

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINE TEIXEIRA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE
APLICAÇÃO DO SELO DE CERTIFICAÇÃO *LEADERSHIP IN ENERGY AND
ENVIRONMENTAL DESIGN* BD+C EM UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE
CAMPO MOURÃO, PARANÁ.**

CAMPO MOURÃO

2023

ANA CAROLINE TEIXEIRA

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DO SELO DE CERTIFICAÇÃO *LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN* BD+C EM UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ.

Sustainability in civil construction: analysis of the feasibility of applying the *Leadership in Energy and Environmental Design* BD+C certification seal in a building in the city of Campo Mourão, Paraná.

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Profa. Dra. Cristiane Kreutz.
Coorientador(a): Profa. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira.

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANA CAROLINE TEIXEIRA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE
APLICAÇÃO DO SELO DE CERTIFICAÇÃO *LEADERSHIP IN ENERGY AND
ENVIRONMENTAL DESIGN* BD+C EM UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE
CAMPO MOURÃO, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

12 de junho de 2023

Prof^a. Dr^a. Cristiane Kreutz

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dr^a. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dr^a. Vanessa Medeiros Corneli

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dr^a. Jucelia Kuchla Vieira

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

Aos meus pais, Cleusa e Edgar, pelo constante incentivo aos estudos e por todo o apoio prestado durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido a sabedoria e a perseverança para concluir este importante marco em minha vida acadêmica. Por não me abandonar e me conceder força nas horas em que mais precisei.

A minha família, meu porto seguro, que foi essencial nessa jornada. Seu apoio e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar e chegar ao final. Agradeço por acreditarem em mim e incentivarem a dar o meu melhor.

Gostaria de manifestar minha sincera gratidão à minha orientadora, Profa. Dra. Cristiane Kreutz, e à minha coorientadora, Profa. Fabiana Goia Rosa de Oliveira, pelo apoio, orientação e incentivo ao longo do trabalho. Agradeço especialmente pela paciência e sabedoria em me guiar através dos desafios que surgiram ao longo da pesquisa, bem como pelos valiosos conselhos, orientações e correções que me ajudaram a concluir meu trabalho.

É com imensa gratidão que agradeço aos meus professores, em especial Prof. Dr. Jorge Luís Nunes de Góes, cujo conhecimento e dedicação foram imprescindíveis para o meu aprendizado ao longo do curso. Agradeço por terem compartilhado seus conhecimentos, orientado-me e inspirando-me a buscar sempre mais.

Agradeço aos meus amigos, cuja presença e companhia foram fundamentais para superar as dificuldades e desafios ao longo do caminho. Seus conselhos, encorajamentos e palavras de incentivo foram essenciais para eu não desistir.

Também agradeço ao proprietário do empreendimento que disponibilizou os projetos e abriu as portas da obra para que eu pudesse realizar a pesquisa, e ao Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, por ter disponibilizado os equipamentos utilizados no trabalho.

Por fim, agradeço a todos aqueles que fizeram parte desta jornada comigo. Sou grata por terem contribuído para o meu crescimento pessoal e profissional e por terem sido parte do meu sucesso neste trabalho de conclusão de curso.

"Acredite em si mesmo e em tudo o que você é.
Saiba que há algo dentro de você que é maior do
que qualquer obstáculo."
(LARSON, 1910).

RESUMO

A sustentabilidade ambiental é um conceito fundamental para garantir um futuro viável para o planeta. Na construção civil, o impacto ambiental é significativo, pois é responsável pelo consumo de grande quantidade de recursos naturais e pela geração de resíduos. É necessário buscar soluções que tornem essa indústria menos poluidora, promovendo o desenvolvimento sustentável na construção civil. Práticas como o uso de materiais verdes, a eficiência energética e a gestão de resíduos são essenciais nesse processo. As certificações ambientais são uma forma de reconhecer e incentivar essas práticas na construção civil. O *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) do *United States Green Building Council* (USGBC) é uma das principais certificações, reconhecida mundialmente por promover a sustentabilidade na construção civil. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de certificação LEED BD+C de uma edificação comercial no município de Campo Mourão – PR. Para isso, foi utilizado o guia referencial e o *checklist* disponibilizados no *site* da USGBC, verificando os requisitos para certificação com o apoio dos projetos arquitetônicos, hidráulicos e elétricos do empreendimento e visita *in loco*. Por meio destas análises verificou-se que o empreendimento possui uma alta pontuação (28 pontos), visto que não foi projetado com intenção de ser certificado. Apesar disso, não atingiu a pontuação mínima (40 pontos) e todos os pré-requisitos necessários para certificação LEED.

Palavras-chave: sustentabilidade; construção verde; certificação; LEED BD+C.

ABSTRACT

Environmental sustainability is fundamental to ensuring a viable future for the planet. In civil construction, the environmental impact is significant, as it is responsible for the consumption of large amounts of natural resources and the generation of waste. It is necessary to seek solutions that make this industry less polluting, promoting sustainable development in civil construction. Practices such as the use of green materials, energy efficiency, and waste management are essential in this process. Environmental certifications are a way of recognizing and encouraging these practices in civil construction. The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) of the United States Green Building Council (USGBC) is one of the main certifications, recognized worldwide for promoting sustainability in civil construction. In this context, the present work aims to evaluate the LEED BD+C certification potential of a commercial building in Campo Mourão - PR. For this, the reference guide and checklist available on the USGBC website were used, verifying the requirements for certification with the support of the enterprise's architectural, hydraulic, and electrical projects and in-situ visits. Through these analyses, it was verified that the enterprise has a high score (28 points) since it was not designed to be certified. Despite this, it did not reach the minimum score (40 points) and all the necessary prerequisites for LEED certification.

Keywords: sustainability; greenbuilding; certification; LEED BD+C.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade.....	22
Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil	23
Figura 3 – Tipologias da certificação LEED	30
Figura 4 – Categorias avaliadas pela certificação LEED	32
Figura 5 – Níveis do certificado LEED	33
Figura 6 – Etapas para certificação.....	34
Figura 7 – Localização do lote no perímetro urbano.....	40
Figura 8 – Croqui de risco de enchentes no Paraná	41
Figura 9 – Área edificável no entorno ao raio de 400 metros	42
Figura 10 – Recorte do projeto arquitetônico (bicicletário).....	44
Figura 11 – Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo da cidade de Campo Mourão - PR..	48
Figura 12 – Paisagismo da área externa.....	53
Figura 13 – Litros por descarga referente a válvula de descarga da marca DOCOL.....	54
Figura 14 – Curva de vazão referente as torneiras dos banheiros	55
Figura 15 – Recorte do projeto hidrossanitário (hidrômetro)	56
Figura 16 – Recorte do projeto elétrico (quadro de medição).....	60
Figura 17 – Comprovante de participação em sistema de compensação de energia	65
Figura 18 – Vista aérea dos resíduos sólidos gerados na fase de construção do edifício....	69
Figura 19 – Vista lateral do edifício em estudo	75
Figura 20 – Calibragem do aplicativo utilizado para medir lux	78
Figura 21 – Resultado da medição de luminância natural de ambientes internos	79
Figura 22 – Vista da área externa ao edifício	80
Figura 23 – Checklist LEED v4.1 para BD+C: Novas Construções e Grandes Reformas	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais impactos ambientais causados pela construção de um edifício	24
Quadro 2 – Classificações para aplicação do LEED	31
Quadro 3 – Créditos de prioridade regional	82
Quadro 4 – Cálculo de Densidade de Potência de Iluminação (DPI)	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de registro para inscrição e certificação LEED BD+ para Novas Construções e Grandes Reformas	35
Tabela 2 – Pontos de utilização à menos de 800 metros	43
Tabela 3 – Dados pluviométricos da estação da bacia do Ivaí, Campo Mourão – Paraná	49
Tabela 4 – Linha de base LEED referente ao consumo de água de equipamentos hidráulicos	53
Tabela 5 – Pontos por reduzir o uso de água	57
Tabela 6 – Pontuação atribuída para materiais de baixa emissão	74
Tabela 7 – Pontos obtidos por cada categoria	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CFC	Clorofluorcarbono
CEP	Código de endereçamento postal
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
DPI	Densidade de Potência de Iluminação
ESG	<i>Envir'onmental, Social and Governance</i>
EUA	Estados Unidos da América
GBC	<i>Green Building Council</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Poli Cloreto de Vinila
RNNR	Recursos Naturais Não Renováveis
RNR	Recursos Naturais Renováveis
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TUG	Tomada de Uso Geral
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA.....	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
4.1	Sustentabilidade ambiental	20
4.1.1	Tripé da sustentabilidade	22
4.1.2	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	23
4.2	Construção civil e meio ambiente.....	24
4.2.1	Desenvolvimento sustentável na construção civil.....	25
4.3	Certificações	26
4.3.1	United States Green Building Council	28
4.4	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	29
4.4.1	Tipologias	29
4.4.2	Categorias avaliadas	32
4.4.3	Níveis de certificação	33
4.4.4	Processo para certificação	33
4.4.5	Taxas.....	34
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
5.1	Crítérios da certificação LEED BD+C	36
5.2	Análise dos materiais.....	37
5.3	Caracterização do objeto de estudo	37
6	ESTUDO DE CASO	39
6.1	Localização e Transporte	39
6.1.1	Localização do LEED <i>Neighborhood</i> (Bairros)	39
6.1.2	Proteção de Áreas Sensíveis	39
6.1.3	Local de Alta Prioridade	41
6.1.4	Densidade do Entorno e Usos Diversos.....	41
6.1.5	Acesso a Transporte de Qualidade	43
6.1.6	Instalações para Bicicletas	43
6.1.7	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	44

6.1.8	Veículos Verdes	45
6.2	Terrenos Sustentáveis	45
6.2.1	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção.....	45
6.2.2	Avaliação do Terreno	46
6.2.3	Desenvolvimento do Terreno – Proteger ou Restaurar Habitat.....	48
6.2.4	Espaço Aberto	48
6.2.5	Gestão de Águas Pluviais	49
6.2.6	Redução de Ilhas de Calor	51
6.2.7	Redução da Poluição Luminosa	52
6.3	Eficiência Hídrica.....	52
6.3.1	Redução do Uso de Água do Exterior	52
6.3.2	Redução do Uso de Água do Interior	53
6.3.3	Medição de Água do Edifício	55
6.3.4	Redução do Uso de Água do Exterior	56
6.3.5	Redução do Uso de Água do Interior	56
6.3.6	Uso de Água de Torre de Resfriamento	57
6.3.7	Medição de Água.....	57
6.4	Energia e Atmosfera.....	58
6.4.1	Comissionamento Fundamental e Verificação	58
6.4.2	Desempenho Mínimo de Energia	59
6.4.3	Medição de Energia do Edifício	60
6.4.4	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	61
6.4.5	Comissionamento avançado	61
6.4.6	Otimização do Desempenho Energético	62
6.4.7	Medição de Energia Avançada.....	62
6.4.8	Resposta à Demanda.....	63
6.4.9	Produção de Energia Renovável.....	64
6.4.10	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	65
6.5	Materiais e Recursos.....	65
6.5.1	Armazenamento e Coleta de Recicláveis.....	66
6.5.2	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício.....	66
6.5.3	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	66

6.5.4	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem e Matérias-primas.....	67
6.5.5	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material.....	68
6.5.6	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição.....	69
6.6	Qualidade do Ambiente Interno	70
6.6.1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior.....	70
6.6.2	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	71
6.6.3	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	72
6.6.4	Materiais de Baixa Emissão	73
6.6.5	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção.....	74
6.6.6	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	75
6.6.7	Conforto Térmico.....	76
6.6.8	Iluminação Interna	76
6.6.9	Luz Natural	77
6.6.10	Vistas de Qualidade	79
6.6.11	Desempenho Acústico.....	80
6.7	Inovação.....	81
6.7.1	Inovação.....	81
6.7.2	Profissional Acreditado LEED	82
6.8	Prioridade Regional.....	82
6.9	Processo Integrado	83
6.10	Pontuação obtida	84
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS.....	86
	APÊNDICE A – DENSIDADE DE POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO	91

1 INTRODUÇÃO

Desde as construções mais antigas e simples até as mais modernas e complexas, a humanidade utiliza recursos naturais como matéria prima para realizar as alterações do ambiente. Com o advento da Revolução Industrial no início do século XVIII, o avanço do sistema capitalista resultou em um aumento exponencial na produção e consumo de bens materiais, excedendo a capacidade do planeta de absorver a exploração do meio ambiente, gerando consequências presentes até os dias de hoje (VALENTE, 2009).

O consumo desenfreado dos recursos naturais causa um sério risco para a sobrevivência humana. Diante disso, a ideia de sustentabilidade começa a adentrar na sociedade. O setor da construção civil não ficou por fora dessa temática. Segundo Rocha (2016) a totalidade dos recursos empregados e das consequências decorrentes das construções, em consonância com a vastidão dessa indústria, tem engendrado alterações e acarretado um incremento nas demandas referentes à responsabilidade dos atores envolvidos nesse segmento.

Diante do desafio de ter um bom desempenho ambiental, buscando construções menos poluidoras, ecologicamente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis, foi necessário criar meios para orientar e comprovar se as edificações são realmente sustentáveis.

Dessa forma, os órgãos e conselhos fomentadores e certificadores foram criados para cumprir esse papel de orientar e certificar o conjunto de processos construtivos e/ou edificações como sustentável ambientalmente e socialmente conforme a categoria requerida (MINGRONE, 2016). Assim sendo, as certificações por eles emitidas, agregam valores aos empreendimentos, destacando-os e tornando-os mais competitivos no mercado.

Portanto, é essencial repensar as maneiras que se constrói, visto que, nos dias de hoje há diferentes tecnologias e ferramentas presentes no mercado que podem tornar uma construção mais ecológica, como por exemplo as lâmpadas e equipamentos com maiores eficiências energéticas e equipamentos sanitários de baixo consumo de água. Consequente, torna-se viável e importante a implementação e valorização das certificações ambientais no setor da construção civil.

Diante do exposto, esse trabalho teve por objetivo avaliar se a edificação localizada na cidade de Campo Mourão - Paraná, atende os requisitos para a

certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) na tipologia *Building Design + Construction* (BD+C), a qual se refere a técnicas sustentáveis para novas construções, como forma de evidenciar a importância das ferramentas de gestão ambiental para a área da construção civil.

2 OBJETIVO

Para o desenvolvimento deste trabalho propôs-se os objetivos abaixo destacados.

2.1 Objetivo Geral

Avaliar uma edificação localizada na cidade de Campo Mourão - Paraná, quanto ao atendimento dos requisitos para a certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) na tipologia BD+C.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar os requisitos para a certificação LEED na tipologia BD+C;
- Analisar os projetos arquitetônicos, elétricos e hidráulicos da edificação em estudo;
- Verificar se o edifício atende os requisitos exigidos para certificação LEED.

3 JUSTIFICATIVA

A sustentabilidade ambiental é um tema amplamente discutido atualmente por diversas áreas de atuação profissional. O setor econômico, que antes era predominante nas decisões e planejamentos, vem 'dividindo espaço' com o conceito de desenvolvimento sustentável com intuito de reduzir os efeitos nocivos ao meio ambiente, aperfeiçoar os métodos construtivos e fornecer conforto aos usuários.

Sendo o campo da construção civil amplamente responsável por impactos ambientais significativos, como por exemplo, a emissão de 38% do total global de dióxido de carbono (CO₂) conforme relatado no Relatório de Situação Global 2020 para Edifícios e Construção (*UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2020*), o setor precisa realizar obras sustentáveis a fim de garantir que antes, durante e depois das construções, sejam realizadas ações que levem a redução desses efeitos, garantindo qualidade de vida as próximas gerações.

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2022), ao incorporar práticas sustentáveis há uma redução de custos no processo construtivo, diminuição dos custos mensais para o consumidor final, aumento da valorização dos imóveis e uma melhor qualidade de vida aos usuários.

Com o surgimento das certificações sustentáveis tem-se um estímulo para que as construções reduzam seus efeitos adversos sobre o meio ambiente, isto por que, tais certificações auxiliam e direcionam os processos que envolvem uma construção com ações que minimizem os impactos e maximizam o uso dos recursos.

De acordo com Cunha e Silva (2010, p. 30)

A construção de um edifício certificado implica em um aumento de 2% a 7% no orçamento final. No entanto, os inquilinos e administradores de edifícios comerciais procuram empreendimentos certificados, pois sabem que os custos de operação e manutenção podem ser reduzidos em até 30%.

Além disso, o certificado adquirido propicia reconhecimento e credibilidade ao edifício e/ou empresa perante a sociedade e/ou mercado, na medida em que a humanidade vem cada dia mais tratando de assuntos relacionados à preservação e conservação do meio ambiente.

Um estudo feito em 2021 pela Cushman & Wakefield, empresa global de serviços imobiliários comerciais, demonstrou a valorização de 11%, desde 2015, nos

aluguéis dos edifícios que obtinham a certificação LEED. Também apresentou resultados positivos na taxa de vacância, a qual era menor que os de mesmo tamanho não certificados (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL *GREEN BUILDING* BRASIL, 2022).

Dessa forma, torna-se importante entender como funcionam as certificações, qual a relevância que elas trazem à obra e ao seu redor, e os processos enfrentados pelo setor da construção para conquistar a certificação LEED nas edificações.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão abordados conceitos que se referem ao desenvolvimento deste trabalho, tais como a sustentabilidade ambiental tanto no âmbito geral como na construção civil, a entidade certificadora *United States Green Building Council* (USGBC) e sua certificação de maior relevância, o *LEED*.

4.1 Sustentabilidade ambiental

O termo “sustentável” origina-se do latim *sustentare* que, segundo o dicionário, é a habilidade de manter, sustentar e apoiar (SUSTENTÁVEL, 2022). Desse modo, sustentabilidade ambiental conforme o relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e apresentado pela Organização das Nações Unidas (ONU), é a capacidade de “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de suprir suas próprias necessidades” (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987, p.16).

A sustentabilidade está ligada diretamente aos recursos naturais na medida em que busca o uso racional destes, de maneira que não comprometa o meio ambiente De acordo com a definição de Braga *et al.* (2015), recursos naturais são considerados como todos os elementos necessários para a manutenção de organismos, populações e ecossistemas. Além disso, ressalta-se que o crescimento populacional e o uso contínuo de recursos são incompatíveis com um ambiente finito, uma vez que os suprimentos disponíveis e a capacidade de absorção e reciclagem dos resíduos gerados são limitados. À vista disso, o mundo caminha para um colapso colocando à risca a sobrevivência do ser humano caso não haja alteração no modelo de desenvolvimento da sociedade.

Segundo Fenker *et al.* (2015) o ser humano passa a se preocupar com a natureza quando percebe que a utilização dos recursos naturais excede a capacidade de regeneração natural, e quando a geração dos resíduos se torna muito maior que a natureza consegue absorver. Tendo isso em vista, às décadas posteriores a 1970 foram marcadas por diversos acontecimentos que demonstraram um aumento da preocupação humana com o meio ambiente.

Em 1972, durante a Conferência de Estocolmo, realizada na Suécia pela ONU, esse assunto foi o tema central da assembleia entre os chefes de estados dos países presentes. Refletindo e discutindo as interações entre a humanidade e o meio ambiente, inaugurou-se a agenda ambiental e o surgimento do direito ambiental internacional, fato esse que marcou o início da busca pela preservação ambiental conciliada ao desenvolvimento econômico (RICHETTI, 2018).

