor descreve a realidade do empreendimento X, o qual foi estudado desde a etapa de concepção de projeto, as alternativas de implementação relacionadas às questões sustentáveis, onde foi possível obter a maior parte das pontuações devido à comunicação e as decisões tomadas entre as equipes de projeto e de comissionamento através da definição dos objetivos e metas. Esta realidade permitiu ao empreendimento X se classificar como platina na certificação, embora ainda tenham sido notados alguns ajustes necessários, que por decisões de projeto ou dos proprietários não foram atendidos, os quais poderiam ser estudados e planejados durante a fase de projeto ou execução e, conseqüentemente, aumentar ainda mais o nível de pontuação.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou abordar os impactos e as vantagens da utilização da certificação ambiental LEED no âmbito da construção civil como forma de aprimorar e alcançar a sustentabilidade nas edificações. Para isso, como estudo de caso, foram analisadas as tecnologias empregadas em um empreendimento comercial na cidade de Canoas/RS que apresentou a classificação Platina no processo de certificação LEED.

Na etapa de diagnóstico do empreendimento, para cada categoria analisada da certificação foram apresentadas as estratégias utilizadas e os benefícios encontrados para o atendimento dos respectivos créditos descritos no *checklist* do LEED. Durante esta etapa, percebeu-se diferenciais adotados pelos responsáveis do empreendimento que possibilitaram o maior nível da certificação, como a presença de uma empresa com conhecimento técnico nesta área e a decisão de tornar a edificação sustentável desde a concepção de projeto, os quais foram fatores determinantes para a obtenção dos benefícios demonstrados pelo estudo.

Na categoria terrenos sustentáveis, o empreendimento apresentou diversas possibilidades de transportes alternativos, através da disposição de bicicletários, localização próxima à parada de ônibus e com uma excelente conexão urbana com a comunidade no entorno como forma de facilitar para os usuários o acesso aos serviços básicos e diminuir o uso do meio de transporte poluidor. Nesta categoria, também foi abordada a diminuição dos efeitos das ilhas de calor em centros urbanos, através da utilização de materiais com alta refletância solar e telhados verdes que permitiram um aumento da permeabilidade do terreno, além de proporcionar um contato social entre os ocupantes da edificação.

Em relação à eficiência do uso da água, o empreendimento apresentou tecnologias que permitiram o aprimoramento da utilização deste recurso natural como o uso de metais e louças com menores vazões de projeto além da eficiência hídrica existente para a irrigação do paisagismo da edificação. Todos estes fatores contribuíram para a redução de 1.185,099 L/ano ou em porcentagem 36,54%, comparado à linha de base de cálculo proposta pela certificação, embora este valor seja uma estimativa, a qual dependerá do comprometimento dos usuários e das possíveis divergências durante os primeiros anos de ocupação.

Na categoria energia e atmosfera, a utilização de sistemas eficientes como a instalação de sensores de presença na iluminação das áreas condominiais, adoção de sistemas de ar-condicionado e ventilação com alto coeficiente de performance e exaustão acionados a partir dos sensores de monóxido de carbono contribuíram para uma redução de 483.982,39 kWh/ano, conforme os valores de referência disponibilizados pela certificação. Do mesmo modo discutido na eficiência do uso da água, este valor representa uma estimativa que dependerá do comprometimento dos usuários e responsáveis pela edificação para torná-los reais.

Durante a fase de projeto do empreendimento foram designados locais específicos para a realização da correta separação e coleta do lixo gerados pela edificação como forma de beneficiar as cooperativas e fornecer uma destinação mais adequada aos resíduos. Já durante a fase de execução, foram atendidos diversos créditos através do correto uso do Plano de Gerenciamento de Resíduos que possibilitou o desvio de 1.200 m<sup>3</sup> de resíduos gerados e da utilização de materiais reciclados e regionais afim de apresentar uma cadeia de suprimentos mais sustentável.

Em relação ao conforto e bem-estar dos usuários no empreendimento, a categoria qualidade do ambiente interno apresentou diversos créditos com o objetivo de aumentar a satisfação dos ocupantes através da redução da utilização de materiais com componentes orgânicos voláteis, aprimoramento do sistema de ventilação e climatização, proibição de fumo nos ambientes internos e melhora do conforto térmico dos ocupantes. Estes aprimoramentos são relativos à percepção dos usuários no dia a dia de utilização da edificação e estudos indicam uma eficiência e produtividade maior para os colaboradores envolvidos no empreendimento através do atendimento destes créditos.

