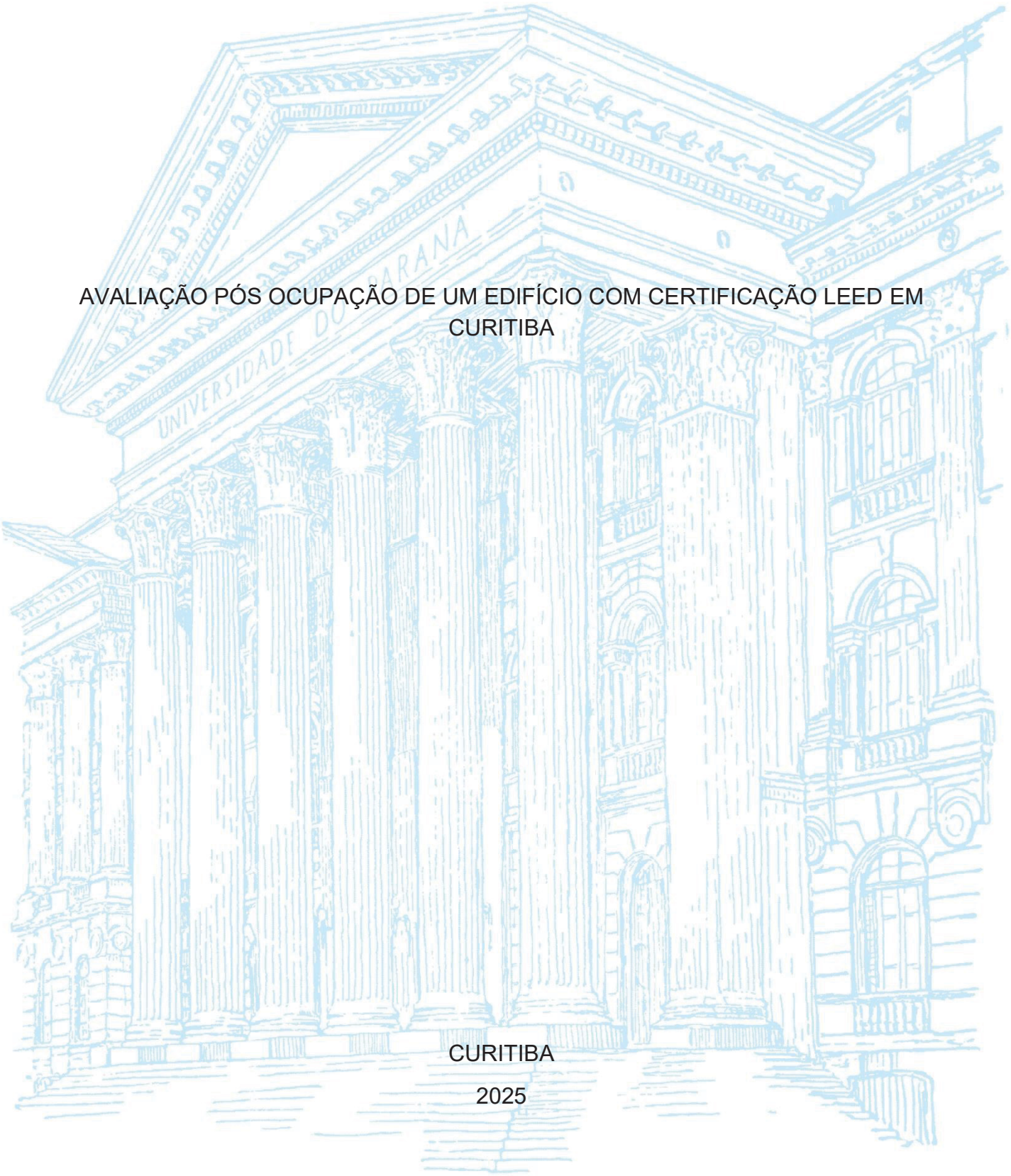
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KÁTIA CAROLINA HUNHOFF BOTELHO



AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED EM CURITIBA

CURITIBA

2025

KÁTIA CAROLINA HUNHOFF BOTELHO

AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED EM CURITIBA

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Engenharia Civil, Área de Concentração em Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Botelho, Katia Carolina Hunhoff
Avaliação pós ocupação de um edifício com certificação leed em Curitiba / Katia Carolina Hunhoff Botelho. – Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil.