Em 1992, a cidade do Rio de Janeiro sediou a Eco-92 ou Rio-92, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a qual reuniu 172 países. O objetivo era propor as autoridades presentes que refletissem a respeito do desenvolvimento econômico e encontrassem formas de amenizar a utilização de recursos naturais insubstituíveis e diminuíssem a poluição do planeta (RODRIGUES, 2020).

Um dos resultados da conferência foi a criação da “Agenda 21”, onde cada país se comprometeu a elaborar um planejamento para a construção de sociedades sustentáveis. Além desse, estabeleceu-se a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a Convenção sobre Diversidade Biológica, a Declaração de Princípios sobre Florestas e a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2012).

Após 20 anos da Rio-92, o Rio de Janeiro sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. Visando reafirmar o compromisso político dos 193 países membros da ONU, foi estabelecido um diálogo abrangente sobre desenvolvimento sustentável e a definição da agenda para as próximas décadas, com foco na economia verde, erradicação da pobreza e estrutura institucional para promover a sustentabilidade (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2012).

Três anos depois, em 2015, Nova York recebeu outro evento de grande relevância, a Assembleia Geral das Nações Unidas (BRASIL, 2020). Contando com a participação de 193 estados-membros, foi criada a Agenda 2030 da ONU, a qual estabeleceu um plano a ser atingido até 2030, visando o bem-estar de todas as pessoas e nações (BRASIL, 2020).

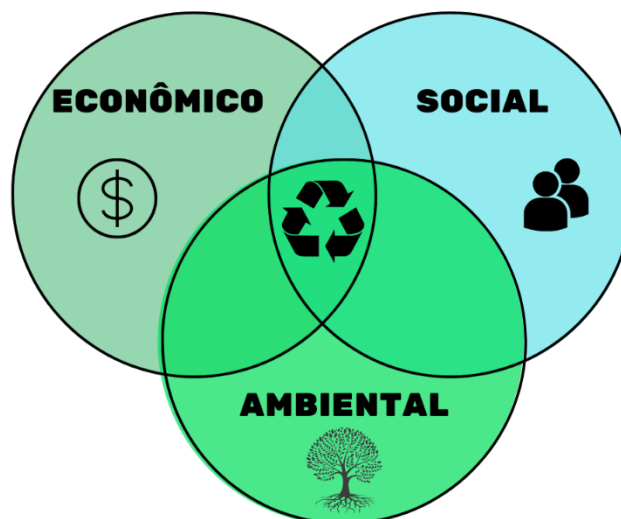
Dentre os eventos que aconteceram e ainda acontecem sobre o lema de um futuro melhor, a temática circula ao redor do desenvolvimento sustentável. Para Ultramar (2003) o termo desenvolvimento remete ao processo de industrialização,

progresso, consumo e domínio técnico e científico, enquanto sustentável refere-se ao equilíbrio. Nesse sentido, não se pode desconsiderar o termo sustentabilidade, o qual é o objetivo a ser alcançado, enquanto o desenvolvimento sustentável se refere à abordagem para alcançar esse objetivo (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

4.1.1 Tripé da sustentabilidade

Para o planejamento a ser elaborado a partir da criação da Agenda 21, foi estabelecido, por intermédio do plano de sustentabilidade para o século XXI, dimensões econômicas, sociais e ambientais como primordiais para o desenvolvimento sustentável (GUELBERT, 2014). Essas dimensões emergiram a partir da expressão que mais se propagou acerca da sustentabilidade, o *Triple Bottom Line* (TBL) ou tripé da sustentabilidade, criado por John Elkington em 1994 e apresentado na Figura 1 a seguir (COSTA, 2019).

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Lorenzetti, Cruz e Ricioli (2008).

Nesse contexto, Lorenzetti, Cruz e Ricioli (2008) estabelecem uma relação entre o pilar econômico, que se refere à produção de bens e serviços para a geração de riqueza; o pilar social, que abrange a equidade e a participação de todos, compartilhando direitos e responsabilidades para promover o equilíbrio do sistema; e o pilar ambiental, que se concentra na conservação e no manejo adequado dos

recursos naturais. Assim sendo, para Elkington (2001) a sustentabilidade é alcançada quando os três pilares estão em equilíbrio.

4.1.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A atual agenda universal, a Agenda 2030, estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas para serem atingidas até 2030, assim considerada uma ferramenta na busca mundial do desenvolvimento sustentável, dando ênfase nas três dimensões da sustentabilidade: a econômica, a social e a ambiental (BRASIL, 2015). Os 17 ODS estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil



Fonte: Brasil (2015)

Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável foram estabelecidos considerando as distintas realidades, capacidades e estágios de desenvolvimento de cada nação, para que assim a Agenda 2030 fosse aplicável e aceita por todos os países, tanto os desenvolvidos, quanto os que se encontram em desenvolvimento (BRASIL, 2015).

O tópico a seguir aborda a interação entre a indústria da construção e o meio ambiente, sendo as duas temáticas preponderantes no objeto de estudo.

4.2 Construção civil e meio ambiente

No Brasil, o setor da construção civil tem um forte impacto na movimentação da economia. Em 2021, o Produto Interno Bruto (PIB) do país teve crescimento de 4,6%, já o PIB da construção fechou o ano acima da economia nacional, com alta de 9,7%, sendo a maior alta dos últimos 11 anos (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2022).

Apesar de ter relevante participação com resultados significativos na economia, o setor da construção gera grandes impactos ambientais. “Aproximadamente 35% do total dos recursos naturais consumidos pelo setor produtivo são associados à construção” (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2017, p.101).

Segundo Licco (2006), a execução e manutenção de edifícios, além de gerar resíduos sólidos da construção civil em excesso, ainda consomem recursos materiais e energéticos em larga escala. Também aponta três maneiras que são gerados esses impactos, sendo elas: i) devido á ocupação do ambiente natural, resultando em impactos nos ecossistemas locais; ii) através do processo de aquisição, transformação e utilização de matérias-primas e energia, que envolvem o uso de recursos ambientais não renováveis; iii) ao gerar consideráveis quantidades de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) durante as fases de construção, operação e demolição, tanto diretamente quanto indiretamente.

Os principais impactos ambientais causados pela construção de um edifício em alvenaria convencional, por exemplo, considerando somente as atividades dentro do canteiro de obras, são apresentados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Principais impactos ambientais causados pela construção de um edifício

(continua)

FASE DA CONSTRUÇÃO	ATIVIDADES/PRINCIPAIS MATERIAIS	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Preparação do terreno	Corte da cobertura vegetal; Transporte e disposição do material retirado; Nivelamento do terreno; Transporte e recepção/disposição de material	Interferência no ecossistema local; Geração de resíduos, Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE); Esgotamento de Recursos Naturais Não Renováveis (RNNR); Perda de capacidade de absorção de GEE; Redução de áreas para recepção de resíduo

**Quadro 1 – Principais impactos ambientais causados pela construção de um edifício
(conclusão)**

FASE DA CONSTRUÇÃO	ATIVIDADES/PRINCIPAIS MATERIAIS	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Fundações, tubulações de água, esgoto e drenagem do terreno	Cimento, pedra, areia, aço, água, tijolo, Poli Cloreto de Vinila, adesivos, impermeabilizantes	Esgotamento de RNNR; Emissão de GEE; Emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) perigosos; Consumo de Recursos Naturais Renováveis (RNR)
Paredes, vigamentos e telhado	Cimento, pedra, areia, aço, madeira, cerâmica	Esgotamento de RNNR; Emissão de GEE; Consumo de RNR
Parte elétrica, hidráulica e de esgotamento	PVC, cobre, alumínio, ferro, adesivos, isolantes	Esgotamento de RNNR; Emissão de GEE; Emissão de COVs perigosos; Consumo de RNR
Acabamento	Gesso, cimento, areia, pedra, madeira, PVC, tintas, impermeabilizantes, louças, metais, vidro, cerâmicas, alumínio, plásticos	Esgotamento de RNNR; Emissão de GEE; Consumo de RNR

Fonte: Adaptado de Licco (2006)

Visto isso, percebe-se que em todas as etapas da obra, desde a preparação até os acabamentos, são gerados impactos ambientais provenientes das atividades e dos materiais utilizados. Dessa forma, emerge no âmbito da indústria da construção a discussão sobre o desenvolvimento sustentável.

4.2.1 Desenvolvimento sustentável na construção civil

Os chamados prédios verdes, construções verdes ou *green building* são termos utilizados para se referenciar as edificações sustentáveis. Diferentemente das demais, a construção sustentável não considera apenas a forma que se constrói. Fatores como a localização, projeto, construção, conservação do edifício, descarte de resíduos, proteção da diversidade biológica e incentivo a uma comunidade mais consciente, são devidamente importantes (WANICK *et al.*, 2009).

Quando aplicados, esses fatores acarretam na diminuição de liberações na cadeia produtiva, a otimização energética das construções, o uso responsável da água, a adoção de materiais e sistemas ecoeficientes, a gestão adequada de rejeitos sólidos, a promoção do desenvolvimento sustentável nas áreas urbanas e a valorização do bem-estar humano (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2022).

Para Pinheiro (2003), os conceitos de construções verdes ou sustentáveis já foram aceitos pela população, porém, na prática não é algo fácil de se encontrar, principalmente no campo da construção civil. Isso se deve ao fato de ainda ser encarada a questão ambiental como um problema ou utopia para o desenvolvimento.

Um edifício que não é operado de forma sustentável impacta negativamente os custos operacionais, além de perder a atratividade dos clientes corporativos. (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL *GREEN BUILDING* BRASIL, 2022). Estudos realizados em 2021 pela Cushman & Wakefield mostraram que, aproximadamente, 80% dos investidores pretendem incorporar metas de *Environmental, Social and Governance* (ESG), fazendo com que a sustentabilidade no meio corporativo seja impulsionada (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL *GREEN BUILDING* BRASIL, 2022).

Pesquisas comprovam que edifícios sustentáveis aumentam a qualidade de vida e saúde das pessoas. Levantamentos realizados nos Estados Unidos da América (EUA) mostraram que os usuários desses ambientes possuíam suas funções cognitivas 26% superior aos outros, 30% de redução nos sintomas de tosse, calafrios e dores musculares, 6% de melhora na qualidade do sono, 20% de redução em doenças pulmonares e até 15% de aumento de produtividade (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL *GREEN BUILDING* BRASIL, 2022). Fatores ainda mais relevantes quando se trata de ambientes empresariais, visto que as pessoas passam em média um terço do dia trabalhando, e necessitam de boas condições para preservarem a saúde e aumentarem a eficiência.

Nesse contexto, Oliveira e Faria (2019) ressaltam a importância de se alertar ao que chamam de “esverdeamento” de produtos e soluções, ou seja, práticas que visam ludibriar os consumidores e não colaboram para o desenvolvimento sustentável. Os autores complementam ressaltando que o processo de certificação é uma das formas para evidenciar a implementação de práticas sustentáveis nas construções e diferenciá-las do “esverdeamento”.

4.3 Certificações

Com os primeiros edifícios verdes construídos, foi necessário estabelecer padrões para classificação do desempenho ambiental das construções, pois nem mesmo os países que acreditavam dominar o conceito de construções sustentáveis

tinham meios para averiguar quão “verde” eram. Assim surgiram as entidades certificadoras e as certificações para avaliar as edificações, utilizando critérios pré-estabelecidos.

O primeiro sistema de avaliação ambiental de edifícios, o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), foi desenvolvido no início da década de 1990, no Reino Unido, por pesquisadores do centro de ciência da construção e do setor empresarial, em colaboração com a indústria, com o propósito de estabelecer diretrizes e avaliar o desempenho. O mesmo serviu de base para outros sistemas de certificação que foram surgindo no mercado, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* – LEED (Estados Unidos da América), *Hong Kong Building Environmental Assessment Method* – HK-BEAM (Hong Kong), *Building Environmental Performance Assessment Criteria* – BEPAC (Canadá), entre outros espalhados no mundo (SILVA, 2007).

Para Barros (2012, p.111), “os sistemas de avaliação ambiental de construções possuem a capacidade de promover a adoção de práticas sustentáveis mais avançadas no setor”. Para isso a autora recomenda algumas ações que visam melhorar o processo de implementação das certificações, como:

- Maior integração do projeto e construção;
- Tomar as decisões em momentos preliminares do projeto;
- Iniciar o processo de certificação desde a concepção do projeto com o comprometimento dos envolvidos;
- Criar uma cultura na equipe de trabalho com temas relacionados a edifícios sustentáveis, certificação e processo de projeto integrado;
- Integrar a certificação e a adoção de materiais e tecnologias desde o projeto até a execução do edifício;
- Desenvolver procedimentos internos para simplificar a apresentação e gestão da documentação da certificação;
- Iniciar o processo de documentação o mais cedo possível, certificando-se que empreiteiros e fornecedores compreendam a documentação necessária.

4.3.1 United States Green Building Council

O Conselho Estadunidense de Construções Verdes, do inglês, *United States Green Building Council* (USGBC), é uma das entidades que certificam as edificações. Criada em 1993 por três líderes, David Gottfried, Mike Italiano e Rick Fedrizzi, é uma organização sem fins lucrativos com intuito de promover locais ambientalmente saudáveis e melhores (MINGRONE, 2016).

A visão do conselho é de que os edifícios e comunidades irão regenerar e sustentar a saúde e a vitalidade de toda a vida numa geração e, para isso, tem a missão de mudar como os edifícios são projetados, construídos e operados, permitindo um ambiente socialmente responsável, saudável e próspero que melhore a qualidade de vida dos ocupantes (*UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 2022*).

A organização possui filiais presente em 80 países, os quais dispõe de fóruns regionais e estaduais que promovem eventos, atividades e projetos para atingir sua missão (*GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2023*). No Brasil o USGBC é representado pelo parceiro *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil). Criado em 2007, tem como objetivo:

Promover a transição da indústria da construção civil e da cultura social rumo à sustentabilidade, aproveitando as forças do mercado para construir e operar edifícios e comunidades de maneira integrada. Assegurar a harmonia entre o desenvolvimento econômico, os impactos socioambientais e a utilização de recursos naturais, com o intuito de aprimorar a qualidade de vida e o bem-estar das gerações atuais e futuras (*GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2022, online*).

As ferramentas de certificação do GBC Brasil para atingir os objetivos e valores da organização são: Certificação LEED aplicável a todos os tipos de edifícios, comunidades e cidades; Certificação GBC Casa aplicável às novas construções de unidades unifamiliares; Certificação GBC Condomínio às novas construções de condomínios multifamiliares; GBC Life à projetos de interiores residenciais; e GBC Zero Energy às construções autossuficientes energeticamente. Atualmente o Brasil possui um total de 852 projetos certificados LEED, 21 GBC Casa, 15 GBC condomínio, 5 GBC Life e 22 GBC Zero Energy (*GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2023*).

4.4 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

Criada no ano de 1998 com 19 projetos-piloto, a certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) é a principal ferramenta do *United States Green Building Council* (USGBC). Após o grande sucesso com os projetos-piloto, foi lançada publicamente em março de 2000 (*UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL*, 2022).

A certificação LEED é empregada globalmente e adota uma abordagem baseada no desempenho, que leva em consideração o projeto, a operação e a manutenção da edificação. Além disso, para receber a certificação, é necessário apresentar resultados mensuráveis ao longo de todo o ciclo de vida do projeto (NUNES, 2018).

O objetivo do LEED é criar edifícios melhores que (*UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL*, 2022):

- Reduzem a contribuição para a mudança climática global
- Melhorem a saúde humana individual
- Protegem e restaurem os recursos hídricos
- Protegem e melhorem a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos
- Promovem ciclos de materiais sustentáveis e regenerativos
- Melhorem a qualidade de vida da comunidade

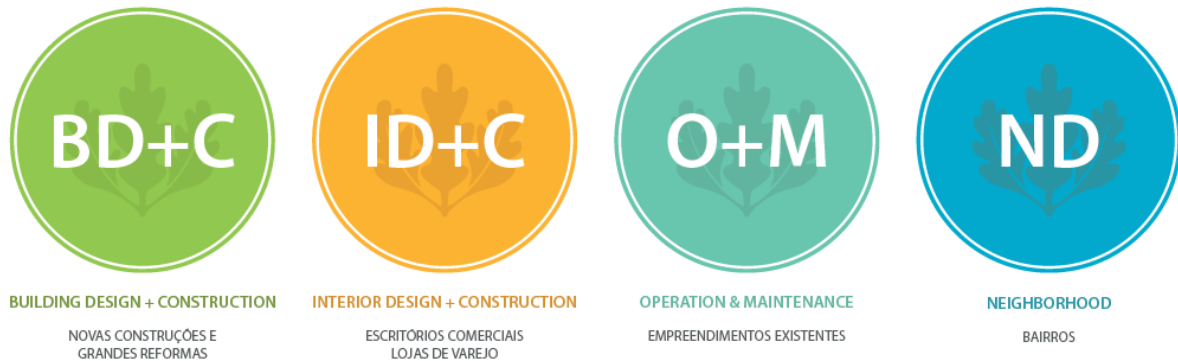
Desde a sua criação, o LEED passou por várias versões para aprimoramento que impulsionaram o mercado global de construção verde. Atualmente se encontra na versão LEED v4.1, a qual inclui várias atualizações e melhorias da versão anterior, o LEED v4, como por exemplo, o foco aprimorado no desempenho que dá maior ênfase na eficiência energética e hídrica, qualidade do ar interno, seleção de local, seleção de material, iluminação natural, redução de desperdício e bem-estar geral dos ocupantes (*UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL*, 2020).

4.4.1 Tipologias

A certificação LEED possui quatro tipologias, conforme a Figura 3, para as necessidades de cada empreendimento, sendo elas: *Building Design + Construction*

(BD+C), *Interior Design + Construction* (ID+C), *Operation & Maintenance* (O+M) e *Neighborhood* (ND) (*GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL*, 2023).

Figura 3 – Tipologias da certificação LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2023).

A tipologia BD+C fornece parâmetros para novas construções ou grandes reformas de edifícios avaliando o projeto e a obra. A ID+C proporciona a oportunidade de se ter ambientes sustentáveis não tendo o controle sobre a construção inteira, certificando ambientes internos separadamente. A O+M oferece a oportunidade aos edifícios inteiros e espaços internos que estejam totalmente operacionais e ocupados por pelo menos um ano. E por último, a ND permite criar bairros mais sustentáveis e melhores conectados (*GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL*, 2023). Para cada tipologia há diferentes classificações, como mostrado no Quadro 2.

Diante do exposto, fica notório as adaptações para aplicação da certificação ao adequado tipo de edifício e/ou obra. A importância de enquadrar corretamente é imprescindível para atender os pré-requisitos e créditos exigidos por cada classificação, os quais são diferentes e específicos um do outro.