Como proposição de melhoria, o empreendimento apresentou uma pontuação máxima atingível de 102 pontos se fossem planejados os aprimoramentos necessários durante a fase de projeto ou execução do edifício. A fase de projeto demonstra uma importância significativa para o processo de certificação de edificações sustentáveis, visto que nesta etapa são decididos importantes fatores que otimizam os benefícios e reduzem os possíveis custos desnecessários durante a execução do empreendimento.

Portanto, o estudo conclui que o empreendimento analisado apresentou diversos benefícios em relação aos três pilares constituintes da sustentabilidade,

através do planejamento e da comunicação entre as equipes de projeto que possibilitaram tornar uma edificação mais sustentável. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi de ampliar os estudos sobre este tema de forma a cada vez mais aumentar a utilização das certificações ambientais e por consequência, minimizar os impactos da construção civil no meio ambiente e maximizar os benefícios econômicos e sociais.

### **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestão para futuros estudos, este trabalho traz as seguintes propostas:

- Avaliar a percepção dos usuários em relação aos requisitos implementados na certificação LEED;
- Analisar os custos reais envolvidos no processo de certificação;
- Avaliar se os benefícios obtidos a longo prazo compensam os valores gastos para a obtenção da certificação;
- Analisar se os desempenhos apresentados pela certificação conferem com os dados obtidos durante o período de uso e ocupação do empreendimento.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE**, p. 51, 2020.

ACCIOLY, L. F. P. **A influência da certificação ambiental AQUA-HQE no processo de projeto: Estudo de caso em edifício residencial em Maceió, AL.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5991?mode=full>. Acesso em: 18 out. 2021.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2011.

AMARAL, M. A. T. DE. **Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/11105>. Acesso em: 03 nov. 2021.

BARROS, A. D. M. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades.** Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-06112012-155745/pt-br.php>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BRASIL. O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia em prédios públicos. **Ministério de Minas e Energia**, v. 1, p. 18, 2015.

BRASILEIRO, S. B. C. **Adequação ao Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal de Edificações do Programa Minha Casa Minha Vida.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5513?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5513?locale=pt_BR). Acesso em: 25 out. 2021.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Banco de Dados - CBIC.** Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 7 set. 2021.

CAMPOS, V. R.; MATOS, N. S.; BERTINI, A. A. Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: análise dos sistemas de certificação LEED e ISO 14001. **Gestão & Saúde**, v. 6, p. 1104–1118, 2015.

CECCHETTO, C. T. et al. A educação ambiental e a sustentabilidade nas edificações. **Seminário Internacional de Educação do Mercosul**, v. 1, p. 17, 2015.

CÔRTEZ, R. et al. Contribuições para a Sustentabilidade na Construção Civil. **Sistemas & Gestão**, v. 6, n. 3, p. 384–397, 2011.

COSENTINO, L.; MARTINS BORGES, M. Panorama da sustentabilidade na construção civil: da teoria à realidade do mercado. **ENSUS - IV Encontro de Sustentabilidade de Projeto**, v. 1, p. 9, 2016.

COSENTINO, L. T. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Proposta de diretrizes baseadas nos selos de certificação ambiental**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5637>. Acesso em: 18 out. 2021.

FCAV, FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI; CERWAY. **Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício - Edifícios Não Residenciais**. Versão de 2016.

FCAV, FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **AQUA-HQE™ – Portal Vanzolini**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/produto/aqua-hqe/>>. Acesso em: 15 out. 2021.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Selo casa azul + Caixa. Caixa Econômica Federal. v.8, julho de 2021.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Quer ser membro do GBC Brasil? Conheça cinco vantagens!** São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/quer-ser-membro-do-gbc-brasil-conheca-cinco-vantagens/>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificações - GBC Brasil**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacoes/>>. Acesso em: 7 dez. 2021a.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Você sabe quais são as tipologias da certificação LEED? Conheça aqui - GBC Brasil**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/voce-sabe-quais-sao-as-tipologias-da-certificacao-leed-conheca-aqui/>>. Acesso em: 7 dez. 2021b.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED - GBC Brasil**. São Paulo, 2021. Disponível em: <[https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/?gclid=Cj0KCQjwwY-LBhD6ARIsACvT72P7halh6-WiA7Q6ISUfqdR4fjsc7GzFR72DAxO8MoNy2JjEgoYu6ekaAtvREALw\\_wcB](https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/?gclid=Cj0KCQjwwY-LBhD6ARIsACvT72P7halh6-WiA7Q6ISUfqdR4fjsc7GzFR72DAxO8MoNy2JjEgoYu6ekaAtvREALw_wcB)>. Acesso em: 7 dez. 2021c.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **EMPREENDIMENTOS LEED**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>>. Acesso em: 7 dez. 2021d.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação de sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-28032009-111851/pt-br.php>. Acesso em: 05 nov. 2021.