Orientador: Sérgio Fernando Tavares

1. Sustentabilidade. 2. Água – Consumo. 3. Edifícios. 4. Energia elétrica – Conservação. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil. III. Tavares, Sérgio Fernando. IV. Título.

Bibliotecário: Douglas Lenon da Silva CRB-9/1892

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **KATIA CAROLINA HUNHOFF BOTELHO**, intitulada: **Avaliação pós ocupação de um edifício com certificação LEED em Curitiba**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.
A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 10 de Setembro de 2025.

Assinatura Eletrônica
01/10/2025 14:21:28.0
SÉRGIO FERNANDO TAVARES
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
26/09/2025 13:13:45.0
TARCÍSIO DORN DE OLIVEIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL)

Assinatura Eletrônica
28/10/2025 13:44:28.0
ELOY FASSI CASAGRANDE JUNIOR
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser o meu acalento em todas as etapas até aqui, pela oportunidade de entre adversidades poder cursar mestrado na UFPR e dar-me forças para sempre continuar e acreditar no meu trabalho.

Ao meu marido Pedro, pelo suporte, apoio incondicional, incentivo em todos os momentos, compreensão e amor.

À minha filha, pequena Sofia, pelo amor, acalento e por ser impulsionadora dos meus objetivos.

Aos meus pais e irmãos pelo amor incondicional, estímulo e por confiarem sempre no meu potencial, até nos momentos em que duvidei.

Ao meu orientador, professor Dr. Sérgio F. Tavares, pelo tempo dedicado a esta pesquisa, pela confiança, pela orientação, pela paixão com a qual exerce a docência e a pesquisa e por todos os ensinamentos transmitidos com paciência.

Aos amigos e familiares por todo apoio.

Aos administradores e síndicos dos empreendimentos onde realizei minha pesquisa, pela disponibilidade em me ajudar, por cederem informações e estarem verdadeiramente dispostos a realizar melhorias junto ao edifício.

À Universidade Federal do Paraná, que me acolheu.

À CAPES e CNPq pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

“O começo de todas as ciências, é o espanto de as coisas serem o que são.”

ARISTÓTELES

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo principal avaliar, em regime pós-ocupação, o desempenho hídrico e energético de uma edificação corporativa certificada com o selo LEED Platinum, comparando seus indicadores operacionais com aqueles previstos na fase de certificação e com os de um empreendimento similar não certificado. O trabalho está organizado em três artigos científicos interdependentes: o primeiro caracteriza o edifício estudado e analisa o atendimento aos pré-requisitos e créditos LEED, o segundo focaliza o consumo de água potável e a captação pluvial, e o terceiro examina o consumo de energia elétrica nas áreas comuns. A metodologia adotada baseou-se em abordagem qualitativa exploratória e estudo de caso único, complementada por pesquisa documental e coleta de dados de campo. Para a análise hídrica, coletaram-se faturas mensais da concessionária Sanepar entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024, normalizando-se os volumes por metro quadrado e por usuário. Na avaliação energética, utilizou-se histórico de consumo fornecido pela Copel, também normalizado, além de projeção do consumo total a partir do comportamento do décimo terceiro pavimento. O primeiro artigo demonstrou que o edifício obteve 98 pontos na certificação LEED ID+C v3 e apresentou redução de 52,6% no consumo energético em relação ao baseline, assim como economia hídrica de 45,4% em 2023 e 77,3% em 2024. Identificaram-se, porém, lacunas operacionais, tais como subutilização do bicicletário, falta de medição volumétrica da água de chuva e poluição luminosa noturna. No segundo artigo, constatou-se que o edifício consumiu 74,8% a mais de água do que o projetado em 2023, mas superou a meta ao registrar 27,3% a mais de economia em 2024; comparativamente, apresentou redução de consumo de 56,4% e 81,5% em relação ao edifício não certificado nos dois anos, respectivamente. O terceiro artigo evidenciou que o consumo por metro quadrado foi 53,2% inferior ao do edifício convencional e 58,5% aquém da previsão LEED, ainda que o indicador per capita permanecesse superior em 40,9%, em função da significativa proporção de áreas comuns de elevado pé-direito e cargas coletivas. Os resultados confirmam a eficácia das estratégias de projeto e comissionamento adotadas, mas ressaltam a importância de monitoramento contínuo, engajamento dos usuários e manutenção preventiva para consolidar os ganhos ambientais. O trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre avaliação pós-ocupação de edificações certificadas no contexto brasileiro, oferecendo subsídios para otimização de práticas operacionais e refinamento de protocolos de certificação.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Consumo de água; Avaliação pós-ocupação; Eficiência energética; LEED.