Quadro 2 – Classificações para aplicação do LEED

LEED BD+ C	
Envoltória e Núcleo Central	Para projetos onde o empreendedor tem controle apenas sobre o projeto e construção das partes mecânica, elétrica, hidráulica, proteção contra incêndio, mas não o projeto e construção do espaço dos locatários.
Data Centers	Especificamente projetado e equipado para atender às necessidades de equipamentos de computação de alta densidade, como racks de servidores, usados para armazenamento e processamento de dados
Unidades de Saúde	Para hospitais que operam vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana e fornecem tratamento médico para pacientes internados, incluindo cuidados agudos e de longa duração
Hospedagem	Dedicado a hotéis, motéis, pousadas ou outros negócios dentro da indústria de serviços que fornecem hospedagem
Varejo	Aborda as necessidades exclusivas dos varejistas – de bancos, restaurantes, vestuário, eletrônicos, lojas de departamento e outros
Escolas	Para edifícios constituídos por espaços de aprendizagem principais e auxiliares em áreas escolares
Galpões e Centros de Distribuição	Para edifícios usados para armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais
Novas Construções e Grandes Reformas	Para edifícios novos ou grandes reformas cujo uso não se adequa aos especificados acima
LEED ID+ C	
Varejo	Para espaços internos utilizados para realizar a venda de bens de consumo
Hospedagem	Para espaços internos dedicados a hotéis, motéis, pousadas ou outros negócios dentro da indústria de serviços que fornecem alojamento de transição
Interiores Comerciais	Para espaços internos dedicados a outras funções que não sejam de varejo ou hospedagem
LEED O+M	
Edifícios Existentes	Prédios inteiros existentes
Interiores Existentes	Espaços internos existentes contidos em um edifício existente
LEED ND	
Plano	Para projetos em escala de bairro, que esteja em qualquer fase de planejamento e projeto e até 75% construído
Projeto construído	Para projetos em escala de bairros que estão em fase de conclusão ou foram concluídos nos últimos três anos

Fonte: Adaptado de *Green Building Council Brasil (2023)*.

4.4.2 Categorias avaliadas

As tipologias mencionadas anteriormente avaliam oito categorias identificadas na Figura 4, sendo elas: 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.



Fonte: Green Building Council Brasil (2023)

Cada categoria contém pré-requisitos essenciais, que são ações obrigatórias para a certificação do empreendimento, e créditos, que são recomendações para aprimorar o desempenho da edificação.

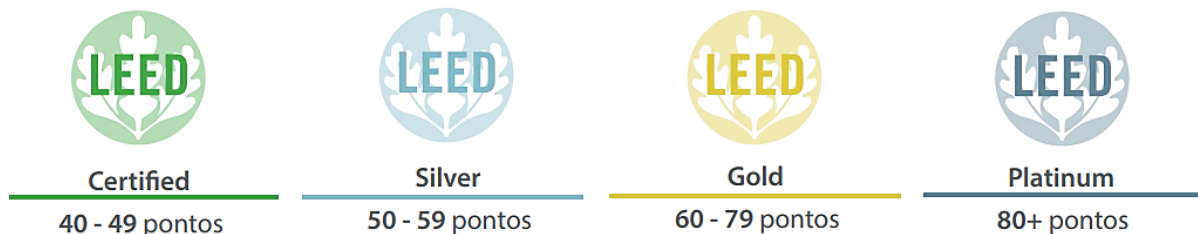
Na tipologia LEED BD+C – Novas Construções e Grandes Reformas, a qual se enquadra o objeto de estudo deste trabalho, a categoria localização e transporte possui 16 créditos disponíveis; espaços sustentáveis possui 10 créditos sendo pré-requisito a prevenção da poluição na atividade de construção; eficiência hídrica tem 11 créditos sendo pré-requisitos a redução do uso de água no exterior, interior e a medição de água do edifício; energia e atmosfera tem 33 créditos sendo pré-requisitos o comissionamento fundamental e verificação, o desempenho mínimo de energia, a medição de energia do edifício e o gerenciamento fundamental de gases refrigerantes; materiais e recursos possuem 13 créditos sendo pré-requisitos o armazenamento e coleta de recicláveis e o plano de gerenciamento da construção e resíduos de demolição; a qualidade ambiental interna tem 16 créditos sendo pré-requisitos o desempenho mínimo da qualidade do ar interior e o controle ambiental da fumaça de

tabaco; inovação e processos possui 6 créditos disponíveis e prioridade regional 4 créditos, ambas não tendo pré-requisito (*UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 2023*).

4.4.3 Níveis de certificação

Somados os créditos das categorias e 1 (um) crédito disponível para os processos integrados, a pontuação máxima que se pode alcançar é 110 pontos. Ao final, o total de pontos obtidos classifica o nível de certificação.

Figura 5 – Níveis do certificado LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2023).

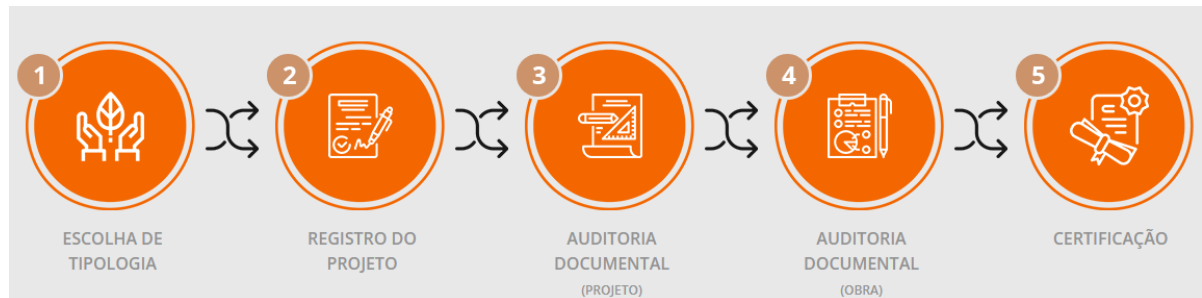
A pontuação varia de 40 a 110 pontos, e a qualificação da certificação é determinada exclusivamente pela pontuação obtida pelo empreendimento em questão. Conforme apresentado na Figura 5, existem quatro níveis de certificação: certificado (40 a 49 pontos), prata (50 a 59 pontos), ouro (60 a 79 pontos) e platina (80 a 110 pontos).

4.4.4 Processo para certificação

Para obter a certificação é necessário seguir algumas etapas, conforme a Figura 6.

Primeiramente, escolher qual a tipologia que a obra se enquadra. Sabendo disso, é feito o registro do projeto na plataforma da organização LEED Online ou Arc, ambas plataformas digitais que permitem acesso ao processo de certificação do empreendimento. O terceiro e quarto passos são relativos à auditoria documental de projeto e obra, respectivamente. Logo, a última etapa é a certificação.

Figura 6 – Etapas para certificação



Fonte: Green Building Council Brasil (2023).

4.4.5 Taxas

O custo do LEED inclui taxas de registro e certificação. O registro consiste em uma taxa fixa que é cobrada antecipadamente no momento da inscrição, estabelecidas de acordo com a tabela de preços vigente na ocasião do registro. Já a taxa de certificação é calculada com base no tamanho do projeto e no sistema de classificação adotado. Esse valor é pago quando a equipe responsável submete a documentação para análise no LEED Online ou através do Arc. Atualmente as taxas para projetos e construções estão apresentadas na Tabela 1.

Como a entidade certificadora USGBC é originária dos EUA, as metragens e as taxas são apresentadas em unidades de medidas norte americanas, no qual 1 pé quadrado (sf) corresponde a 0,093 metros quadrados (m²).

Tabela 1 – Taxas de registro para inscrição e certificação LEED BD+ para Novas Construções e Grandes Reformas

Taxas de Projetos e Construção de Edifícios	Membros dos níveis Silver, Gold e Platinum		Organizacional ou não membros	
	Cadastro	\$ 1.200		\$ 1.500
Pré-certificação				
Taxa fixa	\$4.000		\$5.000	
Revisão acelerada (redução de 20 a 25 dias úteis para 10 a 12, disponível com base na capacidade de revisão do GBCI)	\$5.000		\$ 5.000	
Revisão de Certificação				
Combinada: Projeto e Construção	Avaliar	Mínimo	Avaliar	Mínimo
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): menos de 250.00 pés quadrados	\$0,057/sf	\$2.850	\$0,068/sf	\$3.420
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): 250.00 – 499.999 pés quadrados	\$0,055/sf	\$14.250	\$0,066/sf	\$17.100
Membros dos níveis Silver, Gold e Platinum				
Organizacional ou não membros				
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): 500.000 – 749.999 pés quadrados	\$0,050/sf	\$27.500	\$0,060/sf	\$33.000
Revisão acelerada (redução de 20 a 25 dias úteis para 10 a 12, disponível com base na capacidade de revisão do GBCI)	\$10.000		\$ 10.000	

Fonte: Adaptado de *United States Green Building Council (2023)*.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica a fim de obter bases teóricas e metodológicas à consecução do estudo. Conforme apontado por Severino (2013), a revisão bibliográfica é um estudo abrangente e documentado de toda a literatura já publicada sobre um tema específico ou problema em questão. Portanto, envolve a busca, seleção, leitura e análise bibliográfica de diferentes tipos de fontes de informação, tais como artigos científicos, livros, teses, dissertações, relatórios, entre outros, com intuito de obter uma compreensão aprofundada do assunto em questão, e adquirir uma maior compreensão dos temas abordados nos critérios estabelecidos pela certificação LEED.

5.1 Critérios da certificação LEED BD+C

Os critérios para a certificação LEED BD+C foram identificados com base no guia referencial versão 4 de 2019, disponível no site do GBC Brasil. Esse guia referencial serve como um documento de orientação para a aplicação dos padrões de certificação e fornece diretrizes detalhadas para cada categoria de desempenho da edificação. Nele, foi possível identificar quais as exigências que cada pré-requisito e crédito necessitavam atingir para que recebessem pontuação na certificação.

Juntamente com o guia referencial, foi utilizado o *checklist LEED v4.1* para BD+C: Nova Construção e Grandes Reformas, também disponível no site do GBC Brasil, para auxiliar a organização, o acompanhamento e o cumprimento dos 45 créditos e 11 pré-requisitos.

Verificando, por meio do guia referencial, as exigências dos créditos e pré-requisitos e analisando o material de pesquisa, foi preenchido no *checklist* a pontuação obtida em cada crédito e os pré-requisitos com a letra “N” para não atendido e “S” para atendido.

Ao final do preenchimento do *checklist* foi possível verificar se a pontuação obtida pelo empreendimento alcançava o mínimo para certificação.

5.2 Análise dos materiais

Já a pesquisa, no que diz respeito a seus objetivos, é de caráter exploratório. Gil (2008) define a pesquisa exploratória como aquela que busca maior familiaridade com um assunto, objeto ou fenômeno, visando à formulação de hipóteses ou questões de pesquisa mais precisas. Segundo o autor, a pesquisa exploratória pode ser realizada utilizando diversas técnicas, tais como levantamento bibliográfico, entrevistas exploratórias, observações informais, estudos de caso, entre outras.

Sendo parte da pesquisa, a análise dos projetos arquitetônicos, hidráulicos e elétricos se deu por meio da disponibilização dos arquivos em formato “*Portable Document Format*” (PDF), por parte do proprietário do empreendimento. Neles, foram identificados se a obra possuía elementos como o hidrômetro e quadro elétrico; áreas permeáveis; telhados verdes; ambientes destinados a bicicletas e carros elétricos, entre outras exigências descritas no guia referencial.

Uma visita *in loco* também foi realizada, a fim de obter registros fotográficos, utilizando a câmera do celular, que servissem como comprovação de algumas das exigências estabelecidas, bem como para realizar o teste de luminância no ambiente por meio do aplicativo *Light Meter*, versão avaliação, disponível na AppStore.

Google Earth Pro, leis municipais, materiais disponíveis na internet referente a marca dos equipamentos hidráulicos e o site do Instituto de Água e Terra do Paraná também complementaram a pesquisa.

5.3 Caracterização do objeto de estudo

Quanto à abordagem metodológica, este trabalho adota uma análise qualitativa por meio de um estudo de caso, uma vez que o objetivo principal é classificar um conjunto de observações (LAKATOS; MARCONI, 2022).

O estudo de caso verificou o potencial de certificação do edifício, localizado na Avenida Manoel Mendes de Camargo, na cidade de Campo Mourão, Paraná, CEP: 87300-030. A escolha da tipologia BD+C se deu ao fato de a edificação ainda estar em fase de execução, sendo caracterizada por ser uma nova construção.

A execução da obra tem previsão de término para julho de 2023, com 4.357,46 metros quadrados de construção, divididos em 4 pavimentos, em um terreno de dimensões 50 metros de comprimento por 47,50 metros de largura, e área de 2.375,00

metros quadrados. Sendo a alvenaria convencional o modelo construtivo escolhido para a construção do edifício, o empreendimento contará com 10 salas comerciais no térreo e 26 escritórios/consultórios nos demais andares, além de um estacionamento exclusivo aos fundos do imóvel permitindo acesso direto ao prédio. Saliendo que a edificação em questão está sendo construída sem o intuito de receber qualquer selo verde.

6 ESTUDO DE CASO

Ao analisar as informações coletadas e os estudos realizados em relação às especificações e parâmetros de cada item do certificado LEED BD+C, verificam-se os possíveis pontos para as oito categorias que abrangem a certificação mencionadas no item 4.4.2 deste trabalho e os pré-requisitos quando atendidos e quando não atendido. A partir desse levantamento, o *checklist* disponibilizado pela certificadora e preenchido conforme a análise deste trabalho, para provável creditação do edifício contendo os créditos obtidos, encontra-se no item 6.9.

6.1 Localização e Transporte

O objetivo da categoria Localização e Transporte é evitar a construção de imóveis em áreas categorizadas ambientalmente sensíveis. Também tem o intuito de amenizar os prejuízos ambientais resultante da localização de edifícios em determinados terrenos. Com essa finalidade, são estabelecidos os créditos apresentados nas seções 6.1.1 a 6.1.8.

6.1.1 Localização do LEED *Neighborhood* (Bairros)

Neste crédito é possível obter 16 pontos, porém o edifício em análise não recebe pontuação, ou seja, 0 ponto, visto que o empreendimento não é localizado em um bairro com certificação LEED *for Neighborhood Development*, ou seja, LEED para Desenvolvimento de Bairros.

6.1.2 Proteção de Áreas Sensíveis

No que diz respeito ao crédito de “Proteção de Áreas Sensíveis”, o terreno não deve ser exclusivamente utilizado para fins agrícolas ou ser considerado uma área agrícola de importância local ou estadual. Ao cumprir esse requisito, é possível obter 1 ponto. Assim sendo, conforme a Lei Complementar 54/2019 – Perímetro Urbano de Campo Mourão, o lote é situado dentro do perímetro urbano, conforme ilustrado na Figura 7. Devido à condição de área urbanizada, não se caracteriza como habitat para espécies que se encontram listadas como ameaçadas de extinção.

Figura 7 – Localização do lote no perímetro urbano

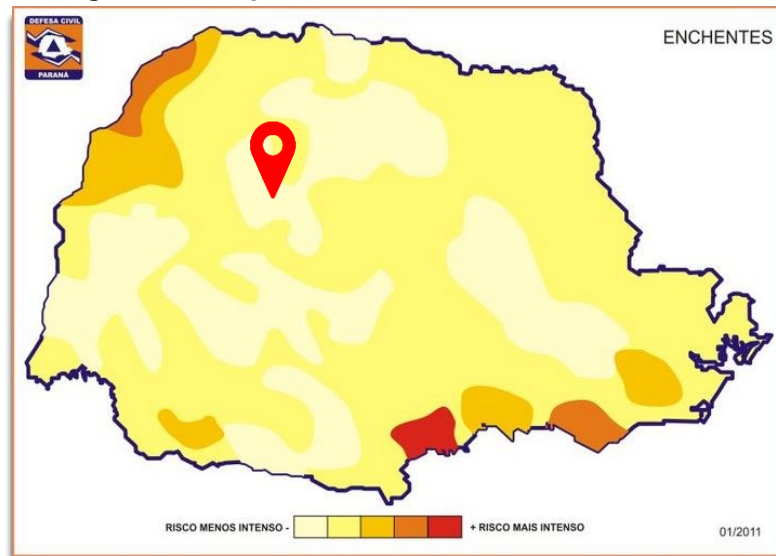


Fonte: Campo Mourão (2019)

A partir da Figura 7 acima, também se conclui que o lote está situado a mais de 30 metros de corpos d'água, sendo um dos requisitos para este critério. Por fim, o requisito da localização do empreendimento ser em áreas não sujeitas a enchentes, se fundamenta com o mapa da defesa civil do Paraná elaborado em 2011 e apresentado logo abaixo na Figura 8.

Nota-se pela localização (ícone vermelho no croqui da Figura 8) que a cidade de Campo Mourão se situa na região de coloração mais clara, a qual pela escala de cores representa um risco menos intenso para enchentes quando comparado a outras áreas do estado. Atendendo a todos os requisitos deste crédito, a edificação obteve 1 ponto.

Figura 8 – Croqui de risco de enchentes no Paraná



Fonte: Coordenadoria Estadual da Defesa Civil (2011).

6.1.3 Local de Alta Prioridade

O objetivo do crédito “Local de Alta Prioridade” é estimular que os projetos sejam executados em áreas com restrições de desenvolvimento, promovendo melhoria nas proximidades da região, podendo obter 2 pontos. Para atender esse crédito são possibilitadas 3 opções, sendo elas: localização do projeto em bairros históricos ou vazios urbanos; áreas onde foram detectadas contaminações no solo ou na água subterrânea; ou área que se encontra em programas registrados nas entidades federativas para recuperação tanto no quesito ambiental, quanto social e econômico. Diante disso, o empreendimento não pontuou nesse crédito por não se enquadrar nas opções citadas acima.

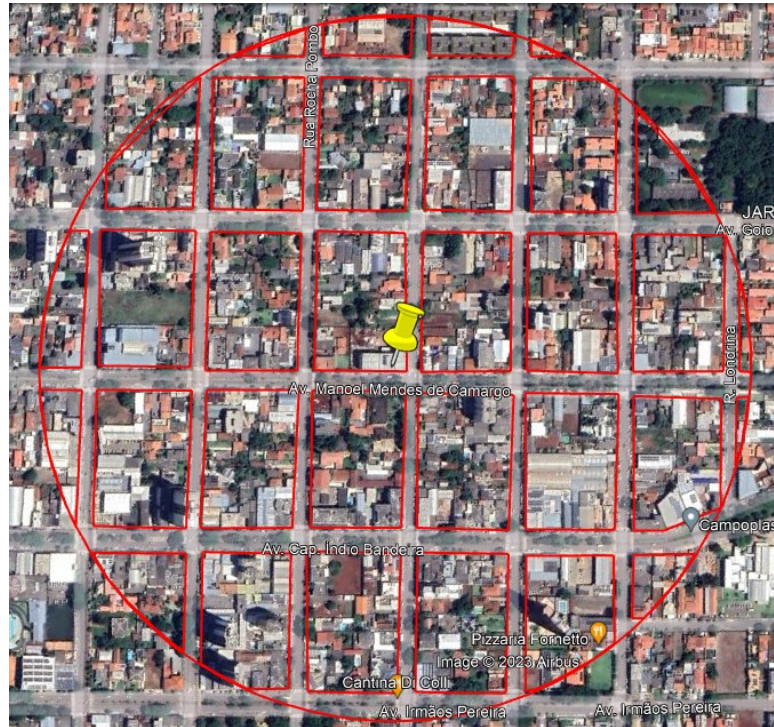
6.1.4 Densidade do Entorno e Usos Diversos

O crédito “Densidade do Entorno” visa promover a preservação da terra, incentivando o desenvolvimento de projetos em áreas que já possuam infraestrutura estabelecida. Para isso, a densidade média combinada no entorno do empreendimento a um raio de 400 metros precisa ser de 5.050 para obter 2 pontos ou 8.035 para 3 pontos.