KEOLEIAN, G.; SCHEUER, C. W. Evaluation of LEED Using Life Cycle Assessment Methods. **Nist Gcr**, p. 159, 2002.

KERN, A. P. et al. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 826–834, 2016.

KIBERT, C. J. **Edificações Sustentáveis: Projeto, construção e operação**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

LARUCCIA, M. M. Sustentabilidade E Impactos Ambientais Da Construção Civil. **ENIAC Pesquisa**, n. 1, p. 69–84, 2014.

LEE, Y. S.; KIM, S. Indoor environmental quality in LEED-certified buildings in the U.S. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 7, n. 2, p. 293–300, 2008.

LIMA, L. et al. Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 125730, 2021.

LUO, K.; SCOFIELD, J. H.; QIU, Y. (LUCY). Water savings of LEED-certified buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 175, n. May, p. 105856, 2021.

MARJABA, G. E.; CHIDIAC, S. E. Sustainability and resiliency metrics for buildings - Critical review. **Building and Environment**, v. 101, p. 116–125, 2016.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity. **Mckinsey Global Insititute**, v. 1, n. February, p. 168, 2017.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Call for action : Seizing the decarbonization opportunity in construction. **Mckinsey Global Insititute**, v. 1, n. July, p. 12, 2021.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ISMS-842G7C>. Acesso em: 20 set. 2021.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 4, p. 84–119, 2009.

OBATA, S. H. et al. LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 145, n. March, p. 170–178, 2019.

OLIVEIRA, J. C. DE; FARIA, A. C. DE. Impacto econômico da construção sustentável : a reforma do Estádio do Mineirão. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–14, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E.; VERGARA, L. G. L. Indústria da construção

sustentável: uma análise da certificação leed no mercado brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24942–24950, 2020.

OLIVEIRA, V. M. **Sistemas de certificação ambiental e a norma brasileira de desempenho**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/521>. Acesso em: 20 out. 2021.

PARDINI, A. F. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258287>. Acesso em: 06 nov. 2021

PROCEL INFO. **Selo Procel Edificações**. Programa do Governo Federal. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C%7D>>. Acesso em: 20 out. 2021.

RAFAEL, S. et al. Are green roofs the path to clean air and low carbon cities? **Science of the Total Environment**, v. 798, p. 149313, 2021.

RODRIGUES, M. S. et al. Certificação LEED : A reforma sustentável do estádio Mineirão e suas vantagens. **Teccen**, v. 11, p. 30–38, 2019.

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

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 3, p. 7–18, 2003.

TAMURA, C. A. **Construções Sustentáveis**. 1. ed. Curitiba: Contentus, 2020.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 | U.S. Green Building Council**. Washington, 2021. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed/v41>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. Updated to reflect the 7/01/2016 document addenda for the LEED 2009 for Core and Shell Development Rating System. 2016.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa The Case Study as a Research Mode. **Rev SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, 2007.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Our Story**. Londres, 2021. Disponível em:

<<https://www.worldgbc.org/our-story>>. Acesso em: 27 out. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso : planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Foto 1) Proteção do empreendimento



