

AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM CRICIÚMA, SC, PARAMETRIZADA PELA CERTIFICAÇÃO LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)

Danielle da Silva Lourenço¹
Daniel Comin da Silva²

Resumo

O presente trabalho visou examinar os requisitos imprescindíveis para a obtenção da certificação LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental) em um edifício multifamiliar situado em Criciúma/SC, levando em consideração tanto os pré-requisitos obrigatórios quanto os critérios de pontuação. Em primeiro lugar, a pesquisa focou na identificação de estratégias que pudessem atender a quatro pré-requisitos não cumpridos, evitando alterações significativas na metodologia construtiva vigente. Na sequência, foram analisados os critérios pontuadores, ressaltando aqueles que permitiriam a máxima pontuação sem necessidade de modificações e outros que poderiam ser aprimorados com ajustes simples. Os achados indicam que a certificação inicial do LEED é viável com os ajustes propostos, o que pode incentivar práticas sustentáveis entre as construtoras locais, além de promover benefícios diretos aos usuários.

Palavras-Chave: Certificação residencial. LEED. Edifícios multifamiliares. Sustentabilidade.

EVALUATION OF SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR A MULTI-FAMILY BUILDING IN CRICIÚMA, SC, PARAMETERIZED BY LEED CERTIFICATION (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)

Abstract: The present work aimed to examine the essential requirements for obtaining LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification in a multifamily building located in Criciúma/SC, taking into account both the mandatory prerequisites and the scoring criteria. Firstly, the research focused on identifying strategies that could meet four unfulfilled prerequisites, avoiding significant changes to the current construction methodology. Next, the scoring criteria were analyzed, highlighting those that would allow maximum scores without the need for modifications and others that could be improved with simple adjustments. The findings indicate that the initial LEED certification is viable with the proposed adjustments, which can encourage sustainable practices among local construction companies, in addition to promoting direct benefits to users.

Keywords: Residential certification. LEED. Multifamily buildings. Sustainability.

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina. danielle.sl@ifsc.edu.br

² Professor Daniel Comin da Silva do Instituto Federal de Santa Catarina. daniel.comin@ifsc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil se consolidou na cidade de Criciúma juntamente com as indústrias de carvão, cerâmica, vestuário e calçados, segundo o IBGE (2010). Áreas responsáveis por impulsionar a economia da cidade, mas nem sempre em um desenvolvimento harmônico com a preservação ambiental.

A forma de descartar os rejeitos sólidos dessas indústrias e o processo da mineração, por exemplo, geraram problemas em relação à qualidade do ar criciumense, segundo Gonçalves e Mendonça (2007). Esses prejuízos ambientais ocorrem por utilização ampla de matéria-prima não renovável e pelo consumo elevado de energia.

Sabendo que o ramo da construção civil está em crescimento na cidade e da preocupação com as questões ambientais, há a necessidade de promover práticas mais sustentáveis. Nesse cenário, a adoção de soluções como as recomendadas pela certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) pode contribuir para mitigar os efeitos negativos da construção convencional e para promover um desenvolvimento urbano mais consciente e equilibrado.

Esse selo se destaca como um dos principais referenciais globais para a avaliação de edificações sustentáveis, pois leva em conta diferentes categorias. De acordo com a GBC Brasil, responsável pelo LEED no país, uma edificação certificada pode ter o consumo de água reduzido em até 40%, em até 30% no consumo de energia elétrica e em 65% na geração de resíduos, assim como demonstrar a responsabilidade social das empresas e melhorar a eficiência produtiva, resultando na valorização da construção e em melhor qualidade de vida para os usuários.

A certificação LEED pode ser aplicada em todos os tipos ou fases de uma edificação e os projetos pontuam por usarem estratégias de construção sustentável em diferentes categorias, analisando fatores como: terreno/entorno; qualidade do ar; materiais utilizados; consumo de água e consumo de energia. A depender da pontuação alcançada, o projeto pode ser certificado em um dos quatro níveis: Certificado, Prata, Ouro ou Platina.

Além da variedade de critérios avaliados e de ser adaptável para empreendimentos de grande ou pequeno porte, a escolha do selo LEED, dentre outras certificações disponíveis, partiu também do seu reconhecimento em diversas partes do mundo, podendo trazer maior atenção ao projeto que está sendo desenvolvido e, no mercado, ser um diferencial de valorização do imóvel, gerando maior interesse de construtoras no investimento dessas soluções sustentáveis.

Portanto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar, por meio de estudo de caso, as soluções sustentáveis implementadas em um edifício residencial multifamiliar em fase de construção na cidade de Criciúma/SC, adotando como método a certificação LEED. A pesquisa avaliou os parâmetros necessários para a certificação, considerando as especificidades do projeto em questão, além das possíveis adaptações. Ressaltando que o objetivo não é produzir o material necessário para a certificação, mas realizar uma análise inicial que possa incentivar a busca pelo selo.

Ao analisar as práticas que poderão ser adotadas, pretende-se contribuir para a certificação do edifício e fomentar um debate sobre a importância da sustentabilidade na construção civil, entendendo que a certificação deste projeto pode influenciar nas futuras ações das construtoras da região. No Brasil, segundo a GBC Brasil, até 2024, apenas 885 edificações (46,6% do total cadastrado) foram certificadas pelo LEED, sendo a maior parte delas no estado de São Paulo, com quase 60% do total. Enquanto isso, em Santa Catarina, foram apenas 19 certificações.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Estudar os indicadores avaliados pela certificação LEED;
- II. Identificar os indicadores previamente atendidos por um edifício multifamiliar em construção na cidade de Criciúma/SC, como estudo de caso;
- III. Propor adequações ao estudo de caso, de modo a melhorar o desempenho do empreendimento frente à certificação LEED.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 Sustentabilidade na Construção Civil

O tripé da sustentabilidade, também conhecido como “Triple Bottom Line”, propõe um modelo de desenvolvimento que integra três dimensões fundamentais: econômica, social e ambiental. Para garantir um crescimento sustentável, é essencial que as organizações em expansão promovam o crescimento econômico em harmonia com práticas sustentáveis.

De acordo com o portal Unep Notícias (2025), as construções são responsáveis por aproximadamente um terço das emissões globais de CO₂. No Brasil, conforme estima John (2000), cerca de 210 milhões de toneladas de agregados são extraídas anualmente para a produção de concreto e argamassa, destacando a importância de práticas mais sustentáveis.