Utilizando o aplicativo *Google Earth Pro* foi constatado aproximadamente 358.672,00 metros quadrados de construção no entorno do empreendimento como

visualizado a Figura 9, e considerando o raio de 400 metros se obtém uma área edificável de 502.400 metros quadrados ou 50,24 hectares.

Figura 9 – Área edificável no entorno ao raio de 400 metros



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

Atentando-se a densidade média combinada pelo fator metros quadrados de construção por hectare de terreno edificável, totaliza-se 7.139,17 m²/ha. Com isso, o crédito obtém 2 pontos.

Para Uso Diversos, a entrada principal do edifício deve ficar a uma distância de no máximo 800 metros de 8 ou mais pontos de utilização diversificados, sendo necessário contabilizar pelo menos 3 das 5 categorias: lojas de varejo de alimentos; lojas de varejo que atendem à comunidade; serviços; instalações cívicas e comunitárias; e usos comunitários fixos. Os pontos elencados utilizando o Google Maps estão na Tabela 2.

Sendo assim, 9 pontos de utilização se localizam à menos de 800 metros contabilizando ao todo 4 categorias, creditando 2 pontos dos 2 possíveis para o uso diverso e totalizando ao final do crédito “Densidade de Entorno e Uso Diversos”, 4 pontos.

Tabela 2 – Pontos de utilização à menos de 800 metros

Ponto	Distância (m)	Categoria
Eletróluz	100	Lojas de varejo que atendem à comunidade
KNN idiomas	280	Instalações cívicas e comunitárias
Betânia Ministério	280	Instalações cívicas e comunitárias
Supermercado Simões	350	Lojas de varejo de alimentos
CliniSport	350	Serviços
Fiorella Empório e Padaria	500	Lojas de varejo de alimentos
Casa do Mel	500	Lojas de varejo que atendem à comunidade
Caixa Econômica Federal	550	Serviços
Fórum	750	Serviços

Fonte: A autoria própria (2023)

6.1.5 Acesso a Transporte de Qualidade

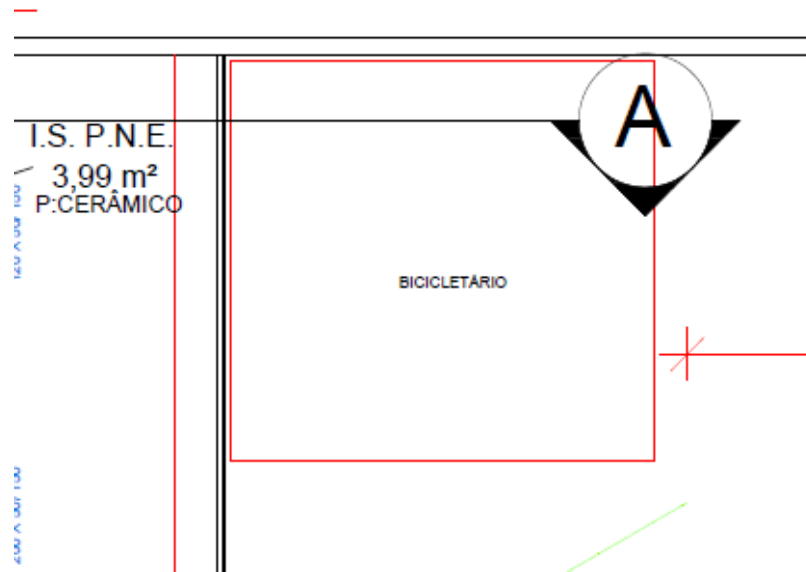
O crédito “Acesso a Transporte de Qualidade” tem como objetivo promover empreendimentos em áreas que demonstrem opções de transporte multimodal ou reduzido uso de veículos motorizados, incentivando assim a mobilidade sustentável, podendo obter até 5 pontos. Para isso, é preciso ter pontos de ônibus planejados à 400 metros das entradas do edifício ou pontos de sistema de ônibus rápido à 800 metros. Contudo, a edificação em análise recebe pontuação 0.

6.1.6 Instalações para Bicicletas

Com a intenção de reduzir o deslocamento de veículos motores, este crédito incentiva o uso de bicicletas requisitando um espaço para depósito de uso de longo prazo, podendo obter 1 ponto.

Sendo assim, o edifício recebe pontuação 1 visto que se encontra um bicicletário no projeto arquitetônico, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Recorte do projeto arquitetônico (bicicletário)



Fonte: Projeto A (2022).

6.1.7 Redução da Área de Projeção do Estacionamento

O objetivo do crédito “Redução da Área de Projeção do Estacionamento” é reduzir os impactos ambientais relacionados às instalações de estacionamento, incluindo a dependência de veículos automotores, o consumo de terreno e o escoamento superficial das águas pluviais, sendo possível obter 1 ponto. Com o intuito de atingir esse propósito, os projetos que alcançaram 1 ponto ou mais no crédito “Densidade do Entorno e Usos Diversos”, como é o caso em estudo, devem reduzir 40% da capacidade de estacionamento em relação aos coeficientes base.

Segundo o Art. 36 da Lei de complementar nº 62, de 03 de abril de 2020 que discorre sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural do Município de Campo Mourão - Pr, fica definido que edificações comerciais tenham no mínimo uma vaga de estacionamento a cada cem metros quadrados de construção.

Posto isso, de acordo com a legislação municipal, o empreendimento com área de 4.357,36 m² deveria ter um total de 44 vagas de estacionamento. No entanto, caso se obtenha a redução de 40%, sugerida pelo crédito, a fim de se obter a pontuação, o número de vagas necessárias para atender a este critério seria reduzido para 26.

Contudo, o empreendimento dispõe de um total de 50 vagas, das quais 41 são destinadas a carros e 9 a motos. Portanto, neste caso, a pontuação referente a este crédito é igual a 0.

6.1.8 Veículos Verdes

Com o intuito de diminuir a poluição e fomentar alternativas aos veículos movidos a combustíveis convencionais, o objetivo desse crédito é promover a adoção de soluções sustentáveis de mobilidade. Para isso, designa vagas de estacionamento e equipamentos de alimentação para veículos elétricos, sendo possível obter 1 ponto. Logo, o edifício não recebe pontuação nesse crédito, visto que no projeto não há vagas destinadas a esse tipo de veículo.

6.2 Terrenos Sustentáveis

A categoria Terrenos Sustentáveis tem como objetivo instigar o planejamento, projeto e execução de edifícios em terrenos que promovam a sustentabilidade e a minimização dos impactos ambientais e sociais decorrentes da construção. Essa categoria tem como foco a preservação da biodiversidade, a promoção da conectividade ecológica, a gestão de águas pluviais, a seleção de locais que promovam a saúde e o bem-estar dos ocupantes e da comunidade local, além da promoção da regeneração do meio ambiente. Com essa finalidade, são estabelecidos os seguintes pré-requisitos e créditos:

6.2.1 Prevenção da Poluição na Atividade de Construção

O pré-requisito denominado de “Prevenção da Poluição na Atividade de Construção” tem o propósito de reduzir a poluição gerada pelas atividades de construção, controlando a erosão do solo, a sedimentação de corpos d'água e a dispersão de poeira no ar. Isso é alcançado ao implementar um plano de controle que maneje a sedimentação e erosão de todas as atividades da construção.

Embora a temática do pré-requisito seja regulamentada pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e por outras legislações específicas de cada região, no Brasil

ainda não há uma fiscalização adequada e cumprimento efetivo das normas estabelecidas para essa questão.

Posto isso, o empreendimento em análise não contém um plano de prevenção da poluição que englobe os requisitos necessários para atender o pré-requisito.

6.2.2 Avaliação do Terreno

Para o crédito em questão, as condições do terreno são examinadas a fim de identificar opções sustentáveis e embasar decisões relacionadas ao projeto do terreno, com a possibilidade de obter 1 ponto. Para isso, é necessário conduzir uma pesquisa ou avaliação do terreno, abrangendo aspectos como topografia, hidrologia, clima, vegetação, solo, uso humano e impactos na saúde humana.

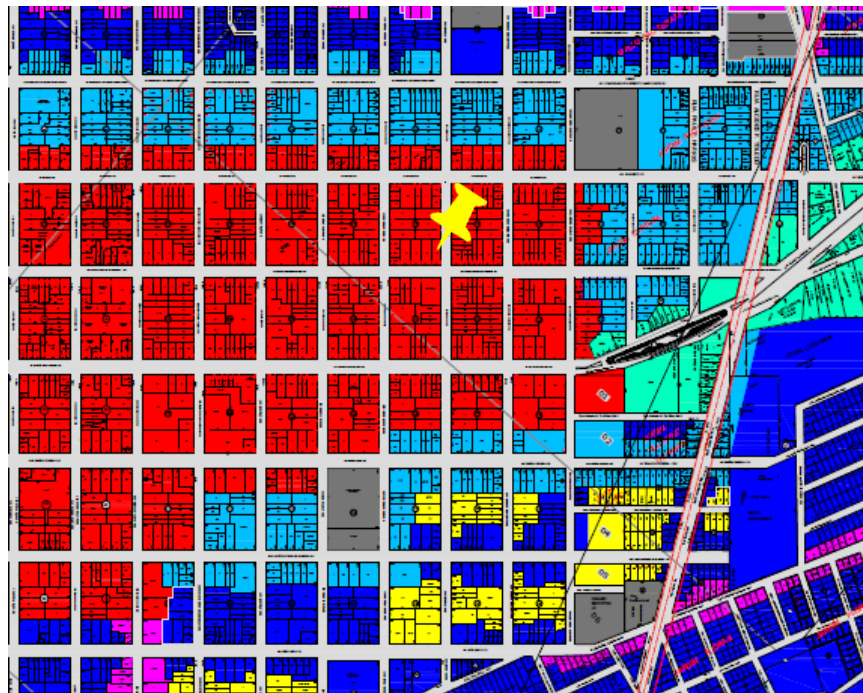
Após a avaliação do terreno do estudo, foi possível verificar que os requisitos supramencionados foram atendidos, uma vez que estão de acordo com a lei de zoneamento municipal e ocupação do solo que tem como objetivo regulamentar a forma como o espaço urbano deve ser ocupado e utilizado, visando a promoção do desenvolvimento sustentável e a melhoria na qualidade de vida da população. Dessa forma, ela se relaciona com os requisitos citados acima de forma que (CAMPO MOURÃO, 2022):

- I. Topografia: A topografia é um fator determinante na ocupação do solo, já que terrenos íngremes, por exemplo, podem dificultar a construção e o acesso a determinadas áreas. A lei de zoneamento e ocupação do solo leva em consideração a topografia para definir os usos permitidos em cada área, garantindo que o terreno seja utilizado de forma adequada e segura.
- II. Hidrologia: A hidrologia é importante para a definição de áreas de proteção ambiental e de risco de inundação. A lei de zoneamento e ocupação do solo considera a hidrologia para definir os usos permitidos em cada área, garantindo a preservação de recursos hídricos e a segurança dos habitantes.
- III. Clima: O clima é um fator determinante na definição de usos do solo, já que determinadas atividades podem ser prejudicadas por condições climáticas adversas. A lei de zoneamento e ocupação do solo considera o clima para definir os usos permitidos em cada área, garantindo que as atividades econômicas sejam desenvolvidas de forma sustentável.

- IV. Vegetação: A vegetação é importante para a preservação da biodiversidade e para a manutenção do equilíbrio ecológico. A lei de zoneamento e ocupação do solo leva em consideração a vegetação para definir as áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal, garantindo a preservação da fauna e da flora.
- V. Solos: Os solos são fundamentais para a produção de alimentos e para a preservação dos recursos naturais. A legislação de zoneamento e ocupação do solo considera as características dos solos para definir os usos permitidos em cada área, garantindo a preservação da fertilidade do solo e a segurança alimentar.
- VI. Uso humano: O uso humano é um fator determinante na definição de usos do solo, já que determinadas atividades podem ser incompatíveis com outras. A lei de zoneamento e ocupação do solo considera o uso humano para definir os usos permitidos em cada área, garantindo a harmonia entre as atividades econômicas e a qualidade de vida dos habitantes.
- VII. Efeitos na saúde humana: A legislação de zoneamento e ocupação do solo também considera os efeitos na saúde humana, como a poluição do ar, do solo e da água, para definir os usos permitidos em cada área, garantindo a segurança e a qualidade de vida dos habitantes.

Para tanto, a Lei de Zoneamento e Ocupação do Solo de Campo Mourão – Pr, representa a zona comercial na cor vermelha, a qual se encontra o terreno do empreendimento, conforme ilustrado na Figura 11 pelo ícone amarelo, indicando que ela é adequada e possui infraestrutura para o desenvolvimento do empreendimento. Assim sendo, o empreendimento recebe para este crédito pontuação 1.

Figura 11 – Mapa de Zoneamento e Ocupação do Solo da cidade de Campo Mourão - PR



Fonte: Campo Mourão (2022)

6.2.3 Desenvolvimento do Terreno – Proteger ou Restaurar Habitat

O crédito “Desenvolvimento do Terreno – Proteger ou Restaurar Habitat” tem como objetivo preservar e proteger 40% da área verde no terreno de todas as atividades de desenvolvimento e construção, sendo possível obter 2 pontos. Para alcançar esse objetivo, é necessário restaurar 30% da área modificada do terreno por meio do uso de vegetação nativa ou adaptada, ou fornecer suporte financeiro equivalente a pelo menos US\$ 4 por metro quadrado da área total do terreno para organizações de preservação ambiental.

Portanto, analisando o projeto arquitetônico é visto que não há restauração de áreas modificadas, e em comunicação com os proprietários também não há apoio a organizações ambientais. Visto isso, o empreendimento não recebe pontuação por não atingir os dois requisitos deste crédito.

6.2.4 Espaço Aberto

Para cumprir o crédito denominado "Espaço Aberto", é necessário que seja disponibilizado espaço externo, incluindo a área de projeção do edifício, igual ou

superior a 30% da área total do terreno. Dentre esse espaço externo, pelo menos 25% deve ser ocupado por vegetação, possibilitando 1 ponto na certificação.

Após a análise, o resultado foi de que o empreendimento não pontua nesse crédito visto que, a área aberta tem um total de 490,35 metros quadrados, correspondendo a 20,64% da área do terreno.

6.2.5 Gestão de Águas Pluviais

No crédito "Gestão de Águas Pluviais", são analisadas a redução do volume de escoamento superficial e a melhoria da qualidade da água, visando replicar a hidrologia natural e o equilíbrio hídrico do terreno usando dados de precipitação e metodologia percentil de eventos pluviométricos. Para receber pontuação 2 é utilizado o percentil 95, ou para pontuação total do crédito 3, é necessário calcular utilizando percentil 98.

Os dados utilizados no cálculo referentes a máxima diária de 10 anos são da estação pluviométrica Campo Mourão, altitude 591,00m, latitude 24°02'50", longitude 52°22'03", da bacia Ivaí e sub-bacia 4, obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), disponível no *site* do Instituto das Águas do Paraná e apresentado na Tabela 3, já em ordem crescente da máxima diária para cálculo do percentil 98.

Tabela 3 – Dados pluviométricos da estação da bacia do Ivaí, Campo Mourão – Paraná

ANO	MÁXIMA DIÁRIA (mm)
2018	49,2
2019	67,3
2022	74,6
2017	78
2021	95,8
2013	97
2014	99
2020	123
2015	-
2016	-

Fonte: Adaptado de Instituto Água e Terra (2023).

Com base na Equação 1, a seguir, em que P representa o percentil desejado, i representa a posição do elemento desejado e n representa a quantidade total de

elementos, foi possível obter o resultado desejado. Vale ressaltar que, para esta análise, foram desconsiderados os resultados referentes aos anos de 2015 e 2016, uma vez que não foram disponibilizados pela estação pluviométrica.

$$P = \frac{i \cdot (n + 1)}{100} \quad \text{Eq. 1}$$

Resolvendo a Equação 2 chega-se ao resultado de $P_{98} = 8,82$, a qual se encontra no intervalo de 2014 e 2020.

$$P_{98} = \frac{98 \cdot (8 + 1)}{100} \quad \text{Eq. 2}$$

A partir disso, interpola-se os dados obtidos conforme a Equação 3:

$$\frac{8-8,82}{99-x} = \frac{8-9}{99-123} \quad \text{Eq. 3}$$

Resulta-se em x o valor de 118,68mm para o percentil 98.

A partir dessas informações verifica-se que no empreendimento em análise é projetado uma área de 490,35m² de pavimento intertravado (*paver*), no qual possui juntas de dilatação entre as peças de 3 á 4mm possibilitando o escoamento dessa água de chuva.

Segundo dados de um ensaio de infiltração em pavimentos intertravados (*paver*) realizado por Benitez *et al.* (2021), em um estacionamento de empreendimento comercial com pavimento novo, sendo as características próximas ao empreendimento deste estudo, obteve-se infiltração de 51,415mm/h, ou seja, o piso do pavimento intertravado é capaz de absorver as águas provenientes da chuva, caso o percentil 98 do total máximo diário que é 118,68, chova em aproximadamente 2h e meia, ou mais.

Além do pavimento intertravado, o empreendimento conta com uma caixa de reuso localizada ao fundo do estacionamento com capacidade de 25.000 litros, que receberá a água proveniente das chuvas captada por meio de calhas dispostas entre as águas do telhado.

Assim sendo, verifica-se que o empreendimento realizou a redução do volume de escoamento superficial das águas provenientes das chuvas, obtendo 3 pontos para este critério analisado.

6.2.6 Redução de Ilhas de Calor

Com a possibilidade de ser obtido até 2 pontos, o crédito "Redução de Ilhas de Calor" visa minimizar os efeitos nos microclimas e habitats, por meio da redução das ilhas de calor. Para isso, conforme o guia referencial, a Inequação 1, abaixo, precisa ser verdadeira para obtenção do crédito, ou seja, a soma das áreas sem telhado, áreas com telhado de alta refletância e áreas de telhado com vegetação, deve ser igual ou maior que a soma da área pavimentada total do terreno com a área total do telhado.

$$\frac{\text{Medidas da área sem telhado}}{0,5} + \frac{\text{Área de telhado com alta refletância}}{0,75} + \frac{\text{Área de telhado com vegetação}}{0,75} \geq \frac{\text{Área pavimentada total do terreno}}{1} + \frac{\text{Área total do telhado}}{1} \quad \text{Ineq. 1}$$

A área do empreendimento sem telhado, resulta em um total de 490,35m² a qual também é a área total pavimentada do terreno. Já a área com telhado de alta refletância, as quais foram pintadas com tinta branca, totaliza 1132,05m² e a área total do telhado, incluindo as lajes impermeabilizadas que não são de alta refletância, resulta em 1251,84m². O empreendimento não possui área de telhado com vegetação. Substituindo os valores, chega-se a Inequação 2.

$$\frac{490,35}{0,5} + \frac{1132,05}{0,75} + 0 \geq 490,35 + 1251,84 \quad \text{Ineq. 2}$$

Como resultado da inequação, obtém-se a Inequação 3.

$$2490,1 \geq 1742,90 \quad \text{Ineq. 3}$$

Contudo, verifica-se que a inequação é verdadeira resultando assim em 2 pontos para o crédito em análise.