ABSTRACT

This dissertation's primary objective is to evaluate, in a post-occupancy context, the water and energy performance of a LEED Platinum–certified corporate building by comparing its operational indicators with those projected during certification and with those of a similar non-certified development. The study is structured into three interdependent scientific articles. The first article characterizes the building under study and assesses its compliance with LEED prerequisites and credits. The second article focuses on potable water consumption and rainwater harvesting. The third article examines electricity consumption in common areas. The adopted methodology combines an exploratory qualitative approach with a single-case study, supplemented by documentary research and field data collection. For the water analysis, monthly utility bills from Sanepar covering January 2023 to December 2024 were gathered and normalized per square meter and per user. For the energy evaluation, historical consumption data supplied by Copel were normalized in the same manner, and a projection of total consumption was derived from the thirteenth-floor load profile. Article 1 demonstrates that the building achieved 98 points under LEED ID+C v3, realized a 52.6 percent reduction in energy consumption relative to the baseline, and delivered water savings of 45.4 percent in 2023 and 77.3 percent in 2024. Operational gaps were nonetheless identified, including underutilization of the bicycle parking facility, absence of volumetric monitoring for harvested rainwater, and instances of nocturnal light pollution. In Article 2, it was found that the building's water consumption exceeded the projected volume by 74.8 percent in 2023, but surpassed the savings target by recording 27.3 percent more savings in 2024. When compared with the non-certified building, this facility achieved consumption reductions of 56.4 percent and 81.5 percent in the respective years. Article 3 reveals that electricity consumption per square meter was 53.2 percent lower than that of the conventional building and 58.5 percent below the LEED prediction, while the per-capita indicator remained 40.9 percent higher due to the substantial share of high-ceiling common areas and collective electrical loads. The results confirm the effectiveness of the implemented design and commissioning strategies but underscore the critical need for continuous performance monitoring, active user engagement, and rigorous preventive maintenance to secure environmental gains. This work advances knowledge on post-occupancy evaluation of certified buildings within the Brazilian context and offers insights for optimizing operational practices and refining certification protocols.

Keywords: Sustainability; Water consumption; Post-occupancy evaluation; Energy efficiency; LEED.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB da economia nacional x PIB da construção civil.....23
Figura 2: Evolução do saldo de vagas na construção civil no Brasil 25
Figura 3: Objetivos de desenvolvimento sustentável 26
Figura 4: Visão contemporânea do processo para melhoria contínua do ambiente construído.....30
Figura 5: Fases da ACV das construções 32
Figura 6: Pontuação atribuída segundo os créditos aplicados 36
Figura 7: Tipologia da certificação LEED 36
Figura 8: Etapas da pesquisa 45

LISTA DE FIGURAS – PRIMEIRO ARTIGO

Figura 1: Placa do edifício certificado.....52
Figura 2: Corte do projeto 55
Figura 3: Bicicletário 64
Figura 4: Vagas para veículos de baixa emissão 65
Figura 5: Telhado verde 66
Figura 6: Iluminação interior de dia e à noite 66
Figura 7: Louças e metais utilizados no edifício 68
Figura 8: Vista aérea do imóvel 71

LISTA DE FIGURAS – SEGUNDO ARTIGO

Figura 1: Possível pontuação na categoria de Eficiência no uso da água 81
Figura 2: Média histórica de precipitação em Curitiba – dados de dez anos 83
Figura 3: Demanda de água para vasos e mictórios x fonte de águas pluviais e cinzas 85
Figura 4: Sistema de tratamento e armazenamento de águas cinzas 88
Figura 5: Fórmula para cálculo do volume de água da chuva aproveitável 90
Figura 6: Qualidade da água 93

LISTA DE FIGURAS – TERCEIRO ARTIGO

Figura 1: Possível pontuação na categoria Energia e Atmosfera 105
Figura 2: Hall de acesso aos elevadores do empreendimento B 106
Figura 3: Imagem aérea do empreendimento 108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro resumo de resultados encontrados 121