Assim, o investimento em soluções sustentáveis na concepção e construção de edificações é essencial para reduzir os impactos ambientais e gerar economia, além de aprimorar a imagem da empresa. Isso possibilita “aumentar a lucratividade e o crescimento por meio do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia” (SILVA, 2003, p. 04).

1.2.2 Construções Verdes e Certificações Sustentáveis

Em resposta aos impactos ambientais, o setor da construção civil já movimentou algumas mudanças no desenvolvimento de projetos e direciona novas edificações para atenderem a um melhor desempenho sustentável.

Um dos conceitos é o de “Green Building”, criado nos Estados Unidos, que promove a construção de edificações que utilizam recursos de forma mais eficiente, através do estudo do clima, previsão de acessibilidade, áreas permeáveis, entre outros.

Outras soluções são as classificações de desempenho ambiental de construções (selos), que desempenham um papel importante ao estimular a competitividade no mercado. E, por isso, certificações como o LEED surgiram com o objetivo de incentivar as práticas sustentáveis no setor da construção.

1.2.3. Certificação LEED em Edifícios Residenciais

A certificação LEED avalia a eficiência de edificações e seus processos construtivos. Existem quatro tipologias no Brasil: BD+C (novas construções), ID+C (interiores comerciais), O+M (manutenção) e ND (desenvolvimento de terrenos). Globalmente, mais de 1,85 milhão de metros quadrados possuem características sustentáveis, incluindo 110 mil unidades residenciais (GBC Brasil, 2021).

No Brasil, um projeto residencial piloto de 2015, localizado em São Paulo, teve a certificação prata e destacou-se por reduzir 60% do consumo de água, 70% do consumo de energia, 80% na geração de resíduos e 30% nos custos operacionais (Pellizzetti, 2017).

2 METODOLOGIA

2.1 TIPOLOGIA DE PESQUISA

O estudo de caso foi elaborado com base no método científico hipotético-dedutivo e as técnicas de pesquisa bibliográfica, documental e de campo, confrontando os dados da edificação com os pré-requisitos da certificação LEED e demais itens pontuadores, até constatar a possibilidade da certificação inicial (40 pontos), conforme os Quadros 01 e 02.

Desse modo, a pesquisa estruturou-se inicialmente pela avaliação dos documentos disponibilizados pela GBC Brasil (Green Building Council) com os critérios da certificação LEED para novas construções e, posteriormente, dos diferenciais do edifício, dos procedimentos adotados pela construtora e dos projetos do empreendimento (arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e de comunicação, preventivo, paisagismo e climatização).

2.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS

O empreendimento (Figura 01) selecionado como estudo de caso está situado na R. Monteiro Lobato, esquina com a R. Santo Antônio, no bairro Centro de Criciúma/SC. Possui uma área total construída de 6.491,02m², sendo 3.290,40m² de área privativa dos apartamentos.

Composto por um pavimento térreo, subsolo e pavimento de garagem, onde estão as vagas de estacionamento, um pavimento inteiro dedicado a áreas de lazer (Figura 03) e 9 pavimentos tipo, o empreendimento totaliza 13 pavimentos (Figura 02). O pavimento tipo possui 4 apartamentos, sendo então, 36 unidades residenciais de 3 dormitórios, com área individual de aproximadamente 100m².

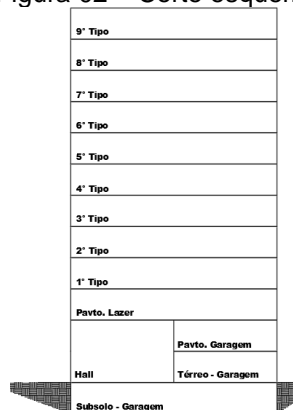
Classificado como padrão médio-alto, o empreendimento conta com acabamentos como: esquadrias de alumínio com persianas automatizadas, um ponto para carregador de carro elétrico para cada apartamento, manta acústica entre os pavimentos, placas fotovoltaicas e reaproveitamento de águas pluviais.

Figura 01 – Empreendimento



Fonte 01: Construtora Fontana (2024).

Figura 02 – Corte esquemático



Fonte 02: Autor (2024)

Figura 03 – Pavimento de Lazer



Figura 04 – Planta humanizada apto.



Fonte: Catálogo de vendas – Construtora Fontana (2024). Disponível em: <https://www.estilofontana.com.br/imovel-planta/apartamento/criciuma-2/thiene-residencial-141/plantas>

Considerando os guias da certificação LEED, identificou-se que a tipologia que a edificação se enquadra é nomeada como LEED v4.1 Residential “BD+C” Multifamily, sendo esta, referente à novas ou grandes construções, ou grandes reformas, de edifícios residenciais multifamiliares.

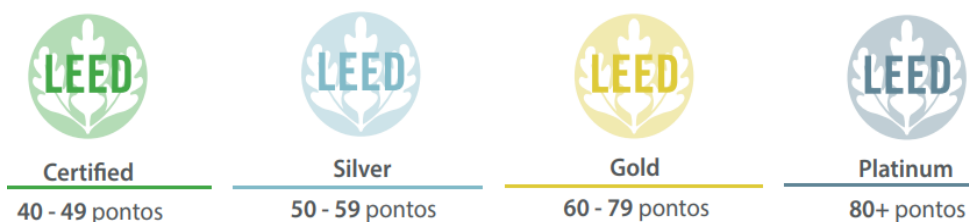
Essa classificação está em lançamento, sendo uma das mais atualizadas até o momento, embora aplicável inicialmente apenas nos EUA e Canadá. No entanto, em breve estará liberada para projetos dentro e fora da América do Norte.

Após a escolha da tipologia, consultou-se a biblioteca de créditos, guia e o cartão de pontuação disponibilizados no site da GBC Brasil, para dividir os itens do checklist da certificação pelas 9 áreas que o selo LEED atua, sendo elas:

1. **IP** - Processo integrativo;
2. **LT** - Localização e transporte;
3. **SS** - Terrenos sustentáveis;
4. **WE** - Uso racional da água;
5. **EA** - Energia e Atmosfera;
6. **MR** - Materiais e Recursos;
7. **EQ** - Qualidade do ambiente interno;
8. **IN** - Inovação;
9. **RP** - Prioridade regional.

Para obter a certificação, o projeto deve cumprir, além dos pré-requisitos (16 itens, conforme Quadro 01), alguns dos créditos, pontuando conforme o desempenho. O sistema de pontuação atribui até 110 pontos, mas a certificação é alcançada a partir dos 40 pontos, como demonstrado na Figura 05.