6.2.7 Redução da Poluição Luminosa

O crédito "Redução da Poluição Luminosa" tem como objetivo melhorar a visibilidade durante a noite, ampliar o acesso ao céu noturno, e reduzir os impactos luminosos do empreendimento na vida das pessoas e dos animais, com a possibilidade de obter 1 ponto. A fim de alcançar esse objetivo, é fundamental que todas as luminárias localizadas na área externa, dentro dos limites do projeto, cumpram os requisitos de iluminação e minimizem a transgressão de luz.

O empreendimento em análise não possui definição de luminárias em projeto, e como na data deste trabalho o empreendimento ainda se encontra em fase de construção, não foi definida pelos proprietários a iluminação externa. Assim sendo, impossibilita de realizar os cálculos a fim de verificar a transgressão de luz e os requisitos de iluminação para cima. Portanto, o empreendimento não pontuou neste crédito.

6.3 Eficiência Hídrica

O objetivo da categoria Eficiência Hídrica é promover a conservação da água e incentivar práticas sustentáveis de gestão da água em edifícios. A categoria se concentra em minimizar o uso de água potável em edifícios, bem como reduzir o desperdício, tanto em processos internos quanto externos ao edifício. Com essa finalidade, são estabelecidos os seguintes pré-requisitos e créditos.

6.3.1 Redução do Uso de Água do Exterior

Este pré-requisito tem por objetivo reduzir o consumo externo de água por meio de um paisagismo que não necessite de irrigação permanente, com um período máximo de estabelecimento de 2 anos. O tipo de paisagismo presente no empreendimento é ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Paisagismo da área externa



Fonte: Projeto D (2022)

Partindo da idealização de arbustos e pinheiros de pequeno porte, constata-se que não é necessária irrigação permanente, atendendo o pré-requisito.

6.3.2 Redução do Uso de Água do Interior

O pré-requisito "Redução do Uso de Água do Interior" tem como objetivo reduzir o consumo de água dentro do edifício. Para cumprir esse pré-requisito, os aparelhos hidrossanitários devem demonstrar uma redução de pelo menos 20% no consumo de água em relação à base estabelecida pelo LEED, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Linha de base LEED referente ao consumo de água de equipamentos hidráulicos

EQUIPAMENTO	LINHA DE BASE LEED (SI)
Vaso sanitário	6 lpd
Mictório	3,8 lpd
Torneira de banheiro público	1,9 lpm a 415 kPa
Torneiras privadas	8,3 lpm a 415 kPa
Torneira de cozinha	8,3 lpm a 415 kPa
Chuveiro	9,5 lpm a 550 kPa

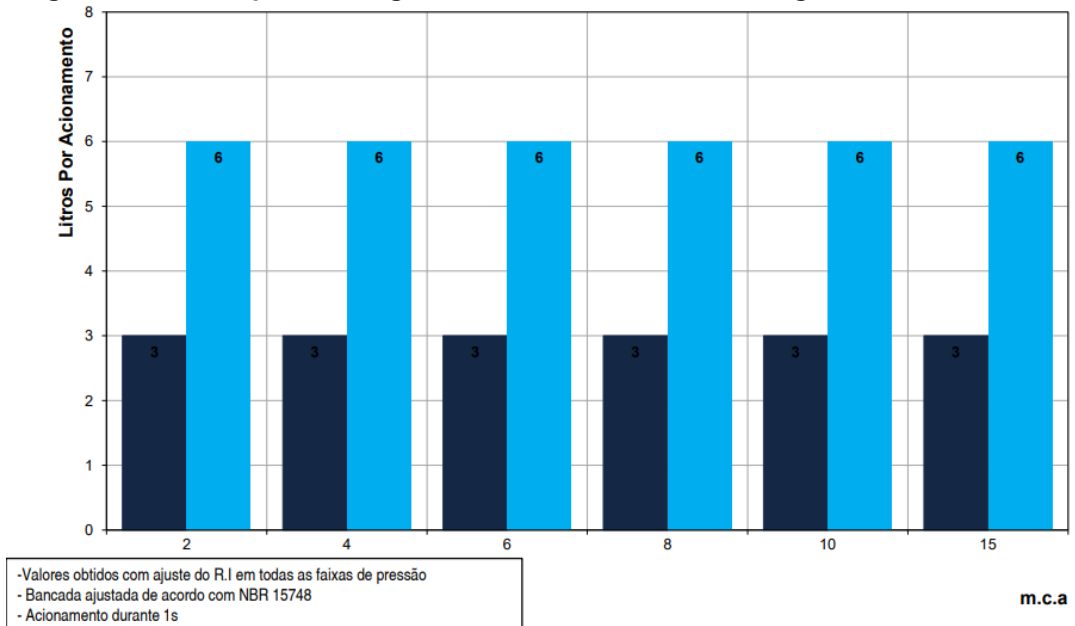
Legenda: lpd: litros por descarga, lpm: litros por minuto.

Fonte: *United States Green Building Council (2023)*.

Dentre os equipamentos descritos na Tabela 4, o empreendimento em análise possui vaso sanitário e torneira privada, os quais serão analisados a seguir.

As válvulas de descarga utilizadas para os vasos sanitários dos banheiros foram da marca DOCOL Metais Sanitários. Na Figura 13, abaixo, é possível identificar duas opções de acionamento, diferenciadas pelas cores azul escuro e azul claro, que correspondem às diferentes vazões de água.

Figura 13 – Litros por descarga referente a válvula de descarga da marca DOCOL

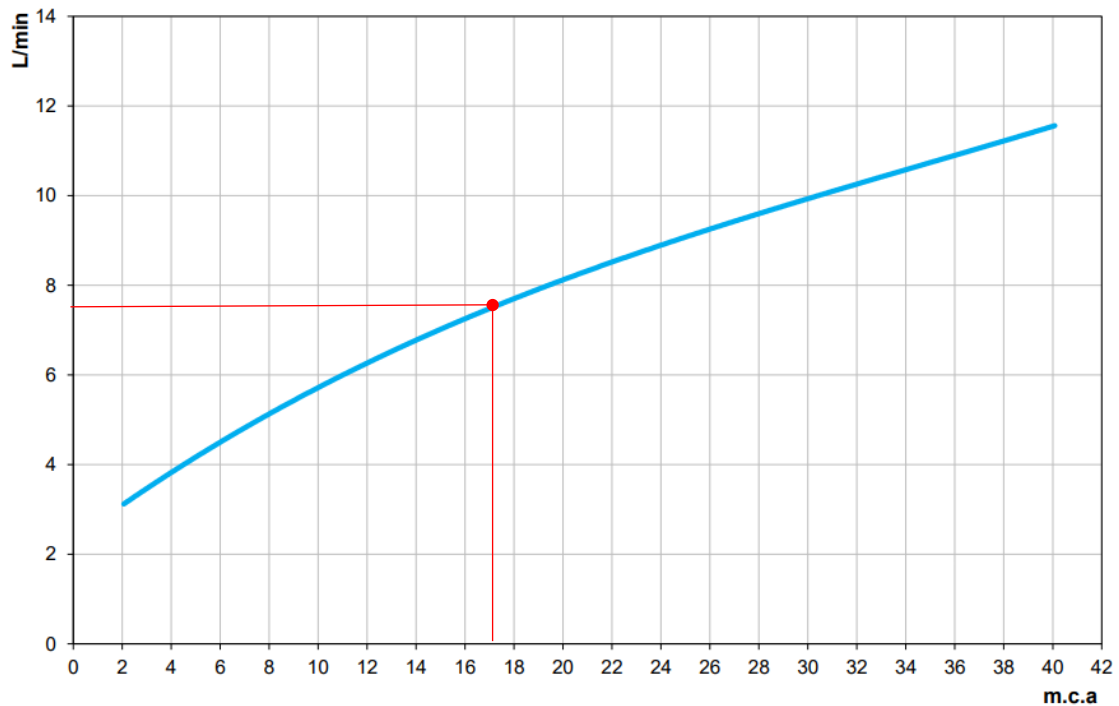


Fonte: DOCOL (2020).

Com o acionamento de menor vazão correspondente a cor azul escuro, são utilizados 3 litros de água por acionamento, correspondendo a redução de 50% quando comparado a linha de base do LEED apresentada na Tabela 4.

O gráfico correspondente a vazão de água (L/min) conforme os m.c.a (metros de coluna d'água) das torneiras utilizadas nos lavatórios do edifício em estudo, as quais também foram da marca DOCOL Metais Sanitários, é apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Curva de vazão referente as torneiras dos banheiros



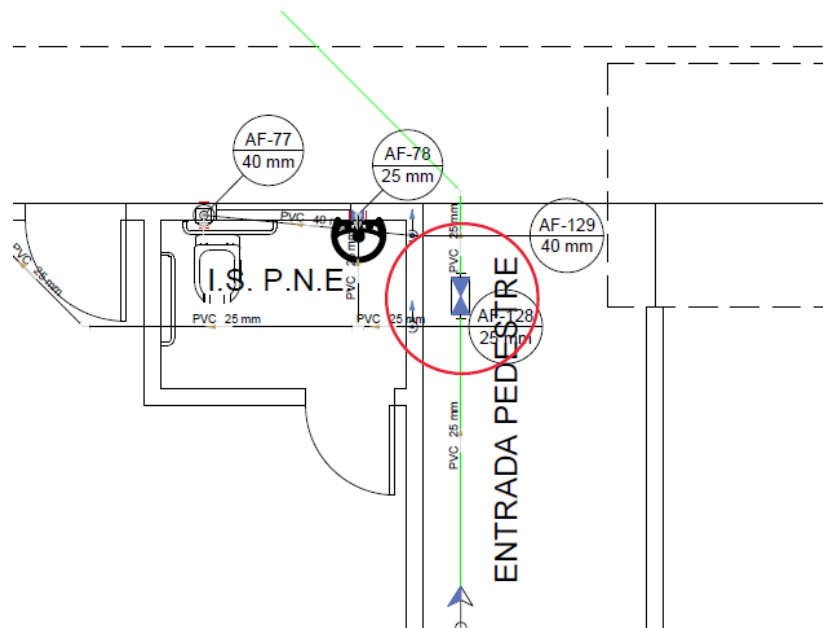
Legenda: L/min: litros por minuto; m.c.a: metros de coluna d'água
Fonte: DOCOL (2020).

Com as torneiras do pavimento térreo à 17 m.c.a, a vazão máxima é de aproximadamente 7,5L/min (Figura 14). Segundo os dados da Tabela 4, para obter redução de 20% do consumo de água utilizado pelas torneiras, a vazão deveria ser menor que 6,64L/min. Portanto, o pré-requisito não foi atendido, apesar do vaso sanitário ter redução de 50%.

6.3.3 Medição de Água do Edifício

A intenção deste pré-requisito é apoiar a gestão da água e identificar oportunidades adicionais de economia por meio do monitoramento do consumo de água. Para isso, o empreendimento precisa realizar a instalação de hidrômetros permanentes que meçam o consumo total de água potável do edifício e de terrenos associados.

Figura 15 – Recorte do projeto hidrossanitário (hidrômetro)



Fonte: Projeto B (2022).

Como pode ser visualizado na Figura 15, o hidrômetro é projetado na entrada de pedestre de acesso pela Rua Panambi, atendendo o pré-requisito.

6.3.4 Redução do Uso de Água do Exterior

O crédito “Redução do Uso de Água do Exterior” possui a mesma concepção do pré-requisito “Redução do Uso de Água do Exterior”, item 6.3.1, de não requerer sistema de irrigação permanente para o paisagismo externo. Sendo assim, o pré-requisito atingido justifica a obtenção dos pontos para o crédito em questão, recebendo 2 pontos.

6.3.5 Redução do Uso de Água do Interior

O objetivo deste crédito é diminuir ainda mais o uso de água proveniente de dispositivos em relação à baseline calculada no pré-requisito “Redução do Uso de Água do Interior”, podendo atingir até 6 pontos, os quais são concedidos conforme o percentual de redução do consumo de água interno atingido pelo empreendimento, apresentado na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Pontos por reduzir o uso de água

PORCENTAGEM DE REDUÇÃO	PONTOS (BD+C)
25%	1
30%	2
35%	3
40%	4
45%	5
50%	6

Fonte: *United States Green Building Council (2023)*.

Conforme justificado no pré-requisito “Redução do Uso de Água do Interior”, as torneiras utilizadas nos lavatórios não atingiram redução maior que 20%, portanto, o crédito também não é atingido, recebendo pontuação 0.

6.3.6 Uso de Água de Torre de Resfriamento

Crédito não se encaixa no projeto, visto que não possui torre de resfriamento e condensador.

6.3.7 Medição de Água

O crédito “Medição de Água” tem o intuito de encontrar oportunidades adicionais de economia de água por meio do monitoramento do consumo de água, com a possibilidade de obtenção de 1 ponto. Para alcançar esse objetivo, é necessário que sejam instalados hidrômetros permanentes em dois ou mais dos seguintes subsistemas: irrigação, dispositivos e conexões hidráulicas internas, água quente para uso doméstico, caldeiras com um consumo anual estimado de 100.000 galões ou mais, água recuperada e/ou água proveniente de outros processos.

Para o empreendimento em análise, foi instalado apenas um hidrômetro geral, e não há outro previsto. Portanto, o crédito recebe pontuação 0.

6.4 Energia e Atmosfera

A finalidade da categoria Energia e Atmosfera é promover a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental dos edifícios. A categoria se concentra na redução do consumo de energia e nas emissões de gases de efeito estufa associadas ao uso energético do edifício. Com essas finalidades, são estabelecidos os seguintes pré-requisitos e créditos.

6.4.1 Comissionamento Fundamental e Verificação

O objetivo do pré-requisito “Comissionamento Fundamental e Verificação” é assegurar que os sistemas relacionados ao uso de energia, conforme projetados, sejam corretamente instalados, calibrados e apresentem desempenho de acordo com os Requisitos do Proprietário para o Empreendimento (OPR), a Base do Projeto (BOD) e o desenho do projeto. Para isso, segundo o guia referencial, a autoridade de comissionamento deve:

- I. Desenvolver o OPR.
- II. Desenvolver uma BOD.
- III. Revisar o OPR, a BOD e o desenho do projeto.
- IV. Desenvolver e implementar um plano de comissionamento.
- V. Confirmar a incorporação dos requisitos de comissionamento nos documentos da construção.
- VI. Desenvolver *checklists* da construção.
- VII. Desenvolver um procedimento de teste de sistemas.
- VIII. Verificar a execução de teste de sistemas.
- IX. Manter um registro de problemas e benefícios ao longo do processo de comissionamento.
- X. Preparar um relatório final do processo de comissionamento.
- XI. Documentar todas as conclusões e recomendações e informe diretamente ao proprietário ao longo de todo o processo.

Apesar de o empreendimento em análise ter projeto elétrico e ter atendido os requisitos do proprietário, não foi atendido o tópico VI, VII, VIII, IX, X, XI. Portanto, o pré-requisito “Comissionamento Fundamental e Verificação” não foi atendido.

6.4.2 Desempenho Mínimo de Energia

O objetivo deste pré-requisito é minimizar os impactos ambientais e econômicos resultantes do consumo excessivo de energia, alcançando um nível mínimo de eficiência energética tanto para o edifício em si quanto para seus sistemas. Para isso, o empreendimento deve demonstrar uma melhoria de 5% para novas construções, na avaliação de desempenho do edifício proposto, em comparação com a avaliação de desempenho do edifício baseline.

O projeto proposto deve atender aos seguintes critérios:

- Conformidade com as disposições obrigatórias da Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010, com errata ou norma equivalente;
- Inclusão de todo o consumo e custos de energia dentro e associados ao projeto do edifício; e
- Comparação com um edifício baseline que esteja em conformidade com a Norma 90.1–2010, Apêndice G, com errata ou norma equivalente.

Para a demonstração de eficiência energética, foram analisados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar.

Seguindo as conformidades da Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010, o luminotécnico do edifício baseline apresenta uma Densidade de Potência de Iluminação (DPI) de 12,0 W/m² (Watts por metro quadrado) para escritório/salas comerciais e 5,0 W/m² para áreas de circulação. Considerando 5% de melhora para novas construções, o edifício que requer o LEED deve apresentar até 11,4W/m² para escritórios/salas comerciais e até 4,75W/m² para corredores.

Conforme o Apêndice A, no edifício em análise, o DPI foi calculado a partir da quantidade de pontos multiplicada pela potência, a qual era de 24W, e dividida pela área do ambiente. Ao final variou entre 2,8 W/m² e 6,1 W/m² para as salas comerciais, e 3,3 W/m² para os corredores. Assim sendo, o luminotécnico do edifício em análise apresenta um desempenho mínimo de energia.

Para análise de envoltória, o processo considera diversos fatores que influenciam o consumo de energia do edifício, como por exemplo, análise de transmissão de calor, identificação de pontos críticos, quantidade de ocupantes e orientação solar. Por não possuir todos os dados necessários para análise, a eficiência energética da envoltória do edifício não foi analisada.

Eficiência energética no condicionamento de ar também não foi analisado neste trabalho, visto que segundo o Artigo 12 da Resolução 218/1973, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), a responsabilidade pelo projeto de sistemas de ar condicionado e refrigeração é atribuída aos engenheiros mecânicos, que possuem as competências necessárias para o dimensionamento adequado desses sistemas.

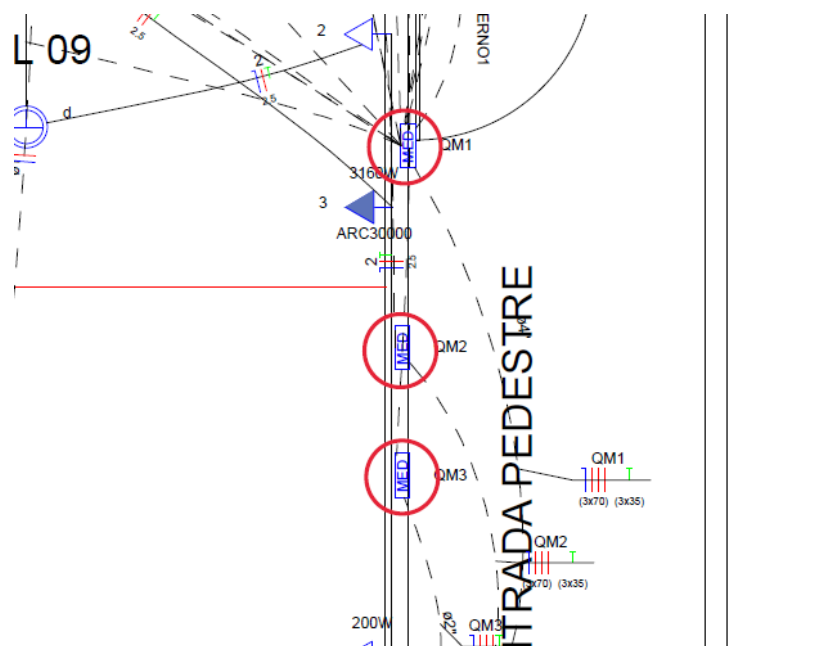
Apesar da iluminação apresentar eficiência energética, os outros dois sistemas não foram verificados. Assim sendo, o pré-requisito não foi atendido.