Foto 2) Galeria pluvial protegida



Foto 3) Varrição das áreas externas



Foto 4) Fechamento do canteiro de obra



Foto 5) Passarela existente



Foto 6) Parada de ônibus próxima



Foto 7) Bicletário existente



Foto 8) Vestiários disponíveis



Foto 9) Vagas de veículos eficientes



Foto 10) Cobertura verde 1



Foto 11) Cobertura verde 2



Foto 12) Cobertura do empreendimento



Foto 13) Controle de irrigação instalado



Foto 14) Medidores condominiais



Foto 15) Medidores individuais



Foto 16) Depósito de recicláveis

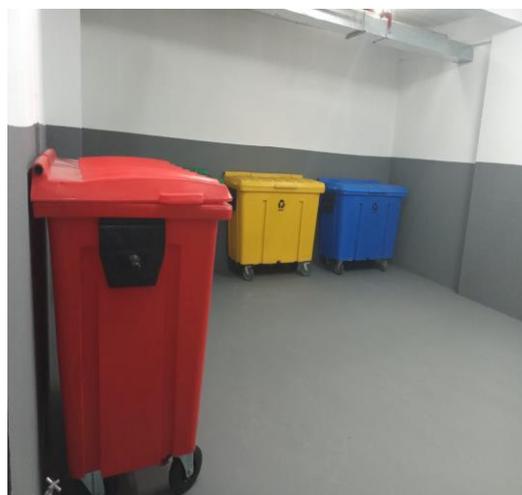


Foto 17) Depósito de orgânicos



Foto 18) Separação de lixos - execução



Foto 19) Separação de lixos - lâmpadas



Foto 20) Sistema de exaustão



Foto 21) Sinalização antifumo



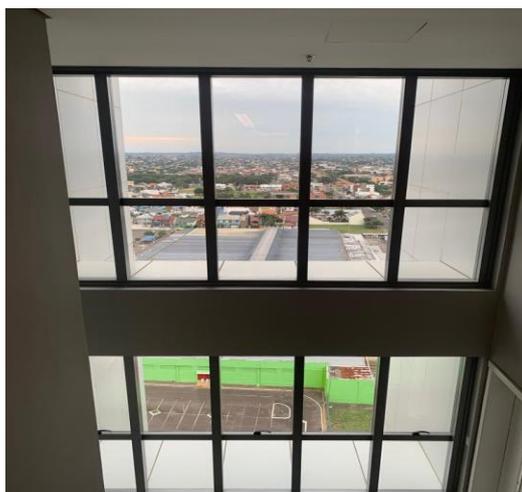
Foto 22) Dutos de ar protegidos



Foto 23) Sensor de CO instalado



Foto 24) Aberturas dos corredores



## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DOS CRÉDITOS NÃO ATINGIDOS

### 1. Categoria: Terrenos Sustentáveis;

**Crédito 3:** Remediação de áreas contaminadas.

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Outros: Devido ao terreno não ser contaminado, conforme determina a certificação;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Impossível de obtenção.

**Crédito 5.1:** Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 6.2:** Projeto para águas pluviais: controle da qualidade;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 8:** Redução da Poluição Luminosa;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

### 2. Categoria: Eficiência no uso da água;

**Crédito 2:** Tecnologias inovadoras para águas servidas;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 3:** Redução do uso da água;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

### **3. Categoria: Energia e Atmosfera;**

**Crédito 2:** Geração local de energia renovável;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Devido ao custo relacionado à implantação do requisito;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de execução.

**Crédito 3:** Comissionamento avançado;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Outros: Escopo adicional de acompanhamento durante a operação do edifício que envolve nova contratação;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de execução.

**Crédito 4:** Melhoria na gestão de gases refrigerantes;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Impossível de obtenção.

**4. Categoria: Materiais e recursos;**

**Crédito 1:** Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Outros: Não existiam construções existentes onde pudesse ser feito reuso/manutenção dos materiais;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Impossível de obtenção.

**Crédito 3:** Reuso de materiais;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Outros: Ausência de fornecedor do material especificado;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de execução.

**Crédito 6:** Madeira certificada;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Ausência de fornecedor do material especificado;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de execução.

**5. Categoria: Qualidade do ambiente interno;**

**Crédito 1:** Monitoramento da qualidade da captação de ar externo;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 4.4:** Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Ausência de fornecedor do material especificado;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de execução.

**Crédito 5:** Controle de partículas químicas e poluidoras;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 7:** Conforto térmico - projeto;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 8.1:** Luz natural e visibilidade externa – luz natural;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

**Crédito 8.2:** Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa;

**Questionamento 1)** Melhor justificativa do não atendimento do crédito:

Complexidade para o atendimento do requisito durante a elaboração do projeto;

**Questionamento 2)** Em qual fase seria possível a obtenção do crédito:

Possível de obtenção na fase de projeto.

## ANEXO A – RELATÓRIO FINAL DA CERTIFICAÇÃO LEED



### LEED Certification Review Report

This report contains the results of the technical review of an application for LEED® certification submitted for the specified project. LEED certification is an official recognition that a project complies with the requirements prescribed within the LEED rating systems as created and maintained by the U.S. Green Building Council® (USGBC®). The LEED certification program is administered by Green Business Certification Inc. (GBCI®).