Figura 05 – Classificação do selo LEED



Fonte: Guia LEED – Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/>

3 DESENVOLVIMENTO

Os pré-requisitos do selo foram organizados no Quadro 01 e analisados com base nos projetos e memoriais da edificação. Considerando que todos eles precisarão ser atendidos, foram indicados ajustes quando necessário e, posteriormente, prosseguiu-se com os critérios de pontuação, conforme Quadro 02.

3.1 ANÁLISE DOS PRÉ-REQUISITOS

A seguir, o Quadro 01 traz uma síntese dos pré-requisitos, atendidos ou não, pelo edifício estudado neste estudo de caso.

Quadro 01 – Análise dos Pré-requisitos (obrigatoriedades) do selo LEED

Item	Atende	
	SIM	NÃO
SS - Terrenos sustentáveis		
01-Prevenção da poluição na atividade de construção		X
WE - Uso racional da água		
02-Medidor de água no nível do edifício	X	
03-Redução do uso da água	X	
EA - Energia e Atmosfera		
04-Teste e verificação de Sistemas Fundamentais		X
05-Desempenho Energético Mínimo	X	
06-Medição de energia	X	
07-Gestão Fundamental de Refrigeradores	X	
MR - Materiais e Recursos		
08-Armazenamento e coleta de recicláveis	X	
09-Planejamento de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição	X	
EQ - Qualidade do ambiente interno		
10-Desempenho mín. da qualidade do ar interno	X	
11-Ventilação de combustão	X	
12-Proteção contra poluentes em garagens	X	
13-Construção resistente à radônio		X
14-Gestão de umidade interna	X	
15-Controle Ambiental da Fumaça do Tabaco	X	
16-Compartimentalização		X
16 Itens – 12 Atendidos e 4 Não atendidos		

Fonte: Autor (2024)

3.1.1 Considerações sobre os itens atendidos

3.1.1.1 Item 02 - Medidor de água no nível do edifício

Com o intuito de fornecer suporte à gestão da água, a certificação exige que, além da instalação dos hidrômetros individuais por apartamento, os valores medidos (mensais e anuais) sejam compartilhados com o USGBC por 5 anos, a partir da data

de certificação, podendo assim, identificar oportunidades de economia no consumo de água. Como os dados serão coletados e estarão disponíveis, o compartilhamento das informações é plenamente viável.

3.1.1.2 Item 03 - Redução do uso da água

Com o objetivo de reduzir o consumo de água potável em pelo menos 20%, a GBC traz especificações para as instalações hidrossanitárias e seus acessórios, além de avaliar o uso de novas tecnologias e o uso de água captada ou recuperada. Neste caso, além de considerar as especificações das instalações, o pré-requisito é atendido por meio do sistema de captação, armazenamento e reuso de águas pluviais para regar os jardins e limpeza de áreas externas do condomínio.

3.1.1.3 Item 05 - Desempenho Energético Mínimo

Considerando o objetivo de alcançar um nível mínimo de eficiência energética, atende-se ao pré-requisito a medida em que há a previsão de instalação de uma usina fotovoltaica no edifício.

3.1.1.4 Item 06 - Medição de energia

Conforme exigido também pela concessionária de energia de Criciúma (Celesc), é de prática a instalação de medidores para cada apartamento, atendendo ao pré-requisito da certificação.

3.1.1.5 Item 07 - Gestão Fundamental de Refrigerantes

Para o atendimento deste requisito é importante que não sejam utilizados refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC). Nesse caso, a Construtora deve atentar-se durante a compra dos equipamentos das áreas comuns. Para as áreas privativas, não há o fornecimento pela construtora. No entanto, de modo geral, atualmente produtos com CFC dificilmente são comercializados.

3.1.1.6 Item 08 - Armazenamento e coleta de recicláveis e Item 09 - Planejamento de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

Para a fase de construção, além das áreas dedicadas ao descarte dentro do canteiro, considerou-se a prática interna da construtora de contratar uma empresa terceirizada e especializada para retirada e descarte dos resíduos. Já na fase pós obra, os moradores terão um local específico e adequado para armazenamento e separação dos resíduos no pavimento térreo, conforme já previsto no projeto arquitetônico. Como a gestão de resíduos é realizada por uma empresa especializada, eles possuem o plano de gestão de resíduos, que também é exigido pela municipalidade no licenciamento da obra.

3.1.1.7 Item 10 - Desempenho mínimo da qualidade do ar interno

O item requer que todas as unidades habitacionais contenham um sistema de ventilação mecânica, de modo a fornecer ar diretamente do exterior. No entanto, o sistema não se faz necessário no empreendimento, considerando que haverá janelas

para a área externa em todos os ambientes dos apartamentos, exceto no banheiro social e lavado, onde um poço de ventilação realiza a mesma função.

3.1.1.8 Item 11 - Ventilação de combustão

Mediante às instruções normativas da IN 6 do CBMSC (Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina), deve haver ventilação em todo ambiente em que há um aparelho de combustão. Desta forma, atende-se ao item com a prática e normativa local. Para além da ventilação, recomenda-se a instalação de um monitor de monóxido de carbono (CO) em cada pavimento com unidades residenciais. No entanto, trata-se de uma recomendação.

3.1.1.9 Item 12 - Proteção contra poluentes em garagens

Para atendimento do item é necessário que todos os equipamentos de tratamento de ar e dutos sejam colocados fora da área de proteção contra incêndio da garagem, exceto os dutos que atendem à garagem, elevadores ou áreas de armazenamento diretamente conectadas, e que as superfícies compartilhadas com a garagem sejam seladas, incluindo os espaços acima delas. Logo, considerando que a tomada de ar dos dutos de ventilação dos pavimentos tipo ocorre no pavimento de lazer; considerando que, verticalmente, entre os pavimentos com garagens e os demais pavimentos há a instalação de uma manta acústica e uma manta de impermeabilização; considerando que, horizontalmente, a conexão das garagens com o hall ocorre por meio de espaço compartimentado, o empreendimento atende ao requisito.

3.1.1.10 Item 14 - Gestão de umidade interna

Para atendimento do pré-requisito é necessário instalar todas as medidas aplicáveis de controle de umidade, como pisos resistentes à água em áreas molhadas, dreno para máquina de lavar roupa, entre outros, que são atendidos através dos acabamentos já entregues no empreendimento.