6.4.3 Medição de Energia do Edifício

Para este pré-requisito a intenção é promover a gestão de energia e identificar possíveis oportunidades de economia adicional de energia, acompanhando o consumo energético no nível do edifício. Para isso, o empreendimento demanda a instalação de medidores de energia novos ou use os existentes no nível do edifício ou submedidores que possam ser combinados para fornecer dados representativos do consumo total de energia do edifício.

Como pode ser visualizado na Figura 16, o quadro de medição é projetado na entrada de pedestre de acesso pela Rua Panambi, atendendo o pré-requisito.

Figura 16 – Recorte do projeto elétrico (quadro de medição)



Fonte: Projeto C (2022)

6.4.4 Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes

Para o pré-requisito “Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes” o intuito é diminuir o esgotamento do ozônio estratosférico, por meio da proibição do uso de refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC).

Em 2002, segundo o Plano Nacional de Eliminação de CFCs, ficou proibida a venda de equipamentos e produtos que emitem CFCs em todo o território nacional até a data de 1º de janeiro de 2010 (Brasil, [s.d.]

Considerando que o empreendimento em questão é uma nova construção e que todos os equipamentos foram dimensionados e adquiridos em estado novo, é possível afirmar que ele atende à lei de produtos que não emitem CFCs, conseqüentemente, atende o pré-requisito.

6.4.5 Comissionamento avançado

O objetivo deste crédito é fomentar a construção e operação de projetos que cumpram as exigências estabelecidas pelo proprietário em termos de energia, água, qualidade ambiental interna e durabilidade, com a possibilidade de obter até 6 pontos.

Por meio do aprimoramento do comissionamento de sistemas, é possível alcançar até 4 pontos, sendo que 3 deles estão relacionados ao cumprimento das seguintes atividades do processo de comissionamento para sistemas e montagens mecânicas, elétricas, hidráulicas e de energia renovável, conforme estabelecido pelas diretrizes ASHRAE 0-2013 e ASHRAE 1.1-2007 para sistemas de HVAC&R, que preveem:

- I. Revisar os envios do contratado;
- II. Verificar a inclusão dos requisitos do manual de sistemas nos documentos de construção;
- III. Verificar a inclusão de requisitos de treinamento de operadores e ocupantes nos documentos de construção;
- IV. Verificar as atualizações e entrega do manual do sistema;
- V. Verificar a entrega e eficácia do treinamento de operadores e ocupantes e testes sazonais;

- VI. Revisar as operações de construção 10 meses após a conclusão substancial, bem como desenvolver um plano de comissionamento contínuo.

Para obter mais 1 ponto por meio do aprimoramento do comissionamento de sistemas, é necessário elaborar procedimentos com base em monitoramento e identificar pontos a serem medidos e avaliados, a fim de avaliar o desempenho de sistemas que consomem energia e água.

Os 2 pontos restantes podem ser obtidos ao cumprir o pré-requisito "Comissionamento Fundamental e Verificação" em relação ao invólucro do edifício, bem como aos sistemas e montagens mecânicos e elétricos.

No empreendimento em análise, não foram desenvolvidas as atividades de processo de comissionamento, portanto o pré-requisito Comissionamento Fundamental e Verificação não foi atendido.

6.4.6 Otimização do Desempenho Energético

O objetivo do crédito "Otimização do Desempenho Energético" é atingir níveis cada vez mais altos de desempenho energético, além das normas estabelecidas pelos pré-requisitos, visando reduzir os impactos ambientais e econômicos decorrentes do consumo excessivo de energia.

Para alcançar tal objetivo, o edifício deve cumprir os critérios do pré-requisito de Desempenho Mínimo de Energia, demonstrando um percentual de melhoria na avaliação de desempenho em comparação com a linha de base, sendo possível alcançar até 18 pontos, conforme a porcentagem de melhoria na eficiência.

No caso deste estudo, pelo fato do pré-requisito "Desempenho Mínimo de Energia" não ter sido atingido, o crédito "Otimização do Desempenho Energético" também não recebeu pontuação.

6.4.7 Medição de Energia Avançada

O objetivo do crédito "Medição de Energia Avançada" é promover a gestão energética e identificar oportunidades adicionais de economia de energia, monitorando o consumo de energia tanto no nível do edifício quanto no nível do

sistema. Para obter 1 ponto nesse crédito, a medição avançada de energia deve possuir as seguintes características:

- I. Os medidores devem ser instalados de forma permanente, registrar em intervalos de uma hora ou menos e transmitir dados para um local remoto.
- II. Medidores de eletricidade devem registrar o consumo e a demanda. Medidores de eletricidade de todo o edifício devem registrar o fator de potência, se adequado.
- III. O sistema de coleta de dados deve usar uma rede local, sistema de automação predial, rede sem fio ou infraestrutura de comunicação comparável.
- IV. O sistema deve ser capaz de armazenar todos os dados de medição por pelo menos 36 meses.
- V. Deve ser possível acessar os dados remotamente.
- VI. Todos os medidores no sistema devem ser capazes de gerar relatórios horários, diários, mensais e anuais do uso de energia.

Como não foi previsto medidor avançado, a edificação não recebeu pontuação neste crédito.

6.4.8 Resposta à Demanda

Este crédito possui uma pontuação máxima de 2 pontos e tem por intenção aumentar a participação em tecnologias e programas de resposta à demanda que tornem sistemas de geração e distribuição de energia mais eficientes, aumentar a confiabilidade da rede de energia elétrica e reduzir as emissões de gases do efeito estufa.

Para pontuar neste item, a edificação deve atender um dos dois requisitos a seguir:

- I. Participe de um programa de resposta à demanda (*demand response* - DR) existente. Projete um sistema com capacidade de DR totalmente automatizada em tempo real com base em início externo por um Provedor de programas de DR. DR semiautomatizada pode ser utilizada na prática. Desenvolva um plano abrangente para cumprir com o compromisso contratual durante um evento de Resposta à demanda. Inclua os processos

de DR no escopo de trabalho da autoridade de comissionamento, incluindo participação em pelo menos um teste completo no plano de DR.

- II. Forneça a infraestrutura para utilizar programas de resposta à demanda futuros ou programas de definição de preços dinâmicos, em tempo real. Instale medidores de registro de intervalos com comunicações e capacidade para que o sistema de automação predial aceite um preço ou um sinal de controle externo. Desenvolva um plano abrangente para cortar pelo menos 10% da demanda de pico estimada de eletricidade do edifício.

Por não participar de um programa de resposta à demanda e não possuir intenção de resposta a demanda, a edificação não pontuou neste quesito.

6.4.9 Produção de Energia Renovável

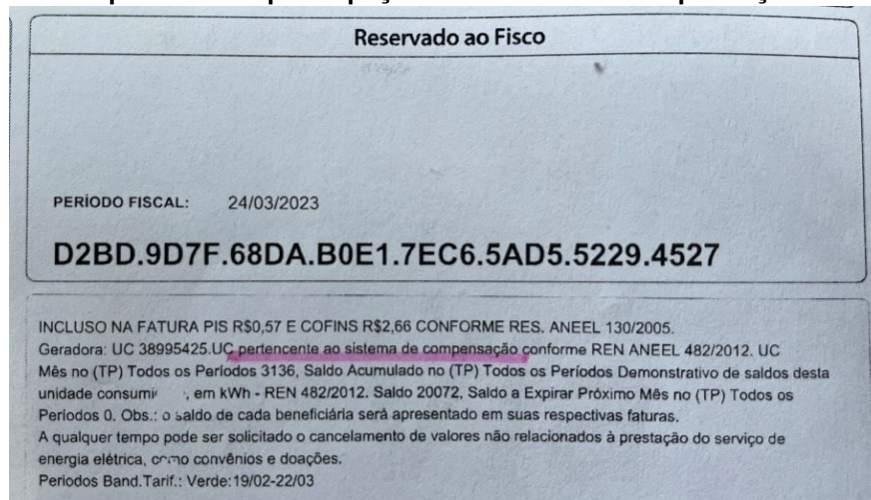
O crédito definido como “Produção de Energia Renovável” tem por objetivo reduzir os prejuízos ambientais e econômicos associados à energia de combustíveis fósseis aumentando o auto abastecimento de energia renovável, sendo possível obter 5 pontos. O uso de sistemas de geração de energia solar ou de sistemas de energia renovável comunitários é permitido desde que os dois requisitos a seguir sejam atendidos.

- I. O projeto é proprietário do sistema ou assinou um contrato de locação com duração mínima de 10 anos.
- II. O sistema está localizado na mesma área de serviço da instalação que utiliza a energia gerada.

Pelos dados levantados, observa-se que o empreendimento pertence a um sistema de compensação de energia (Figura 17), ou seja, o sistema é instalado em outra localidade e o excesso de energia gerado é distribuído entre as unidades consumidoras pertencentes ao mesmo proprietário.

Apesar de o empreendimento fazer uso de energia renovável, o requisito II, que estabelece a necessidade de o sistema estar localizado na mesma área de serviço da instalação que utiliza a energia gerada, não foi cumprido. Portanto, o edifício não pontuou neste crédito.

Figura 17 – Comprovante de participação em sistema de compensação de energia



Fonte: Companhia Paranaense de Energia (2023)

6.4.10 Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes

Para obter este crédito, é necessário que o empreendimento não utilize refrigerantes ou utilize apenas refrigerantes (naturais ou sintéticos) que possuam um potencial de destruição da camada de ozônio (*ozone depletion potential* - ODP) de 0 e um potencial de aquecimento global (*global warming potential* - GWP) inferior a 50. Ao cumprir esses critérios, é possível obter 1 ponto.

O sistema de refrigeração de ar-condicionado utilizado pelo edifício é o gás R-410A, com potencial de destruição da camada de ozônio igual a 0. No entanto, o potencial de aquecimento global desse gás é superior a 50, o que impede o empreendimento de receber pontuação neste crédito.

6.5 Materiais e Recursos

O objetivo da categoria Materiais e Recursos é fomentar a sustentabilidade e minimizar o impacto ambiental decorrente da construção e operação de edifícios. A categoria se concentra em incentivar a redução do consumo de materiais, a reutilização de materiais existentes e a seleção de materiais mais sustentáveis e saudáveis para o meio ambiente com baixas emissões de COV. Com essas finalidades, são estabelecidos os seguintes pré-requisitos e créditos, descritos nos itens 6.5.1 ao 6.5.6.

6.5.1 Armazenamento e Coleta de Recicláveis

O objetivo deste pré-requisito é estabelecer áreas designadas e acessíveis para transportadores de resíduos e ocupantes do edifício, a fim de coletar e armazenar materiais recicláveis em todo o edifício. Os materiais recicláveis incluem papel misto, papelão ondulado, vidro, plásticos e metais. Além disso, devem ser implementadas medidas adequadas para a coleta, armazenamento e descarte seguro de dois dos seguintes itens: pilhas, baterias e resíduos eletrônicos.

Dado que o empreendimento não possui local para descarte de eletrônicos e dispositivos químicos, o pré-requisito não é atendido.

6.5.2 Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício

O objetivo do crédito “Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício” é evidenciar a redução dos efeitos ambientais ao tomar decisões de projeto, seja por meio da reutilização de recursos existentes no edifício ou ao demonstrar uma redução no uso de materiais por meio da avaliação do ciclo de vida.

A avaliação do ciclo de vida de um edifício requer a utilização de softwares especializados, cuja instalação requer uma licença. Tanto os empreendedores como a universidade não detêm da licença necessária, o crédito correspondente não pode ser avaliado, resultando na atribuição de 0 pontos.

6.5.3 Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto

O crédito “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto” tem por objetivo promover o uso de produtos e materiais que possuam informações disponíveis sobre seu ciclo de vida e apresentem impactos ambientais, econômicos e sociais vantajosos ao longo desse ciclo, sendo possível obter 2 pontos.

Para alcançar esse objetivo, é necessário que o empreendimento utilize, de forma permanente, pelo menos 20 produtos diferentes provenientes de pelo menos cinco fabricantes distintos, que atendam a um dos critérios de divulgação listados.

- Declaração específica do produto - Produtos com avaliação do ciclo de vida publicamente disponível e criticamente revisada, em conformidade com a Norma ISO 14044, que tenham pelo menos um escopo de "berço ao portão" são avaliados como um quarto (1/4) de um produto para os fins do cálculo de obtenção do crédito.
- Declarações ambientais de produtos que estejam em conformidade com as Normas ISO 14025, 14040, 14044 e EN 15804 ou ISO 21930 e tenham pelo menos um escopo de berço ao portão.
- Programa aprovado pelo USGBC – Produtos que cumprem outras estruturas de declaração ambiental de produtos aprovadas pelo USGBC.

Não sendo possível identificar, na obra, 20 produtos que tenham declarações específicas do produto, declarações ambientais ou programas aprovados pelo USGBC, o crédito não pode ser contabilizado.

6.5.4 Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem e Matérias-primas

O crédito “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem e Matérias-primas” objetiva promover o uso de produtos e materiais que tenham informações disponíveis sobre seu ciclo de vida e apresentem impactos ambientais, econômicos e sociais vantajosos ao longo desse ciclo. Além disso, busca-se selecionar materiais extraídos ou adquiridos de maneira responsável. É possível obter até 2 pontos ao cumprir esses critérios.

Para isso, é necessário que o empreendimento utilize, no mínimo, 20 produtos diferentes instalados de forma permanente, provenientes de pelo menos cinco fabricantes distintos. Esses fabricantes devem ter divulgado publicamente um relatório sobre seus fornecedores de matérias-primas, que inclua informações sobre os locais de extração dessas matérias-primas. Além disso, os fabricantes devem demonstrar um compromisso de longo prazo com a utilização responsável dos recursos naturais, esforços para reduzir os impactos ambientais associados aos processos de extração e/ou fabricação, bem como um compromisso voluntário em cumprir normas ou programas relevantes que abordem critérios de aquisição responsável. Ao atender a esses critérios, é possível obter 1 ponto.

O outro ponto é obtido quando respeitado um dos critérios de extração responsável para pelo menos 25%, em termos de custo, do valor total de produtos

permanentes do edifício. Esses critérios são: responsabilidade estendida do produtor; materiais de base biológica; produtos de madeira; reuso de materiais; conteúdo reciclado; programa aprovado pelo USGBC.

Não sendo possível identificar, na obra, 20 produtos que comprovassem os critérios de extração e que tenham publicado relatório de seus fornecedores, o crédito não foi contabilizado.

6.5.5 Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material

A “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material” é considerado um critério que deve incentivar o uso de produtos e materiais que possuam informações disponíveis sobre seu ciclo de vida e que demonstrem ter impactos ambientais, econômicos e sociais vantajosos ao longo de seu ciclo de vida. Esses produtos devem ser comprovadamente capazes de minimizar o uso e a geração de substâncias perigosas, podendo obter até 2 pontos.

Para obter 1 ponto é necessário que o empreendimento use, pelo menos, 20 produtos diferentes instalados permanentemente, provenientes de pelo menos cinco fabricantes distintos que usem algum dos programas entre inventário do fabricante, declaração de saúde do produto, *cradle to cradle* (berço ao berço) ou programa aprovado pelo USGBC, que demonstre o inventário químico do produto.

Outro 1 ponto pode ser obtido usando produtos que documentem a otimização de ingredientes de seus materiais, representando pelo menos 25% do custo total dos produtos instalados permanentemente no projeto. Essa otimização deve ser comprovada por meio de programas reconhecidos, como o *Greenscreen* v1.2, a certificação *Cradle to Cradle* (Berço ao Berço), um caminho internacional alternativo para conformidade ou um programa aprovado pelo USGBC.

Outra possibilidade para obter 1 ponto é por meio da utilização de produtos de construção que representem, no mínimo, 25% do custo total dos produtos instalados de forma permanente no projeto. Esses produtos devem ser adquiridos de fabricantes que participam de programas rigorosos e comprovados de segurança, saúde, perigo e riscos. Além disso, é necessário que esses fabricantes documentem pelo menos 99% (em peso) dos ingredientes utilizados e realizem uma verificação individual de sua cadeia de fornecimento.

Não sendo possível identificar 20 produtos, utilizados na obra, que demonstrem o inventário químico, nem que possuam documentos que relatem a otimização de ingredientes e nem de fabricantes envolvidos em programas rígidos, o crédito não foi contabilizado.

6.5.6 Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição

Podendo alcançar 2 pontos, o crédito “Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição” tem o objetivo de reduzir os resíduos de construção e demolição que são descartados em aterros sanitários ou instalações de incineração. Para isso, o guia referencial possibilita três opções, sendo elas: reaproveitamento de 50% e 3 fluxos de material, reaproveitamento de 75% e 4 fluxos de material ou redução do material descartado gerando até 12,2kg de resíduos por metro quadrado.

O empreendimento possui contrato com uma empresa que realiza a retirada e destinação de resíduos de construção civil. Porém, os resíduos gerados não são separados em sua fonte geradora, ou seja, na própria obra, impossibilitando o reaproveitamento, como mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Vista aérea dos resíduos sólidos gerados na fase de construção do edifício



Fonte: Autoria própria (2023)

Também não foi contabilizado, desde o início da obra, a quantidade de resíduos retirado do local. Assim sendo, o crédito em questão recebeu pontuação 0.

6.6 Qualidade do Ambiente Interno

A categoria Qualidade do Ambiente Interno tem o objetivo de promover a saúde, a comodidade e o bem-estar dos residentes do edifício. A categoria se concentra em incentivar a adoção de práticas sustentáveis que melhorem a qualidade do ar interior, proporcionem um ambiente confortável e saudável com iluminação e acústica adequadas, e reduzam a exposição a substâncias químicas e materiais prejudiciais à saúde. Os pré-requisitos e créditos desta categoria estão apresentados na sequência.

6.6.1 Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior

O pré-requisito “Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior” tem o intuito de prover o conforto e bem-estar de todos os ocupantes do empreendimento, estabelecendo padrões mínimos de qualidade do ar interior, atendendo aos requisitos de ventilação e monitoramento.

Para espaços com ventilação mecânica e sistemas de ventilação de modo misto com a ventilação mecânica ativada, é necessário garantir um fluxo mínimo de admissão de ar externo para os sistemas de ventilação mecânica que atenda a Norma ASHRAE 62.1–2010 ou norma local equivalente, utilizando o método de taxa de ventilação.

Para espaços com ventilação natural e sistemas de ventilação misto quando a ventilação mecânica está desativada, é necessário atender aos requisitos mínimos de configuração de abertura de ar externo e espaço. Isso implica garantir a adequada abertura de entrada de ar externo e o espaço necessário para permitir a ventilação adequada e eficiente do ambiente segundo a Norma ASHRAE 62.1–2010 ou norma local equivalente, utilizando o método de ventilação natural.

Os espaços ventilados mecanicamente devem monitorar o fluxo de entrada de ar externo por: (i) Medidor de fluxo de ar externo direto com capacidade de medir o fluxo mínimo de entrada de ar externo ou (ii) Transdutor de corrente no ventilador

de abastecimento, uma chave de fluxo de ar ou um dispositivo de monitoramento semelhante.

Os espaços ventilados naturalmente devem monitorar o fluxo de entrada de ar externo por: (i) Medidor de fluxo de ar de exaustão direto capaz de medir o fluxo de ar de exaustão; (ii) Dispositivos de indicação automática em todas as aberturas para ventilação natural que visam atender aos requisitos mínimos de abertura; ou (iii) Medidores de concentrações de dióxido de carbono (CO₂) dentro de cada zona térmica.