**Project ID** 1000044277  
**Rating system & version** LEED-CS  
**Project registration date** 06/27/2014



**Platinum Certified**

CERTIFIED: 40-49, SILVER: 50-59, GOLD: 60-79,  
 PLATINUM: 80+

### LEED 2009 CORE AND SHELL

ATTEMPTED: 81, DENIED: 0, PENDING: 0, AWARDED: 81 OF 110 POINTS

Category	Points	Subcategory	Points
<b>SUSTAINABLE SITES</b>	<b>24 OF 28</b>	<b>MATERIALS AND RESOURCES</b>	<b>6 OF 13</b>
SSp1 Construction Activity Pollution Prevention	Y	MRp1 Storage and Collection of Recyclables	Y
SSc1 Site Selection	1 / 1	MRC1 Building Reuse-Maintain Existing Walls, Floors and Roof	0 / 5
SSc2 Development Density and Community Connectivity	5 / 5	MRC2 Construction Waste Mgmt	2 / 2
SSc3 Brownfield Redevelopment	0 / 1	MRC3 Materials Reuse	0 / 1
SSc4.1Alternative Transportation-Public Transportation Access	6 / 6	MRC4 Recycled Content	2 / 2
SSc4.2Alternative Transportation-Bicycle Storage and Changing Rooms	2 / 2	MRC5 Regional Materials	2 / 2
SSc4.3Alternative Transportation-Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3 / 3	MRC6 Certified Wood	0 / 1
SSc4.4Alternative Transportation-Parking Capacity	2 / 2		
SSc5.1Site Development-Protect or Restore Habitat	0 / 1	<b>INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY</b>	<b>6 OF 12</b>
SSc5.2Site Development-Maximize Open Space	1 / 1	IEQp1 Minimum IAQ Performance	Y
SSc6.1Stormwater Design-Quantity Control	1 / 1	IEQp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Y
SSc6.2Stormwater Design-Quality Control	0 / 1	IEQc1 Outdoor Air Delivery Monitoring	0 / 1
SSc7.1Heat Island Effect, Non-Roof	1 / 1	IEQc2 Increased Ventilation	1 / 1
SSc7.2Heat Island Effect-Roof	1 / 1	IEQc3 Construction IAQ Mgmt Plan-During Construction	1 / 1
SSc8 Light Pollution Reduction	0 / 1	IEQc4.1Low-Emitting Materials-Adhesives and Sealants	1 / 1
SSc9 Tenant Design and Construction Guidelines	1 / 1	IEQc4.2Low-Emitting Materials-Paints and Coatings	1 / 1
		IEQc4.3Low-Emitting Materials-Flooring Systems	1 / 1
<b>WATER EFFICIENCY</b>	<b>7 OF 10</b>	IEQc4.4Low-Emitting Materials-Composite Wood and Agrifiber Products	0 / 1
WEp1 Water Use Reduction-20% Reduction	Y	IEQc5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control	0 / 1
WEc1 Water Efficient Landscaping	4 / 4	IEQc6 Controllability of Systems-Thermal Comfort	1 / 1
WEc2 Innovative Wastewater Technologies	0 / 2	IEQc7 Thermal Comfort-Design	0 / 1
WEc3 Water Use Reduction	3 / 4	IEQc8.1Daylight and Views-Daylight	0 / 1
		IEQc8.2Daylight and Views-Views	0 / 1
<b>ENERGY AND ATMOSPHERE</b>	<b>29 OF 37</b>	<b>INNOVATION IN DESIGN</b>	<b>6 OF 6</b>
EAp1 Fundamental Commissioning of the Building Energy Systems	Y	IDc1.1 Innovation: Site Assessment	1 / 1
EAp2 Minimum Energy Performance	Y	IDc1.1 Innovation in Design	0 / 1
EAp3 Fundamental Refrigerant Mgmt	Y	IDc1.2 Innovation: Green Building Education Program	1 / 1
EAc1 Optimize Energy Performance	21 / 21	IDc1.2 Innovation in Design	0 / 1
EAc2 On-Site Renewable Energy	0 / 4	IDc1.3 Innovation: Sustainable Purchasing Policy - Lamps	1 / 1
EAc3 Enhanced Commissioning	0 / 2	IDc1.3 Innovation in Design	0 / 1
EAc4 Enhanced Refrigerant Mgmt	0 / 2	IDc1.4 SS Credit 4.1: Alternative Transportation Public Transportation Access	1 / 1
EAc5.1Measurement and Verification-Base Building	3 / 3	IDc1.4 Innovation in Design	0 / 1
EAc5.2Measurement and Verification-Tenant Submetering	3 / 3	IDc1.5 SS Credit 7.1: Heat Island Effect - Nonroof	1 / 1
EAc6 Green Power	2 / 2	IDc1.5 Innovation in Design	0 / 1
		IDc2 LEED® Accredited Professional	1 / 1
		<b>REGIONAL PRIORITY CREDITS</b>	<b>3 OF 4</b>
		SSc6.1Stormwater Design-Quantity Control	1 / 1
		WEc3 Water Use Reduction	1 / 1
		MRC2 Construction Waste Mgmt	1 / 1
		<b>TOTAL</b>	<b>81 OF 110</b>