3.1.1.11 Item 15 - Controle Ambiental da Fumaça do Tabaco

Referente ao controle de fumaça do tabaco, é proibido fumar em áreas comuns do empreendimento, em atendimento à legislação vigente.

3.1.2 Proposições de adequações nos itens não atendidos

3.1.2.1 Item 01 - Prevenção de poluição por atividades de construção

Há a necessidade de criação e implementação de um plano de controle de erosão e sedimentação em conformidade com a Licença de Construção e monitoramento por uma agência de proteção ambiental. O plano deve descrever as medidas previstas para todas as atividades de construção associadas ao projeto.

A intenção é de reduzir a poluição causada pela construção do empreendimento e controlar a erosão do solo, sedimentação dos cursos d'água e poeira no ar. Como o empreendimento não possui grande área de vegetação, esse plano atenderia principalmente o período inicial de construção. Algumas das opções

que podem ser adotadas neste caso são:

- Controlar o escoamento e a sua velocidade com cercas de silte ou medidas similares.
- Proteger entradas de esgoto com materiais similares a filtros de rocha.
- Desviar o curso da água de locais mais sensíveis (locais inclinados, taludes, etc.) através de valas;
- Usar mantas, camadas ou bermas para estabilizar solos em áreas com inclinação superior a 15% durante a construção.

3.1.2.2 Item 04 - Teste e Verificação de Sistemas Fundamentais

O empreendimento deve atender as indicações das seções 2 e 3 do LEED, as quais indicam a contratação de um profissional qualificado para realizar testes em alguns dos sistemas construtivos da edificação considerando as tarefas da Diretriz ASHRAE 0-2013.

Algumas dessas tarefas são: desenvolver e aprovar listas de verificação e procedimentos; conferir a execução; manter registro de problemas e benefícios durante o processo; documentar descobertas e recomendações, reportando ao proprietário; preparar ou revisar um plano de operações e manutenção.

Além disso, deve-se realizar a inspeção do invólucro térmico conforme a lista de verificação de inspeção de gabinete térmico multifamiliar LEED e dos sistemas de aquecimento e resfriamento canalizados, conferindo se todos os dutos estão preservados e se as taxas de vazamento de ar estão em conformidade. Toda a análise deve ser documentada e incluída no processo.

Esses testes e verificações vão além dos já realizados pela construtora, como o teste de vazamentos nas tubulações de água e do ar condicionado, verificação de atendimento mínimo de conforto acústico nos ambientes da edificação, e de vedação e funcionamento das esquadrias. Ao adotar como novo procedimento a contratação e os testes, a construtora atenderá ao pré-requisito do selo, além de elevar seu nível de verificações.

3.1.2.3 Item 13 - Construção resistente ao radônio

Considerando que esse selo se originou nos Estados Unidos, alguns dos parâmetros utilizados não são verificados no Brasil, como é o caso do gás radônio. Este gás não possui cor, odor ou sabor e pode ser encontrado em pequenas quantidades nas rochas, solos e água, sendo originado pelo urânio e tório, dois dos elementos radioativos mais abundantes na crosta terrestre.

O item solicita que na construção de novas edificações residenciais sejam adotadas técnicas de construção resistentes ao gás, podendo seguir as técnicas da American Association of Radon Scientist and Technologists (AARST), Reducing Radon in New Construction of 1 & 2 Family (CAH-2012) ou Soil Gas Control Systems in New Construction (CC-1000 2018). Onde, no mínimo, as seguintes técnicas devem ser incluídas:

- Ruptura capilar, instalada de acordo com a versão 1 do Indoor airPLUS;
- Tubo de ventilação vertical estanque a gás rotulado como um componente de um sistema de redução de radônio;
- Ventilador de radônio ou uma tomada elétrica em um local acessível no forro.

Além dessas técnicas, o requisito poderia ser atendido se o edifício fosse elevado em pelo menos 60cm, com espaço aberto entre o edifício e o solo. Mas, no caso do empreendimento estudado, há um subsolo impossibilitando o distanciamento.

Levando então a outra opção, de oferecer ventilação natural aos apartamentos, utilizar uma membrana de proteção, como a Monarflex RMB350, instalada na laje que está em contato com o solo, e a aplicação da argamassa de revestimento nas paredes de todos os ambientes, garantindo o isolamento e impedimento de passagem do gás.

3.1.2.4 Item 16 - Compartimentalização

Para atender ao pré-requisito, é recomendado compartimentar cada apartamento, minimizando o vazamento de ar entre as unidades, que possam conter fumaça de tabaco ou outras impurezas.

A selagem entre as paredes, tetos e pisos, já ocorrem previamente pelo uso de revestimentos. No entanto, além delas, será necessário instalar faixas de proteção em todas as portas de entrada, que dão acesso aos corredores, e em todas as portas e janelas externas, de modo que a construção tenha um vazamento máximo de 1,53 L/s/m², a uma pressão de 50 Pa, considerando todas as superfícies que envolvem a unidade residencial.

3.2 ANÁLISE DOS CRÉDITOS

A seguir, o Quadro 02 traz uma síntese da pontuação atingida pelo estudo de caso na análise dos itens não obrigatórios do LEED.

Quadro 02 – Análise dos Créditos do selo LEED

Item	Pontos	
	Máximo	Alcançado
IP - Processo integrativo		
01- Processo integrativo	1	1
LT - Localização e transporte		
02 - Proteção Sensível da Terra	2	2
03 - Local de alta prioridade	1	-*
04 - Densidade circundante e usos diversos	5	5
05 - Acesso ao trânsito de qualidade	3	3
06 - Instalações para bicicletas	1	-*
07- Pegada de estacionamento reduzida	1	1
08 - Veículos Elétricos	2	2
SS - Terrenos sustentáveis		
09 - Avaliação do local	1	1
10 - Proteger ou restaurar o habitat	1	-*
11 - Espaço aberto	1	1
12- Gestão de águas pluviais	3	3
13 - Redução da ilha de calor	2	-*
14 - Redução da poluição luminosa	1	-*
WE - Uso racional da água		