LISTA DE QUADROS – PRIMEIRO ARTIGO

Quadro 1: Quadro de áreas do empreendimento 53
Quadro 2: Quadro de dados gerais do empreendimento 53
Quadro 3: Quadro de estatísticas do empreendimento 54
Quadro 4:Categorias e pontuação obtida pelo empreendimento.....56
Quadro 4.1:Requisitos e créditos em terrenos sustentáveis.....57
Quadro 4.2: Requisitos e créditos em eficiência no uso da água 58
Quadro 4.3: Requisitos e créditos em energia e atmosfera.....59
Quadro 4.4: Requisitos e créditos em materiais e recursos.....60
Quadro 4.5: Requisitos e créditos em qualidade do ambiente interno.....61
Quadro 4.6: Requisitos e créditos em inovação e design 63
Quadro 4.7: Requisitos e créditos em prioridade regional 63

LISTA DE QUADROS – SEGUNDO ARTIGO

Quadro 1: Dados de consumo de água potável proveniente da Sanepar emp. A 81
Quadro 2: Resumo de projeções pela certificação LEED 85
Quadro 3: Dados de consumo de água potável proveniente da Sanepar emp. B.....87
Quadro 4: Dados de consumo de água potável do empreendimento A.....93
Quadro 5: Dados de consumo de água potável empreendimento A X B 94

LISTA DE QUADROS – TERCEIRO ARTIGO

Quadro 1: Dados de consumo de energia proveniente da Copel: Area comuns emp. A.....102
Quadro 2: Dados de consumo de energia proveniente da Copel: 13º pavimento.....103
Quadro 3: Dados de consumo de energia elétrica proveniente da Copel no emp. B.....107
Quadro 4: Dados de consumo de energia elétrica proveniente da Copel nas áreas comuns dos empreendimentos 111

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE GRÁFICOS – PRIMEIRO ARTIGO

Gráfico 1: Volume captado de água nos anos de 2023 e 2024 69

LISTA DE GRÁFICOS – SEGUNDO ARTIGO

Gráfico 1: Variação de precipitação históricas e observada (2023 – 2024) 88

Gráfico 2: Consumo Sanepar x volume de água captado calculado no ano de 2023.....91

Gráfico 3: Consumo Sanepar x volume de água captado calculado no ano de 2024.....92

LISTA DE GRÁFICOS – TERCEIRO ARTIGO

Gráfico 1: Consumo de energia proveniente da Copel nas áreas comuns do edifício A.....109

Gráfico 2: Consumo de energia proveniente da Copel no 13º pavimento do edifício A.....109

Gráfico 3: Consumo de energia proveniente da Copel nas áreas comuns do edifício B.....110

Gráfico 4: Consumo de energia elétrica por pessoa em 2023 112

Gráficos 5: Consumo de energia elétrica por m² em 2023 113

Gráficos 6: Consumo de energia elétrica por pessoas em 2024 114

Gráficos 7: Consumo de energia elétrica por m² em 2024.....115

APÊNDICES

APÊNDICE A – Dados de consume de água dos empreendimentos ……..….....134

APÊNDICE B – Planilhas de cálculos (água) 136

APÊNDICE C - Dados de consume de energia dos empreendimentos 138

APÊNDICE D - Planilhas de cálculos (energia) 139

ANEXOS

ANEXO A - Checklist LEED 141

ANEXO B – Histórico de consumo de energia empreendimento A 143

ANEXO C - Histórico de consumo de água empreendimento A 144

ANEXO D - Histórico de consumo de energia empreendimento B 145

ANEXO E - Histórico de consumo de ÁGUA empreendimento B.....146

ANEXO F – Diagnóstico LEED 147

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABRELPE – Associação Brasileira de limpeza pública e resíduos especiais
ACV – Avaliação do Ciclo de Vida
ANA – Agência Nacional das Águas
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
APO – Avaliação Pós Ocupação
ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CBIC – Câmara Brasileira da Industria e Construção Civil
CGHs – Centrais Geradoras hidrelétricas
EC – Economia Circular
EPE – Empresa de pesquisa Energética
GBC – Green Building Council
HVAC – Heating Ventilation, and Air Conditioning
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
KWh – Quilowatt-hora
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design
M² – Metro quadrado
MWh – Megawatt-hora
ODS – Objetivos para um Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
PERS – Plano estadual de resíduos sólidos
PIB – Produto interno bruto
PMS – Pesquisa Mensal de serviços
RCC – Resíduo de Construção Civil
RCD – Resíduos de Construção e Demolição
UFPR – Universidade Federal do Paraná
USGBC – US Green Building Council