O empreendimento em questão não dispõe de sistemas que monitorem o fluxo de admissão de ar externo dos espaços ventilados mecanicamente e naturalmente. Assim sendo, os requisitos exigidos pela Norma ASHRAE 62.1–2010 ou norma local equivalente não foram verificados, já que o empreendimento não realiza o monitoramento da qualidade do ar interior, conseqüentemente não atendeu ao pré-requisito em questão.

6.6.2 Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco

O objetivo deste pré-requisito é evitar ou minimizar a exposição de ocupantes, superfícies internas e sistemas de distribuição do ar de ventilação à fumaça ambiental do tabaco, estabelecendo medidas proibitivas de fumar dentro do edifício. Essa medida visa garantir um ambiente interno saudável e livre de fumaça, promovendo a saúde e o bem-estar de todos os indivíduos presentes no local.

No Brasil, segundo a Lei Federal nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011 (Lei Antifumo), é estabelecido normas para a proteção da saúde dos não fumantes e restringe o uso de cigarros, cigarrilhas, charutos, cachimbos ou qualquer outro produto fumígeno em locais de uso coletivo. Os estabelecimentos comerciais, caso haja desrespeito à norma, podem receber multas e terem sua licença de funcionamento suspensa ou cassada.

Pelo objeto de estudo se tratar de um empreendimento comercial, enquadra-se na lei federal citada acima, atendendo o pré-requisito.

6.6.3 Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior

Considerado um crédito que pode atingir até 2 pontos, “Estratégias de Qualidade do Ar Interior” tem o objetivo de promover o conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes, por meio da melhoria da qualidade do ar interior.

Neste item, para alcançar 1 ponto, deve-se cumprir 3 estratégias ou 6 estratégias para 2 pontos, dentre as 10 descritas abaixo.

- Estratégia 1: Instalar sistemas de entrada permanentes com pelo menos 3 metros de comprimento na direção principal de deslocamento para capturar sujeira e partículas que entram no prédio em entradas externas usadas regularmente;
- Estratégia 2: Esvaziar suficientemente cada espaço onde gases perigosos ou produtos químicos possam estar presentes ou usados (por exemplo, garagens, áreas de limpeza e lavanderia, salas de cópia e impressão);
- Estratégia 3: Cada sistema de ventilação que fornece ar externo para espaços ocupados deve ter filtros de partículas ou dispositivos de limpeza de ar;
- Estratégia 4: Cada sistema de ventilação que fornece ar recirculado para espaços ocupados deve ter filtros de partículas ou dispositivos de limpeza de ar;
- Estratégia 5: Aumentar as taxas de ventilação do ar externo da zona de respiração para 95% de todos os espaços ocupados em pelo menos 15% acima das taxas mínimas, conforme determinado no Pré-requisito: Qualidade Mínima do Ar Interno;
- Estratégia 6: Aumentar as taxas de ventilação do ar externo da zona de respiração para 95% de todos os espaços ocupados em pelo menos 30% acima das taxas mínimas, conforme determinado no Pré-requisito Qualidade Mínima do Ar Interno;
- Estratégia 7: 75% dos espaços regularmente ocupados devem possuir janelas operáveis que permitem o acesso ao ar exterior;
- Estratégia 8: Apresentar conformidade do sistema de ventilação natural projetado pela ASHRAE sob o Pré-requisito: Qualidade Mínima do Ar Interno;

- Estratégia 9: Monitorar as concentrações de CO₂ em todos os espaços densamente ocupados;
- Estratégia 10: Para espaços onde são prováveis contaminantes do ar, avaliar as fontes potenciais de contaminantes do ar adicionais, além do CO₂.

A avaliação do empreendimento em estudo, permitiu concluir que o mesmo cumpre as estratégias 3 e 4, devido à existência de filtros nos sistemas de condicionamento de ar e exaustão. Além disso, atende à estratégia 7, uma vez que todas as áreas ocupadas possuem janelas operáveis, permitindo a entrada de ar externo. Assim sendo, o edifício recebeu 1 ponto para este crédito.

6.6.4 Materiais de Baixa Emissão

“Materiais de Baixa Emissão” é um crédito que tem por propósito reduzir as concentrações de substâncias químicas poluentes que possam afetar negativamente a qualidade do ar e o meio ambiente, protegendo a saúde, a produtividade e o conforto dos instaladores e ocupantes do edifício. A pontuação deste item é alcançada ao utilizar materiais, no interior do edifício, que atendam aos parâmetros de baixa emissão listados abaixo.

- Tintas e Revestimentos: Pelo menos 75% de todas as tintas e revestimentos, por volume ou área de superfície, atendem à avaliação de emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC);
- Adesivos e selantes: Pelo menos 75% de todos os adesivos e selantes, por volume ou área de superfície, atendem à avaliação de emissões de VOC;
- Pisos: Pelo menos 90% de todo o piso, por custo ou área de superfície, atende à avaliação de emissões de VOC;
- Painéis de parede: Pelo menos 75% de todos os painéis de parede, por custo ou área de superfície, atendem à avaliação de emissões de VOC;
- Tetos: Pelo menos 90% de todos os tetos, por custo ou área de superfície, atendem à avaliação de emissões de VOC;
- Isolamento: Pelo menos 75% de todo o isolamento, por custo ou área de superfície, atende à avaliação de emissões de VOC;

- Mobiliário: Pelo menos 75% de todos os móveis no escopo de trabalho do projeto, por custo, atendem à avaliação de emissões de móveis;
- Madeira Composta: Pelo menos 75% de toda a madeira composta, por custo ou área de superfície, atende aos critérios de avaliação de emissões de formaldeído.

Os pontos são atribuídos de acordo com a Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Pontuação atribuída para materiais de baixa emissão

REQUISITO	PONTUAÇÃO
Duas categorias de produtos	1 ponto
Três categorias de produtos	2 pontos
Quatro categorias de produtos	3 pontos
Cinco categorias de produtos	3 pontos + desempenho exemplar
90% em pelo menos três categorias de produtos	Desempenho exemplar ou 1 ponto adicional se 2 pontos forem alcançados

Fonte: United States Green Building Council (2023).

São considerados fontes intrinsecamente não emissoras de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) materiais como pedra, cerâmica, metais revestidos a pó, metal chapeado ou anodizado, vidro, concreto, tijolo de barro e madeira maciça sem acabamento ou tratamento. Considerando que a estrutura da edificação é feita de concreto armado, com paredes de alvenaria e pisos cerâmicos, a edificação atende às categorias de pisos e tetos. Por atender duas categorias, 1 ponto foi atingido para este crédito.

6.6.5 Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção

Podendo obter 1 ponto, o crédito “Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção” tem o objetivo de garantir que a qualidade do ar interno do edifício atenda ou exceda os padrões para condições de vida e trabalho saudáveis e seguras. Ao implementar medidas para gerenciar a qualidade do ar interior durante a fase de construção e pré-ocupação, os riscos potenciais à saúde associados aos materiais e equipamentos de construção podem ser minimizados, resultando em um ambiente

mais saudável para os trabalhadores. Também é necessário a proibição do uso de produtos derivados de tabaco dentro do edifício e em uma distância inferior a 7,5 metros da entrada durante o período de construção.

Ao observar a Figura 19, é possível notar aberturas consideráveis para a circulação e renovação de ar em toda a área de trabalho, permitindo assim, que se mantenha a qualidade até a fase de acabamentos internos.

Figura 19 – Vista lateral do edifício em estudo



Fonte: Google Earth Pro (2023).

Já na fase de acabamento, as atividades que comprometem a qualidade do ar interno são pintura e gesso, e para isso os trabalhadores utilizavam máscaras durante a realização da atividade e após, realizavam a limpeza do local. Quando perguntado aos trabalhadores sobre o local de fumo, foi informado que desciam ao térreo na área livre destinada ao estacionamento. Com isso, o crédito atende as especificações mencionadas no guia referencial, obtendo 1 ponto.

6.6.6 Avaliação da Qualidade do Ar Interior

O objetivo deste crédito é proporcionar um ambiente interno de melhor qualidade no edifício durante e após a sua construção. Para alcançar esse objetivo, é necessário selecionar uma das duas opções mencionadas no guia de referência, podendo obter 2 pontos. Essa opção deve ser implementada após a conclusão da construção e a limpeza completa do edifício, incluindo todos os elementos de

acabamento internos, como trabalhos em madeira, portas, tintas, carpetes, pisos com revestimento acústico e móveis acessórios, como estações de trabalho e divisórias.

Como o empreendimento ainda está em fase de acabamento, com previsão para finalização em julho de 2023, não foi possível obter indicadores para cálculo da qualidade do ar interior e, portanto, o crédito não recebeu pontuação.

6.6.7 Conforto Térmico

Este crédito tem por objetivo garantir a qualidade do conforto térmico, visando promover a produtividade, o conforto e o bem-estar dos ocupantes, podendo obter 1 ponto. Para atingir essa meta, é necessário que o projeto cumpra com os critérios de conforto térmico definidos pela Norma ASHRAE 55-2010 ou por norma equivalente local. Além disso, é necessário disponibilizar o controle individual de conforto térmico para, no mínimo, 50% dos espaços individuais ocupados.

Conforme a ABNT NBR 16401-2:2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), que trata das Instalações de Ar-Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários - Parâmetros de Conforto Térmico, os parâmetros de conforto para grupos homogêneos de pessoas em atividade sedentária ou leve e utilizando roupa típica da estação, no verão, estão entre 22,5°C e 25,5°C, enquanto que no inverno estão entre 21,0°C e 23,5°C. Portanto, as temperaturas dos aparelhos de ar-condicionado instalados no empreendimento são possíveis de serem ajustados dentro dos limites mínimos e máximos estabelecidos pela norma.

Com relação ao controle individual, todos os espaços ocupáveis do empreendimento possui seu próprio sistema de ar condicionado exclusivo, com opção de aquecimento e refrigeração, além de janelas com aberturas individuais para melhorar o conforto térmico dos ocupantes. Posto isso, o crédito recebe pontuação 1 por atender aos requisitos exigidos.

6.6.8 Iluminação Interna

O objetivo deste crédito é promover a produtividade, o conforto e o bem-estar dos ocupantes fornecendo iluminação de alta qualidade. Para isso, é possível obter 1 ponto tendo o controle de iluminação individual, com pelo menos três níveis ou

cenários de iluminação (ligada, desligada, média) e/ou obter 1 ponto, atendendo 4 tópicos, de um total de 8 disponíveis no guia referencial crédito “Iluminação Interna”.

Embora não haja controle de iluminação com 3 níveis no empreendimento, foi possível verificar 4 créditos atendidos por meio da ficha técnica do painel pop quadrado de material plástico e potencial 24W (watt), disponível no site da marca Avant, o qual foi instalado em toda a área ocupada, sendo eles:

- I. Para todos os espaços regularmente ocupados, use luminárias com luminância inferior a 2.500 cd/m².
- II. Para todo o projeto, use fontes de luz com CRI de 80 ou superior.
- III. Para pelo menos 75% da carga total de iluminação conectada, use fontes de luz que tenham uma vida nominal de pelo menos 24.000 horas.
- IV. Use iluminação suspensa apenas para 25% ou menos da carga total de iluminação conectada para todos os espaços ocupados regularmente.

Posto isso, o edifício marcou 1 ponto para este critério da norma.

6.6.9 Luz Natural

Com o intuito de promover a conexão dos ocupantes do edifício com o ambiente externo, reforçar os ritmos circadianos e reduzir a dependência da iluminação elétrica, introduzindo luz natural no espaço, este crédito possibilita a obtenção de 3 pontos, por meio da medição dos níveis de luminância para a área de piso que deve estar entre 300 lux e 3000 lux.

Utilizando um equipamento para medição de lux, o luxímetro, disponível no laboratório de física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, foi possível calibrar o aplicativo Light Meter, versão avaliação, disponível na AppStore como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Calibragem do aplicativo utilizado para medir lux



Fonte: Autoria própria (2023)

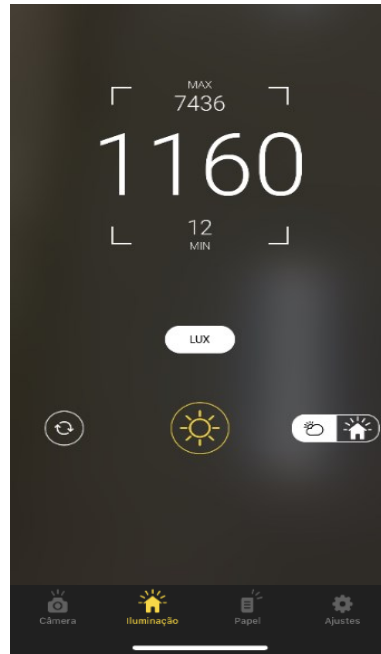
O erro relativo foi calculado utilizando a Equação 4, abaixo.

$$ER = \frac{Va - Ve}{Ve} \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

Onde ER corresponde ao erro relativo a calcular; Va ao valor aproximado de 464 e Ve ao valor exato de 506, chega-se ao erro de 8,3%. A partir disso, foi medido a luminância natural de todos os ambientes chegando a uma variação de 1160 lux para ambientes com menores valores de incidência de luz natural, como mostrado na Figura 21, e 1488 lux para ambientes com maiores valores.

Ao calcular o erro relativo dos valores de luminância dos ambientes, verificou-se que o menor valor encontrado chegou a 1063 para menos e 1257 para mais. Já o maior valor encontrado chegou a 1364 para menos e 1611 para mais. Assim sendo, todos os ambientes permanecem no intervalo de 300 lux e 3.000 luxes exigidos para obtenção do crédito, recebendo 3 pontos.

Figura 21 – Resultado da medição de luminância natural de ambientes internos



Fonte: Autoria própria (2023).

6.6.10 Vistas de Qualidade

O crédito denominado “Vistas de Qualidade”, estabelece uma linha de visão direta para a área externa, garantindo que 75% da área de piso regularmente ocupada seja equipada com janelas ou vidraças. Dentro dessa área, é necessário que pelo menos dois dos quatro tipos de vista a seguir sejam contemplados:

- I. Múltiplas linhas de visada para vidraças em diferentes direções, separadas por no mínimo 90 graus;
- II. Vistas que incluem pelo menos dois dos seguintes: (1) flora, fauna ou céu; (2) movimento; e (3) objetos a pelo menos 7,5 metros do exterior da vidraça;
- III. Vistas desobstruídas localizadas a uma distância inferior a três vezes a altura das vidraças;
- IV. Vistas com um fator de visão de 3 ou mais.

Pode-se concluir, observando a Figura 22, que é atingido o tipo II que inclui vista para flora, céu e para área de movimento, onde pessoas e automóveis circulam. Também atinge o tópico III, com vistas desobstruídas localizadas a menos de 36m, sendo 3 vezes a altura das vidraças.

Figura 22 – Vista da área externa ao edifício



Fonte: Autoria própria (2023).

Sendo todo o empreendimento composto por salas comerciais e todas com vista para o ambiente externo que permite visualizar o céu, a circulação de pessoas, a flora local, como demonstrado pela Figura 22, conclui-se que mais de 75% de área de piso ocupada atinge os dois tipos de vistas mencionados anteriormente, alcançando 1 ponto do total de 1 possível para este crédito.

6.6.11 Desempenho Acústico

O objetivo deste crédito é garantir a disponibilidade de espaços de trabalho que favoreçam o bem-estar, a produtividade e as comunicações dos ocupantes, por meio de um projeto acústico eficiente, cuja pontuação máxima é de 1 ponto. Para isso, é necessário que se cumpra os critérios de níveis de ruído estabelecidos por norma local. Por falta de decibelímetro, equipamento específico que afere sons em ambientes internos, o crédito em questão não foi analisado, logo, sua pontuação foi zero.

6.7 Inovação

A categoria Inovação tem o propósito de incentivar e reconhecer a adoção de práticas e soluções sustentáveis inovadoras, que vão além dos requisitos mínimos exigidos pelo sistema LEED.

6.7.1 Inovação

Para o crédito "Inovação", as equipes de projeto têm a oportunidade de utilizar uma combinação de estratégias de inovação, créditos piloto e desempenho exemplar. No caso da inovação, é possível obter 1 ponto ao alcançar um desempenho ambiental mensurável e significativo, utilizando uma estratégia não abordada no sistema de avaliação LEED. Para o crédito piloto, é possível obter 1 ponto ao atender a um crédito piloto disponível na Biblioteca de créditos piloto do LEED, disponível no site da USGBC. E, desempenho exemplar é possível obter até 3 pontos, alcançando o dobro dos requisitos de um pré-requisito ou crédito LEED.

A estratégia de utilização de sistemas construtivos não convencionais como o *drywall*, não coberto pelo sistema de avaliação, proporciona um menor consumo de recursos naturais, menor emissão de gases de efeito estufa, fácil reciclagem e redução do desperdício de água. Sistema esse, utilizado em duas salas do empreendimento para repartições internas.

Além disso, um dos créditos piloto disponíveis no site e aplicável ao empreendimento é a Gestão Sustentável de Águas Residuais, que tem o intuito de aumentar a eficiência da reutilização de águas residuais, incentivando a reutilização, redução ou recuperação de água não potáveis. Como mencionado no crédito Gestão de Águas Pluviais, no item 6.2.5, o empreendimento possui um reservatório de reuso, com capacidade de 25.000 litros, para captar água residual de fonte não potável, para finalidade de irrigação do paisagismo externo, descarga dos vasos sanitários e lavagem das calçadas.

Atendendo a estratégia não coberta pelo sistema de utilização e o crédito piloto, soma-se ao todo 2 pontos para o item Inovação. No entanto, o empreendimento não atendeu aos requisitos para desempenho exemplar.

6.7.2 Profissional Acreditado LEED

Este crédito tem por finalidade incentivar a integração da equipe necessária em um projeto LEED e facilitar o processo de inscrição e certificação. Para atingir esse objetivo, é necessário que pelo menos um membro da equipe de projeto seja um Profissional Acreditado LEED (*LEED Accredited Professional - AP*) com especialização adequada para o projeto. No entanto, a equipe de projeto do empreendimento em questão não possui um profissional especializado em LEED, o que resulta em 0 pontos para este crédito.

6.8 Prioridade Regional

O objetivo do crédito, definido como “Prioridade Regional”, é fornecer um estímulo para a obtenção de créditos que abordem prioridades ambientais, sociais e de saúde pública específicas para uma determinada região geográfica. Essas prioridades foram identificadas pelos conselhos regionais do USGBC como sendo de importância adicional para a localidade do projeto. Um banco de dados contendo os créditos de Prioridade Regional e sua aplicabilidade geográfica está disponível no site do USGBC. A pontuação máxima obtida para esta categoria é de 4 pontos.

Acessando o site do USGBC e verificando os créditos disponíveis para o código de endereçamento postal (CEP) do empreendimento, mencionado no tópico 5, verifica-se que foram definidos pela equipe local do GBC Brasil, como créditos de prioridade regional os créditos mencionados no Quadro 3.

Quadro 3 – Créditos de prioridade regional

CRÉDITO	PONTOS POSSÍVEIS	LIMITE MÍNIMO
Produção de Energia Renovável	3	2
Desenvolvimento do Terreno – Proteger ou Restaurar o Habitat	2	2
Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2	1
Luz Natural	3	2
Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	2	2
Gestão de Águas Pluviais	3	2

Fonte: Autoria própria

Os créditos que são prioridades da região do empreendimento e que foram atendidos ao longo do trabalho, estão descritos na sequência.