15 - Redução do uso da água	10	3
16 - Medição de água	2	2
EA - Energia e Atmosfera		
17 -Comissionamento Aprimorado	6	-*
18 - Desempenho energético	18	9
19 -Monitoramento e relatórios de energia em todo o edifício	1	0*
20-Harmonização da rede	2	-*
21 - Energia renovável	5	5
22 -Gerenciamento aprimorado de refrigerantes	1	-*
23 - Sistemas de distribuição de água quente eficientes	1	-*
MR - Materiais e Recursos		
24 - Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5	0*
25 - Produtos ambientalmente preferíveis	6	-*
26 - Gestão de Resíduos de Construção e Demolição	2	0*
EQ - Qualidade do ambiente interno		
27-Estratégias aprimoradas de qualidade do ar interno	4	0*
28 -Compartimentação aprimorada	1	-*
29 - Sem Fumaça de Tabaco Ambiental	1	-*
30 -Materiais de baixa emissão	4	2
31 - Avaliação da qualidade do ar interior	2	0*
32 - Conforto térmico	1	-*
33 - Luz do dia e vistas de qualidade	1	1
34 -Desempenho acústico	2	0*
IN - Inovação		
35 - Inovação	5	-*
36 -Profissional credenciado LEED	1	1
RP - Prioridade regional		
37-Prioridade regional	4	-*
Total:	110	42
Legenda:		
-* Itens analisados previamente e desconsiderados do estudo, podendo pontuar no caso de uma avaliação mais aprofundada;		
0* Itens que, inicialmente, não alcançaram pontuação, mas receberam propostas de adequações (tópico 3.2.3).		
Classificação: Nível Certificado		

Fonte: Autor (2024)

3.2.1 Considerações sobre os itens atendidos totalmente

3.2.1.1 Item 01 - Processo integrativo (1 ponto de 1)

Mediante ao treinamento existente para prestadores de serviço nas obras, seriam adicionadas 8h dedicadas a apresentar os aspectos ambientais do projeto, além de falar como os instaladores podem contribuir para atender aos pré-requisitos LEED e créditos pretendidos. De modo que cada área possa ter dúvidas sanadas, abortando temas como encanamento, sistemas mecânicos, isolamento, estrutura e vedação de ar. Os instaladores participariam do treinamento referente à sua atividade desempenhada e o supervisor em todas.

3.2.1.2 Item 02 - Proteção Sensível da Terra (2 pontos de 2)

Pontuação máxima alcançada diante da localização da edificação em uma região já consolidada (área central da cidade), evitando a construção em terras ambientalmente sensíveis.

3.2.1.3 Item 04 - Densidade circundante e usos diversos (5 pontos de 5)

Para melhorar a saúde pública e incentivar a atividade física diária, o item avalia as características do entorno da edificação, em um raio de 400m. Considerando o sentido norte e noroeste do edifício estudado, dentro do raio estipulado, encontra-se mais de 8.035m² de terreno edificável, fazendo jus a 3 pontos. Para os outros 2 pontos alcançados, considerou-se que a entrada principal do edifício tem, numa distância máxima de 800m, estabelecimentos com os seguintes usos: varejo de alimentos, farmácia, banco, local de entretenimento familiar, academia, restaurante/café, cuidados com os cabelos, lavanderia, estabelecimento de ensino, clínicas e consultórios, e outros, que alcançam mais de 8 tipos solicitados.

3.2.1.4 Item 05 - Acesso ao trânsito de qualidade (3 pontos de 3)

Visando incentivar o desenvolvimento em áreas com opções de transporte multimodal ou uso reduzido de veículos motorizados, reduzindo assim as emissões de gases poluentes e danos ambientais e à saúde pública, pontua-se no critério ao localizar, em até 400 metros de distância do projeto, pontos de transporte público existentes ou planejados. O transporte nessas paradas deve atender aos requisitos da tabela disponibilizada, onde as frequências mínimas de viagens durante a semana e nos finais de semana devem ser cumpridas.

Sendo assim, para o empreendimento estudado, se considerada apenas as 6 linhas que passam pela R. Santo Antonio, R. São José e Rod. Maximiliano Gaidzinski (linhas 500, 504, 407, 206, 210 e 228), atinge-se 184 viagens por dia, totalizando 920 por semana, número maior que os 144 passeios durante a semana exigidos para pontuação máximo do item.

3.2.1.5 Item 07 - Pegada de estacionamento reduzida (1 ponto de 1)

O item tem como objetivo minimizar os danos ambientais associados aos estacionamentos, provenientes da dependência gerada pelos automóveis, ou pelo consumo de terra e o escoamento de águas pluviais. O projeto atinge a pontuação do tópico por meio da opção 01, ao não fornecer estacionamento na área externa do terreno e da opção 04, referente a desagregação do estacionamento, já que as vagas são comercializadas separadamente na venda do imóvel.

3.2.1.6 Item 08 - Veículos Elétricos (2 pontos de 2)

Para promover alternativas aos automóveis movidos a combustíveis convencionais, o item solicita que o empreendimento forneça infraestrutura de carregamento para veículos elétricos no estacionamento no local. Considerando o padrão do empreendimento e questões comerciais da construtora, é disponibilizado 1 ponto por apartamento, que excede os 2% do total das vagas e, desta forma, atinge a pontuação máxima.

3.2.1.7 Item 09 - Avaliação do local (1 ponto de 1)

Através da nova construção, o selo orienta que seja realizada uma avaliação das condições do local antes do projeto prosseguir, de modo a considerar opções sustentáveis. Essas avaliações são divididas em 7 itens, referentes à topografia, hidrologia, clima, vegetação, solos, uso humano e efeitos na saúde humana.

A pesquisa engloba itens discutidos e estudados durante a fase de estudo de projeto e de legalização. Sendo assim, a construtora manteria seu procedimento padrão, atentando-se apenas em conferir novamente se todos os itens foram verificados, além de descrever como essas características influenciaram no design e soluções do projeto.

3.2.1.8 Item 11 - Espaço aberto (1 ponto de 1)

Pensando em criar espaços abertos externos que incentivem a interação com o ambiente, a certificação solicita o fornecimento dessa área, ou então, o apontamento de um local com distância máxima de 800m que possua um espaço aberto acessível ao público e que tenha, pelo menos, 3000m², podendo ser a somatória de até dois locais.

O edifício atende ao requisito ao estar localizado a aproximadamente 400m da praça do congresso, que possui cerca de 12.000m² de área ao ar livre com opções de interação social e com o ambiente, além de possibilitar atividades físicas.

3.2.1.9 Item 12 - Gestão de águas pluviais (3 pontos de 3)

Com base na hidrologia natural e o balanço hídrico do local, tem-se como objetivo reduzir o volume de escoamento e melhorar a qualidade da água. Por meio das condições climáticas da cidade de Criciúma, que possui uma média anual de 1551mm de pluviosidade (ClimateData, 2024), é possível se enquadrar no item que propõe a instalação de recursos permanentes de coleta, devido a cisterna de retenção de águas pluviais existente no projeto. Seu volume de 7.500L retém mais de 90% da água de eventos pluviométricos locais, com base na área de telhado/terreno do empreendimento, alcançando os 3 pontos máximos do item.

3.2.1.10 Item 16 - Medição de água (2 pontos de 2)

Para apoiar a gestão da água e identificar oportunidades de economia adicional por meio do monitoramento do consumo, um ponto é concedido pela instalação de hidrômetros permanentes em dois ou mais dos seguintes subsistemas de água, conforme aplicável ao projeto: irrigação, uso de água da piscina e outros usos significativos. Outro ponto é concedido pela instalação de um medidor de água em cada unidade residencial. No projeto é previsto medidores individuais por apartamento, assim como um referente à área comum e outro para a reutilização pluvial não potável, atingindo assim, 2 pontos.

3.2.1.11 Item 21 - Energia renovável (5 pontos de 5)

Pensando em redução de danos ambientais associados à energia de combustíveis fósseis e na redução de emissões de gases de efeito estufa, propõe-se o uso de sistemas de energia renovável e seu autofornecimento. No edifício estudado,

foi projetada a instalação de 20 módulos fotovoltaicos (potência entre 545 e 555Wp) que fornecerão 70% da energia.

Com uma geração de energia renovável superior a 60% da demanda a ser consumida pelas áreas comuns, são alcançados os 5 pontos disponibilizados no item.

3.2.1.12 Item 33 - Luz do dia e vistas de qualidade (1 ponto de 1)

Para conectar os ocupantes do edifício ao exterior, reforçar os ritmos circadianos e reduzir o uso de iluminação elétrica, introduzindo luz natural e visuais externos no ambiente, a pontuação pode ser alcançada de duas formas: demonstrando, por meio de modelagem computacional ou medições de luz natural, que os níveis de iluminância atendem aos valores estabelecidos ou, como alternativa, garantindo que pelo menos 50% dos espaços ocupados das unidades residenciais possuam janelas com vistas para flora, fauna ou o céu, ou com objetos a pelo menos 8 metros de distância do exterior da janela. Sendo a segunda opção atendida pela edificação.

3.2.1.13 Item 36 - Profissional credenciado LEED (1 ponto de 1)

Para promover a integração da equipe necessária em um projeto LEED e acelerar o processo de inscrição e certificação, pelo menos um membro principal da equipe deve ser um Profissional Credenciado LEED (AP), com especialização adequada ao projeto. Logo, considerando que o processo de certificação seria feito por uma empresa terceirizada, o item será atendido.

3.2.2 Considerações sobre os itens atendidos parcialmente e sugestões para aprimorar as pontuações iniciais

3.2.2.1 Item 15 - Redução do uso da água (3 pontos de 10)

Com o intuito de reduzir a demanda por água potável, com equipamentos ou práticas, o item disponibiliza até 10 pontos. Entre as formas de alcançar a pontuação, a edificação atende aos critérios da opção 02, referente a um paisagismo eficiente com plantações nativas e redução do uso de água em ambientes internos.

No paisagismo o percentual das plantas nativas utilizadas classifica a pontuação em níveis de 1 a 3. O projeto de paisagismo prevê, em sua maioria, o uso de vegetação nativa (53,8%), alcançando 2 pontos.

Na redução de uso de água, os pontos são somados por meio de algumas iniciativas: 1 ponto por torneiras de lavatórios com fluxo menor que 5,6 L/min; 2 pontos pelo uso de encaixes ou acessórios de chuveiro para que não exceda o fluxo de 6,6 L/min; 2 pontos considerando descargas em bacias sanitárias com volume médio menor que 4,1L/min ou 1 ponto para 4,8 L/min; 1 ponto pelo uso de lavadoras de roupas com certificação Energy Star ou similar, como a Procel, classificadas como nível A.

Ao entregar em todas as unidades e áreas comuns as bacias sanitárias do modelo Quadra e marca Deca com caixa acoplada, de capacidade de acionamento de 3 e 6L, gera-se um volume médio de 4,5L, atingindo 1 ponto.

Já as torneiras, chuveiros e lavadoras de roupas, por não serem fornecidos pela construtora nas unidades residenciais, não é possível afirmar a eficiência dos acabamentos e gerar uma pontuação maior.

3.2.2.1.1 Ajuste de pontuação (de 3 para 9 pontos)

Para atingir uma pontuação maior neste item e optando-se por soluções mais objetivas, poderiam ser adotadas medidas como: a troca de, ao menos, 21,2% das vegetações de outras regiões que foram escolhidas no projeto de paisagismo, para plantas nativas, fazendo jus aos 3 pontos; fornecer torneiras, acessórios de chuveiro e lavadoras de roupas de acordo com as premissas do selo, de modo a alcançar 4 pontos; e alterar o modelo da bacia sanitária para um modelo com descarga de 3 e até 5,2L, enquadrando a média em 4,1L/min, onde alcança-se 2 pontos. Com estas adequações, seria possível pontuar 9 pontos no item.

3.2.2.2 Item 18 - Desempenho energético (9 pontos de 18)

Neste item é necessário realizar o estudo do consumo energético do edifício, e com medidas eficientes nos projetos otimizar e reduzi-lo, comparando a índices de normas internacionais. No entanto, entre as opções para pontuação há a redução de emissões de gases de efeito estufa, sendo possível atender com a geração de energia renovável no local.

O edifício terá um sistema de geração de energia solar dimensionado para atender 70% do consumo do condomínio, sendo superior aos 65% tabelado, atingindo então, 9 pontos.

3.2.2.3 Item 30 - Materiais de baixa emissão (2 pontos de 4)

Para reduzir contaminantes químicos presentes na construção, o item visa utilizar materiais no edifício que atendam aos critérios de baixa emissão. Os pontos são concedidos de acordo com a quantidade de categorias de produtos utilizados. As categorias são: tintas e revestimentos; adesivos e selantes; pavimento; painéis de parede; tetos e isolamento.

Previamente atende-se a categoria de pavimento e painéis de parede, visto que pelo menos 90% dos materiais são em cerâmica e concreto/armagassa, logo não são fontes emissoras de COVs (compostos orgânicos voláteis). Já a categoria de tintas e revestimentos é atendida ao utilizar linhas a base de água. Ao atender as três categorias, o edifício faz jus a 2 pontos dos 4 disponibilizados no item.