No tópico 6.2 deste trabalho, foi constatado que o crédito Gestão de Águas Pluviais alcançou 3 pontos, cumprindo o objetivo do crédito Prioridade Regional e obtendo 1 ponto neste último.

Foi verificado no tópico 6.6 deste trabalho, que o crédito Luz Natural alcançou 3 pontos, cumprindo o objetivo do Crédito: Prioridade Regional e obtendo 1 ponto neste último.

Foi verificado no tópico 6.6 deste trabalho, que o crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior alcançou 1 ponto, cumprindo o objetivo do crédito Prioridade Regional e obtendo 1 ponto neste último.

Dentre os créditos que são prioridade regional para o empreendimento, não foi alcançado o último ponto possível desta categoria, visto que os créditos Produção de Energia Renovável, Desenvolvimento do Terreno – Proteger ou Restaurar o Habitat e Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material não atingiram o limite mínimo de pontos.

6.9 Processo Integrado

Processo Integrado é um crédito independente das oito categorias principais do sistema de certificação LEED. Ele tem como objetivo fornecer suporte aos resultados de projetos de alto desempenho econômico por meio de uma análise prévia das interações entre os sistemas. Para alcançar este objetivo, o crédito oferece a possibilidade de obtenção de 1 ponto no sistema de certificação.

Para obter este ponto é necessário, desde o pré-projeto até as outras fases do projeto, identificar e utilizar as oportunidades de sinergias entre os sistemas de construção de energia e água.

Para o sistema de energia, é necessário realizar uma análise preliminar de modelagem de energia antes da conclusão do projeto, bem como documentar as decisões relacionadas ao projeto e à forma de construção. Para o sistema de água, é preciso realizar uma análise preliminar do orçamento hidráulico antes da conclusão do projeto esquemático, explorando maneiras de reduzir as demandas de água potável no edifício, e documentar as decisões baseadas nessa análise.

Dessa forma, não foi estabelecido análises de sistemas de energia e água e decisões documentadas para o edifício em análise. Assim sendo, o crédito não foi pontuado.

6.10 Pontuação obtida

A partir da análise dos créditos e pré-requisitos, descritos nos itens 6.1 á 6.9, foi possível preencher o *checklist* disponibilizado pela certificadora, conforme a Figura 23.

Os pré-requisitos são indicados com as letras "N" e "S" para "Não Atendido" e "Atendido", respectivamente. Os créditos são preenchidos na coluna verde quando alcançam o total de pontos possíveis, na coluna amarela quando são atingidos parcialmente e na coluna bege quando não são atingidos.

Totalizando 28 pontos, o empreendimento obteve 0 ponto no Processo Integrado, 6 pontos na categoria Localização e Transporte, 6 pontos em Terrenos Sustentáveis, 2 pontos em Eficiência Hídrica, 0 ponto em Energia e Atmosfera, 0 ponto em Materiais e Recursos, 9 pontos em Qualidade do Ambiente Interno, 2 pontos em Inovação e 3 pontos em Prioridade Regional.

Figura 23 – Checklist LEED v4.1 para BD+C: Novas Construções e Grandes Reformas



LEED v4.1 para BD+C: Nova Construção e Grandes Reformas (LEED v4.1 for BD+C: New Construction and Major Renovation)

Lista de verificação do projeto

Nome do projeto:

Data: 2023

S	?	N			
			0	Crédito	Processo Integrado 1
2	4	0	0	Localização e Transporte	16
			0	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros) 16
			1	Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis 1
			0	Crédito	Local de Alta Prioridade 2
			4	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos 5
			0	Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade 5
			1	Crédito	Instalações para Bicicletas 1
			0	Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento 1
			0	Crédito	Veículos Verdes 1
6	0	0	0	Terrenos Sustentáveis	10
			N	Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção Obrigatório
			1	Crédito	Avaliação do Terreno 1
			0	Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar H: 2
			0	Crédito	Espaço Aberto 1
			3	Crédito	Gestão de Águas Pluviais 3
			2	Crédito	Redução de Ilhas de Calor 2
			0	Crédito	Redução da Poluição Luminosa 1
2	0	0	0	Eficiência Hídrica	11
			S	Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior Obrigatório
			N	Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior Obrigatório
			S	Pré-req	Medição de Água do Edifício Obrigatório
			2	Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior 2
			0	Crédito	Redução do Uso de Água do Interior 6
			0	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento 2
			0	Crédito	Medição de Água 1
0	0	0	0	Energia e Atmosfera	33
			N	Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação Obrigatório
			N	Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia Obrigatório
			S	Pré-req	Medição de Energia do Edifício Obrigatório
			S	Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes Obrigatório
			0	Crédito	Comissionamento Avançado 6
			0	Crédito	Otimizar Desempenho Energético 18
			0	Crédito	Medição de Energia Avançada 1
			0	Crédito	Resposta à Demanda 2
			0	Crédito	Produção de Energia Renovável 5
			0	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes 1
0	0	0	0	Materiais e Recursos	13
			N	Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis Obrigatório
			0	Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício 5
			0	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto 2
			0	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas 2
			0	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material 2
			0	Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição 2
6	3	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	16
			N	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior Obrigatório
			S	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco Obrigatório
			1	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior 2
			1	Crédito	Materiais de Baixa Emissão 3
			1	Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção 1
			0	Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior 2
			1	Crédito	Conforto Térmico 1
			1	Crédito	Iluminação Interna 2
			3	Crédito	Luz Natural 3
			1	Crédito	Vistas de Qualidade 1
			0	Crédito	Desempenho Acústico 1
0	2	0	0	Inovação	6
			2	Crédito	Inovação 5
			0	Crédito	Profissional Acreditado LEED 1
3	0	0	0	Prioridade Regional	4
			1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico 1
			1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico 1
			1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico 1
			0	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico 1
19	9	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 110
			28		Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: 80 a 110

S= sim (atendido)
N= não (não atendido)

Fonte: Adaptado de *United States Green Building Council (2023)*

Conforme a Tabela 7, observa-se a porcentagem referente ao total de pontos possíveis de cada categoria.

Tabela 7 – Pontos obtidos por cada categoria

Categoria	Pontos possíveis	Pontos obtidos	% atingida
Localização e Transporte	16	6	38%
Terrenos Sustentáveis	10	6	60%
Eficiência Hídrica	11	2	18%
Energia e Atmosfera	33	0	0%
Materiais e Recursos	13	0	0%
Qualidade do Ambiente Interno	16	9	56%
Inovação	6	2	33%
Prioridade Regional	4	3	75%

Fonte: Autoria própria (2023)

A categoria Prioridade Regional apresentou a maior porcentagem alcançada em comparação com as outras categorias analisadas, sendo 75%, seguida por Terrenos Sustentáveis com 60%. Por outro lado, Energia e Atmosfera e Materiais e Recursos obtiveram uma porcentagem igual 0. Dentre 11 pré-requisitos listados na certificação, apenas 5 foram cumpridos, sendo eles, Redução do Uso de Água do Exterior, Medição de Água do Edifício, Medição de Energia do Edifício, Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes e Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fundamental que as pessoas se conscientizem da importância da sustentabilidade para preservar o meio ambiente e garantir um futuro mais equilibrado para as próximas gerações. Dessa forma, o trabalho teve o propósito de avaliar o potencial de construção verde para o edifício comercial segundo os parâmetros da certificação LEED BD+C.

Inicialmente, foi verificado por meio de materiais disponibilizados pela empresa certificadora, os fatores analisados para atender os créditos e pré-requisitos da certificação. Com os projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos e com material de visita *in loco*, constatou-se que o empreendimento obteve um total de 28 pontos. No entanto, pelo fato de a mesma não atender a diversos pré-requisitos e não obter a pontuação mínima, que é de 40 pontos para certificação a mesma não poderia ser certificada.

Á vista disso, fica notório que o setor da construção civil necessita avançar em práticas sustentáveis no âmbito eficiência energética, com a utilização de sistemas de iluminação e climatização eficientes, renováveis e que minimizem a utilização de energia e no âmbito de materiais sustentáveis, incentivando o uso de materiais certificados, reciclados e com informações disponíveis, que apresentem vantagens ambientais, econômicas e sociais, ao longo do ciclo de vida.

Diante disso, é importante que haja um esforço conjunto de governos, empresas e sociedade civil para promover maior sustentabilidade na construção civil e contribuir para um futuro mais verde e resiliente. Os governos devem criar políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis na construção civil, estabeleçam metas e padrões ambientais e criem condições favoráveis para o uso de tecnologias mais limpas e eficientes. As empresas, por sua vez, devem assumir um papel de liderança na implementação de práticas sustentáveis, utilizando tecnologias e materiais mais limpos e eficientes e promovendo a educação ambiental entre seus funcionários e clientes. Por fim, a sociedade civil tem um papel fundamental na demanda por práticas mais sustentáveis, exigindo a adoção de práticas mais responsáveis e apoiando iniciativas e projetos que promovam a sustentabilidade.

Algumas dificuldades encontradas na realização deste trabalho se relacionam com o fato de que os projetos analisados não possuíam especificações técnicas adequadas e detalhadas, como por exemplo a definição das luminárias utilizadas no

exterior do edifício, as quais foram deixadas para serem decididas no momento da execução. Isso impossibilitou a avaliação do crédito “Redução de Poluição Luminosa” que dependia dos requisitos de iluminação para cima e níveis de transgressão de luz.

Além disso, foram encontradas dificuldades com os materiais fornecidos pela certificadora, que se baseia em normas norte-americanas que nem sempre têm normas locais correlatas.

Para futuros trabalhos, sugere-se a elaboração de uma proposta de adequação da edificação, a fim de atender os créditos e pré-requisitos que não foram deferidos e verificar o custo financeiro que traria ao orçamento final da obra.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-2**: instalações de ar-condicionado - sistemas centrais e unitários - parte 2: parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 23 mar. 2023.

BARROS, A. D. M. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processos AQUA) no Brasil**: Motivações, Benefícios e Dificuldades. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BENITTEZ, L. H; *et al.* Capacidade de infiltração de piso intertravado em pátios de estacionamento. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/488>. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2015.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Agenda 2030**. [Brasília]: [STF], 2020. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030/index.html>. Acesso em: 07 fev. 2023.

BRASIL. Nações Unidas. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [Brasília]:[ONU-Brasil], 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 07 fev. 2023

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Eliminação de CFCs – PNC**. [Brasília]: [MMA], [s.d]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/acoes-brasileiras-para-protecao-da-camada-de-ozonio/plano-nacional-de-elimina%C3%A7%C3%A3o-de-cfcs-pnc>. Acesso em: 19 març. 2023

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construções verdes: os desafios e vantagens das construções sustentáveis**. 2022. *E-book*. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/05/v6ebook-construcoes-verdes-cbic-ifc-senai-edge3-1.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos**. 4 mar. 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

CAMPO MOURÃO. **Lei complementar nº 54, de 17 de setembro de 2019**. Dispõe sobre o perímetro urbano de Campo Mourão. Campo Mourão: Câmara Municipal, [2019]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CAMPO MOURÃO. **Lei complementar nº 62, de 03 de abril de 2020**. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano e rural do município de Campo Mourão e dá outras providências. Campo Mourão: Câmara Municipal, [2022]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/0>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Sobre a Rio+20**. 2012. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html. Acesso em: 30 jan. 2023.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Rio+20 como chegamos até aqui**. [S. l.], 2012. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html. Acesso em: 30 jan. 2023.

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.

COSTA, L. N. R. **Sustentabilidade segundo o triple bottom line**: um estudo de caso em uma empresa do setor de energia elétrica. 2019. Monografia (Graduação em Administração), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL *GREEN BUILDING* BRASIL, 2022, Remoto. **GBC em ação**: operação de edificações. 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/gbc-em-acao-operacao-de-edificacoes/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

COORDENADORIA ESTADUAL DA DEFESA CIVIL. **Áreas de risco de desastres no Paraná**. Curitiba, 2011. Disponível em: <https://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Areas-de-risco-de-desastres-no-Parana-0>. Acesso em: 03 març. 2023

CUNHA, J. R.; SILVA, T. C. **Sistemas de certificação como instrumentos norteadores da sustentabilidade ambiental na construção civil**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

DOCOL. **Banheiro**: meu banheiro. 2020. Disponível em: <https://www.docol.com.br/01021506-valvula-de-descarga-1-1-2-com-acabamento-classica-salvagua-p989038>. Acesso em: 14 abril. 2023.

ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.

FENKER, E. A.; DIEHL, C. A.; ALVES, T. W.; KALINOWSKI, C. **Gestão ambiental**: incentivos, riscos e custos. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Seja Bem-Vindo ao GBC Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/> . Acesso em: 15 jan. 2023

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Leadership in energy and environmental design**. 2023. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/> . Acesso em: 15 jan. 2023

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Leadership in energy and environmental design. Sobre nós**. 2023. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/sobre-nos/>. Acesso em: 15 jan. 2023

GUELBERT, T. F. **Estratégias de marketing para agroindústrias familiares**. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/123190>. Acesso em: 06 fev. 2023

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Sistema de informações hidrológicas**. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasAnuaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>. Acesso em: 23 març. 2023

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

LARSON, C. D. **Your Forces and How to Use Them**. Chicago, 1910.

LICCO, E. A. **Edifícios verdes: um caminho na busca da sustentabilidade**. In: II WORKSHOP GESTÃO INTEGRADA: RISCO E SUSTENTABILIDADE, 2006, São Paulo.

LORENZETTI, D. H.; CRUZ, R. M.; RICIOLI, S. Estratégia empresarial e sustentabilidade: um modelo integrador. UNIFIEO - **Revista da Pós-Graduação**, v. 2, n. 3, 2008. Osasco, SP. Disponível em: <http://intranet.unifieo.br/legado/edifio/index.php/posgraduacao/article/viewFile/218/291>. Acesso em: 06 fev. 2023.

MINGRONE, R. C. C. **Sustentabilidade na construção civil**: Análise comparativa dos conceitos empregados em obras segundo as certificações AQUA_HQE e LEED. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

NUNES, M. F. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. **Revista Internacional de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 01, p.27-46, jan-jun. 2018

OLIVEIRA, R.; SOUZA, M.; PAES, D. C. A. S.; RODRÍGUEZ, T. D. M. Política e desenvolvimento na Amazônia legal: análise de indicadores usando o barômetro de

sustentabilidade. **AOS - Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**. [s. l.] v. 8, n.2, p. 27-44, jul/dez. 2019.

OLIVEIRA, J. C., FARIA, A. C. Impacto econômico da construção sustentável: a reforma do Estádio do Mineirão. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.AO06>. Acesso em: 04 fev. 2023.

OTOBO, A. O.; SANTANA, A. C.; COSTA, C. F. Índice de responsabilidade socioambiental empresarial no distrito administrativo de Icoaraci (Daico), Belém – Pará. **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional**, Taubaté, v.12, n. 1, p. 287-310, jan.- abril 2016. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2131/504>. Acesso em: 23 out. 2022

PINHEIRO, M. D. Construção Sustentável: Mito ou Realidade?. *In*: Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, 7. 2003, Lisboa-PT. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://enssus2016.paginas.ufsc.br/files/2016/04/ANAIS-ENSUS-COMPLETO-2016-372-380.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2023

PROJETO A. **Projeto Arquitetônico**: prancha 01/07. Campo Mourão, 2022.

PROJETO B. **Projeto hidrossanitário**: prancha 01/05. Campo Mourão, 2022.

PROJETO C. **Projeto elétrico**: prancha 01/04. Campo Mourão, 2022.

PROJETO D. **Renderização**. Campo Mourão, 2022.

RICHETTI, N. **Estudo à aplicação do selo LEED O+M no terminal aeroportuário Lauro Carneiro de Loyla**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/188171>. Acesso em: 29 maio 2022.

ROCHA, R. K. **Certificação LEED de edificações**: Aspectos relacionados a materiais e recursos. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

RODRIGUES, L. S. **Certificação ambiental na construção civil**: sistemas LEED e AQUA. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, V.G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios**: estado atual e discussão metodológica. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável (Projeto Finep 2386/04). Universidade de Campinas, São Paulo, 2007.

SUSTENTÁVEL. **DICIO**, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/sustentavel/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

ULTRAMARI, C. **A respeito do conceito de sustentabilidade**. In: CONCURSO DE MONOGRAFIAS PREMIADAS, 4. Curitiba: Ipardes/IEL-PR, 2003, p. 2-22.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2020. **2020 global status report for buildings and construction**. 2020. Disponível em: <https://globalabc.org/news/launched-2020-global-status-report-buildings-and-construction>. Acesso em: 19 out. 2022.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **Green building for everyone within a generation**. 2022. Disponível em: <https://www.usgbc.org/about/mission-vision>. Acesso em: 5 jun. 2022.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1**. 2023. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed/v41>. Acesso em: 10 jan. 2023.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED certification fees**. 2023. Disponível em: <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/fees#bdc>. Acesso em: 7 fev. 2023.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED rating system**. 2022. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed>. Acesso em: 24 fev. 2023.

VALENTE, J. P. **Certificações na construção civil**: comparativo entre LEED e HQE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

WANICK, T.; KAWAKAMI, N.; CASADO, M.; FUJIHARA, M. C. **Guia para sua Obra mais Verde**: Guia prático sobre Construções Sustentáveis nas cidades. Coordenação Editorial: Assessoria de Comunicação Social. São Paulo, 2009.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.

APÊNDICE A – Densidade de Potência de Iluminação

Quadro 4 – Cálculo de Densidade de Potência de Iluminação (DPI)

AMBIENTE	ÁREA (m ²)	Quantidade de pontos 24W	DPI
PAV. TÉRREO + MEZANINO			
SALA 01	96,74	16	4,0
SALA 02	95,58	15	3,8
SALA 03	97,86	16	3,9
SALA 04	91,48	17	4,5
SALA 05	79,92	16	4,8
SALA 06	201,82	32	3,8
SALA 07	63,46	8	3,0
SALA 08	90,7	15	4,0
SALA 09	63,28	18	6,8
HALL	50,42	7	3,3
1º PAVIMENTO			
SALA 101	103,53	10	2,3
SALA 102	90,79	8	2,1
SALA 103	91,18	8	2,1
SALA 104	87,07	8	2,2
SALA 105	85,67	8	2,2
SALA 106	83,23	9	2,6
SALA 107	105,12	11	2,5
SALA 108	54,64	8	3,5
SALA 109	41,14	6	3,5
SALA 110	35,16	6	4,1
SALA 111	69,01	10	3,5
CORREDOR	160,1	22	3,3
2º PAVIMENTO			
SALA 201	103,53	10	2,3
SALA 202	90,79	8	2,1
SALA 203	91,18	8	2,1
SALA 204	87,07	8	2,2
SALA 205	85,58	8	2,2
SALA 206	77,51	9	2,8
SALA 207	102,19	13	3,1

Quadro 4: Cálculo de Densidade de Potência de Iluminação (DPI)**(conclusão)**

AMBIENTE	ÁREA (m ²)	Quantidade de pontos 24W	DPI
2º PAVIMENTO			
SALA 208	56,1	8	3,4
SALA 209	41,14	6	3,5
SALA 210	35,16	6	4,1
SALA 211	69,01	10	3,5
CORREDOR	149,25	23	3,7

Fonte: Autoria própria (2023).