3.2.2.3.1 Ajuste de pontuação (de 2 para 4 pontos)

Para alcançar os 4 pontos é necessário o atendimento às 5 categorias. Portanto, a construtora pode optar por adesivos e selantes feitos a partir de solventes não tóxicos e por mantas acústicas que possuem emissões mínimas.

3.2.3 Considerações sobre os itens não atendidos, com potencial de atendimento

3.2.3.1 Item 26 - Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (0 pontos de 2)

A pontuação é alcançada com o envio dos resíduos gerados pela construção para reciclagem, sendo três ou quatro fluxos de materiais. A reciclagem contratada atualmente pela construtora não atinge os 50% de todo o material da obra.

3.2.3.1.1 Ajuste de pontuação (de 0 para 2 pontos)

Para a pontuação total seria necessário realizar a contratação para a reciclagem de 70% dos materiais de construção e demolição e estes serem enviados para pelo menos quatro fluxos de materiais.

3.2.3.2 Item 27 - Estratégias aprimoradas de qualidade do ar interno (0 pontos de 4)

Neste item é necessário combinar 3 opções para a pontuação máxima, visando a melhoria da qualidade do ar interno nas unidades: uso de tapetes na entrada de cada unidade (1 ponto); eventual uso de sistema mecânico para ventilação deve utilizar filtros de ar (1 ponto); exaustão local aprimorada em banheiros com chuveiro (1 ponto) ou ventilação equilibrada de toda a unidade através de um sistema (2 pontos). Como não são disponibilizados tapetes e as ventilações mecânicas não se fazem necessárias, nenhum dos itens é atendido.

3.2.3.2.1 Ajuste de pontuação (de 0 para 1 ponto)

Os sistemas de ventilação mecânicas não são necessários, mas a construtora pode propor a entrega de 1 tapete na entrada de cada apartamento, possuindo a identificação da unidade ou até mesmo, a marca da empresa, como já se utiliza na entrada das áreas comuns.

3.2.3.3 Item 31 - Avaliação da qualidade do ar interior (0 pontos de 2)

Para fornecer uma melhor qualidade do ar interno, o item visa a limpeza do local e do ar de cada unidade habitacional através de um dispositivo de filtragem, após a conclusão de todas as atividades de construção, para alcançar 1 dos pontos. O outro ponto é fornecido se realizada a limpeza por, no mínimo, 14 dias (336 horas) operando o sistema de ventilação da unidade e o teste o ar interno da unidade demonstre que os contaminantes, como o monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), não excedem os níveis listados.

Como o procedimento atual de limpeza antes da entrega do imóvel não conta com a filtragem do ar, nenhuma pontuação é recebida.

3.2.3.3.1 Ajuste de pontuação (de 0 para 1 ponto)

Os níveis de concentração por contaminante não podem ser previstos até que seja realizada uma primeira análise, sendo assim, é possível contar com apenas um dos pontos, referente ao uso do filtro após a limpeza dos apartamentos.

Nesse caso, a construtora deve investir na compra de um dispositivo de filtragem de ar recirculante, capaz de remover 99,97% das partículas de até 0,3 microns de tamanho e limpar os locais por pelo menos 2 dias (48 horas).

3.2.3.4 Item 34 - Desempenho acústico (0 pontos de 2)

Para a pontuação no item são avaliados os ruídos presentes nas unidades (1 ponto), de modo que os sistemas de aquecimento, resfriamento e ventilação estejam abaixo dos 35 dBA em áreas de estar e 40 dBA em cozinhas e banheiros. Além disso, é avaliado o desempenho acústico de paredes, divisórias e conjuntos de piso e teto.

Se a edificação apresentar o desempenho mínimo estabelecido, fará jus a mais 1 ponto.

A construtora tem como procedimento realizar a contratação de testes acústicos após a finalização das instalações em, pelo menos, uma das unidades. Tendo por base o laudo realizado em um outro empreendimento que possui as mesmas soluções construtivas que o estudado, os resultados obtidos foram:

- Ruído aéreo em sistema vedação vertical externa: 39 dB na suíte e 25 dB na sala; Ruído aéreo em piso: 47 dB na sala e 60 dB na suíte; Ruído impacto em piso: 60 dB na sala e 55 dB na suíte.

Logo, os resultados são satisfatórios para atendimento da norma ABNT mas não para os parâmetros/índices solicitados pela certificação LEED.

3.2.3.4.1 Ajuste de pontuação (de 0 para 2 pontos)

O método de isolamento acústico e o tipo de laudo realizado não considera os mesmos objetivos que o solicitado para pontuação do selo. Ainda assim, os resultados obtidos não estão distantes.

Para alcançar a pontuação máxima a construtora deve investir na contratação do projeto acústico, onde serão considerados os dados mínimos solicitados pelo item da certificação e criados novos métodos de isolamento. Dentre as soluções possíveis, pode-se optar pela troca da manta acústica utilizada (de 5mm) e a alteração das espessuras dos materiais utilizados nas paredes internas e externas.

3.2.4 Itens previamente analisados e que não foram atendidos

Com base no objetivo II do artigo, alguns dos itens de pontuação do selo, que não seriam atendidos e/ou teriam a necessidade de um maior esforço e quantidade de alterações, não foram citados com propostas de adequações, sendo: Item 03 – por não ser um local histórico, de prioridade de desenvolvimento ou recuperação; Item 06 – necessário área ou caminhos para bicicletas (impacto nas áreas/projetos já desenvolvidos); Item 10 – pouca área de vegetação para proteger ou restaurar; Item 13 – implicaria na alteração no telhado e, conseqüentemente na área e aprovação do projeto; Item 14 – precisaria da análise e comparação com normas internacionais; Item 17 – seriam necessários testes de ar, pressão, entre outros; Item 19 - monitoramento e relatórios de energia em todo o edifício; Item 20 – edifício precisaria de capacidade de resposta à demanda elétrica, além das placas fotovoltaicas; Item 22 – não seria possível controlar os equipamentos adquiridos pelos clientes/moradores; Item 23 - modificaria o tipo de material do sistema de distribuição de água quente; Item 24 - necessário investir no estudo do Ciclo de Vida do Edifício; Item 25 – necessários dados dos materiais e fornecedores; Item 28 – seriam necessário testes e alternativas para vazamentos de ar entre as unidades, além de projetos específicos; Item 29 – não é possível proibir o fumo dentro das unidades residenciais ou sacadas, por serem privadas; Item 32 – necessário a compra, fornecimento e instalações de controles de aquecimento em cada unidade; Item 35 – necessário um estudo a parte para realizar um projeto ou propostas inovadoras, que vão além da certificação LEED; Item 37 – necessário um estudo a parte para abordar temas inovadores para a região.

3.3 PONTUAÇÃO E CERTIFICAÇÃO ATINGIDA

Com base nas análises dos créditos (item 3.2) e nas adequações necessárias

dos pré-requisitos (item 3.1.2), a edificação atingiria 42 pontos, alcançando certificação inicial no nível de “Certificado”.

Além disso, com as alterações/sugestões apontadas (item 3.2.2 e 3.2.3), a tabela de pontuações seria atualizada conforme o Quadro 03, sendo possível o aumento de 14 pontos, melhorando a certificação para o nível “Prata” (nível 2 de 4).

Quadro 03 – Créditos atualizados do selo LEED mediante as propostas de alterações

Legenda:								
Itens previamente atendidos (conforme Quadro 02).								
Itens com adequações para aprimorar a pontuação inicial.								
Item	Pontos		Item	Pontos		Item	Pontos	
	Máx.	Atendido		Máx.	Atendido		Máx.	Atendido
1	1	1	14	1	0	27	4	1
2	2	2	15	10	9	28	1	0
3	1	0	16	2	2	29	1	0
4	5	5	17	6	0	30	4	4
5	3	3	18	18	9	31	2	1
6	1	0	19	1	0	32	1	0
7	1	1	20	2	0	33	1	1
8	2	2	21	5	5	34	2	2
9	1	1	22	1	0	35	5	0
10	1	0	23	1	0	36	1	1
11	1	1	24	5	0	37	4	0
12	3	3	25	6	0	Total	110	56
13	2	0	26	2	2			
Com os itens ajustados, pontuação alcançada:						CERTIFICADO PRATA		
Situação anterior:				42 Pontos – Certificado nível “Certificado”.				

Fonte: Autor (2024)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar os procedimentos necessários para obtenção do selo LEED para um edifício multifamiliar localizado na cidade de Criciúma/SC, levando em consideração os pré-requisitos e os critérios pontuadores.

Inicialmente, concentrou-se na identificação de formas de atendimento aos 4 pré-requisitos não atendidos previamente pelas práticas atuais da construtora, de modo que não exigissem grandes modificações na metodologia construtiva padrão. Posteriormente, foram analisados os critérios pontuadores, destacando aqueles que alcançam a pontuação máxima sem a necessidade de ajustes e outros que, com ajustes relativamente simples, poderiam ser melhorados.

Os resultados obtidos demonstram que é possível alcançar a certificação inicial do LEED, mediante ajustes nos pré-requisitos e mantendo a metodologia construtiva atual, ou então, alcançar o nível 3 dos 4 níveis disponibilizados pelo selo, mediante as alterações propostas.

Essa constatação reforça a ideia de que a obtenção do selo pode ser realizada com esforços viáveis, e poderia estimular uma movimentação entre as construtoras locais na busca por certificações e, conseqüentemente, soluções sustentáveis

eficientes, além de oferecer aos clientes melhorias no conforto térmico, acústico, qualidade do ar e outros, em seus apartamentos.

Embora este estudo tenha abordado de forma satisfatória os principais elementos da certificação LEED, não foi possível aprofundar todos os itens devido às limitações de tempo. Essa abordagem assegura que, embora algumas questões não tenham sido comentadas diretamente, todas receberam a devida atenção dentro do contexto geral da análise.

Para futuras pesquisas, sugere-se uma análise do mesmo edifício com outras certificações, como o selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, permitindo uma comparação entre os diferentes padrões de sustentabilidade adotados. Essa abordagem poderia fornecer uma visão mais ampla das alternativas disponíveis de melhorias sustentáveis em edifícios, além de comparar os esforços necessários para a certificação.

REFERÊNCIAS

PREREQUISITE; REQUIRED. **LEED credit library**. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/credits>>. Acesso em: 20 Janeiro 2025.

GBC Brasil. **Conheça as vantagens que a certificação LEED proporciona às construções**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/conheca-as-vantagens-que-a-certificacao-leed-proporciona-as-construcoes/>. Acesso em: 17 abril 2023.

GBC Brasil. **Certificação LEED - Empreendimentos**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>. Acesso em: 20 Janeiro 2025.

GBC Brasil. **Você sabe quais são as tipologias da certificação LEED? Conheça aqui. 2021**. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/voce-sabe-quais-sao-as-tipologias-da-certificacao-leed-conheca-aqui/>>. Acesso em: Dezembro 2024.

ROSAs, Mariana Elizabeth Santos et al. **SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: A Importância da Sustentabilidade nas Organizações**. Revista Eletrônica de Divulgação Científica da Faculdade Don Domênico, 10ª Edição, Setembro de 2017.

Conto, V.; Oliveira, M. L.; Ruppenthal, J. E. **Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 12, no 4, out-dez/2017, p. 100-127.

PELLIZZETTI, Cristina Shoki. **Certificação ambiental de habitações LEED e as mudanças na gestão da construção civil sustentável na América Latina**. Mix Sustentável, edição 05, v. 3, n. 1, 2017.

CURADO, ANTÔNIO; NUNES, LEONEL J.R. **MITIGAÇÃO DO GÁS RADÃO EM SALAS FECHADAS: MEDIDAS DE CORREÇÃO EM EDIFÍCIOS HISTÓRICOS COM RESTRIÇÕES DE INTERVENÇÃO**. **REVISTA FUMEC**, [S. l.], p. 01-12, 2023.

ClimateData. **Clima Criciúma: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Criciúma**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/criciuma-3537/>>. Acesso em: Jan. 2025.

IBGE. **Amostra – Trabalhos. Criciúma Censo 2010.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/criciuma/pesquisa/23/22957?detalhes=true>>. Acesso em: 4 fev. 2025.

GONÇALVES, T. M.; MENDONÇA, F. DE A. **IMPACTOS, RISCOS E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DO CARVÃO EM CRICIÚMA/SC (BRASIL).** 2007. Acesso em: Fev. 2025

JOHN, Vanderley M.. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Livre Docente, Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

UNEP NOTÍCIAS. **Emissões globais do setor de construção ainda são altas e continuam crescendo.** Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-globais-do-setor-de-construcao-ainda-sao>>. Acesso em: Fev. 2025.

SILVA, Vanessa Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS BRASILEIROS: DIRETRIZES E BASE METODOLÓGICA.** 210 pp. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003