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO ... 16

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA ... 17

1.2 OBJETIVOS ... 18

1.2.1 Objetivos específicos ... 18

1.3 JUSTIFICATIVA ... 19

1.3.1 Aspectos ambientais ... 20

1.3.2 Aspectos econômicos ... 22

1.3.3 Aspectos sociais ... 25

1.4 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA E SOCIEDADE ... 27

1.5 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO ... 27

2 REFERENCIAL TEÓRICO ... 29

2.1 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO ... 29

2.2 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ... 31

2.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ... 32

2.3.1 Edifícios sustentáveis ... 33

2.4 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS ... 34

2.4.1 A certificação LEED ... 35

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS ... 37

2.6 CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS ... 38

3 ESTADO DA ARTE ... 40

4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO ... 42

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA ... 42

4.2 PROTOCOLO DE PESQUISA ... 44

4.3 UNIDADE DE ANÁLISE ... 46

4.4 INSTRUMENTOS E VALIDAÇÃO DOS DADOS ... 47

5 ESTUDO DE CASO PÓS USO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED ... 48

5.1 RESUMO ... 48

5.2 INTRODUÇÃO ... 49

5.3 MÉTODOLOGIA ... 50

5.4 O EMPREENDIMENTO ... 52

5.5 CRITÉRIOS DE PONTUAÇÃO ... 56

5.5.1 Terrenos Sustentáveis ... 57

5.5.2 Eficiência no uso da água ... 58
5.5.3 Energia e Atmosfera ... 59
5.5.4 Materiais e recursos ... 60
5.5.5 Qualidade do ambiente interno ... 61
5.5.6 Inovação e Design ... 63
5.5.7 Prioridade Regional ... 63
5.6 RESULTADOS E ANÁLISES ... 63
5.7 CONCLUSÃO ... 72
REFERÊNCIAS ... 74
6 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED NO QUESITO DE CONSUMO DE ÁGUA ... 76
6.1 RESUMO ... 76
6.2 INTRODUÇÃO ... 77
6.3 METODOLOGIA ... 79
6.4 OS EMPREENDIMENTOS ... 80
6.4.1 Empreendimento A ... 80
6.4.2 Empreendimento B ... 86
6.5 RESULTADOS ... 87
6.6 CONCLUSÃO ... 95
REFERÊNCIAS ... 96
7 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED NO QUESITO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ... 98
7.1 RESUMO ... 98
7.2 INTRODUÇÃO ... 99
7.3 METODOLOGIA ... 100
7.4 OS EMPREENDIMENTOS ... 102
7.4.1 Empreendimento A ... 102
7.4.2 Empreendimento B ... 105
7.5 RESULTADOS ... 108
7.6 CONCLUSÃO ... 116
REFERÊNCIAS ... 118
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS ... 120
REFERÊNCIAS ... 124

1 INTRODUÇÃO

No paradigma linear de consumo, prevalece a concepção equivocada de que os recursos naturais encontram-se disponíveis em abundância e são inesgotáveis. Tal modelo baseia-se na extração intensiva desses recursos, seguida pela produção e comercialização de bens, os quais, após serem utilizados e considerados obsoletos, são descartados (Alves; Tavares, 2023).

A indústria da construção civil, ao se analisar o ciclo de vida completo dos empreendimentos, revela-se uma das principais responsáveis pelos impactos ambientais negativos. Estima-se que este setor consuma aproximadamente 40% dos recursos naturais do planeta e contribua com cerca de 33% das emissões de dióxido de carbono (CO_2) (Laike et al., 2016). De acordo com Santos (2016), essa conjuntura reforça a imperiosa necessidade de otimização e gerenciamento eficiente dos recursos empregados nas atividades construtivas.

Os dados apresentados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2023) evidenciam a relevância socioeconômica do setor, que, nos dois anos anteriores à publicação, apresentou crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) significativamente superior ao da economia nacional.

Frente ao acelerado processo de urbanização, torna-se imprescindível o emprego de técnicas construtivas que visem à mitigação dos impactos ambientais. A sustentabilidade na construção civil, outrora vista como um diferencial competitivo, configura-se atualmente como uma exigência básica para novos empreendimentos. Segundo Gonzales (2017), sua implementação deixou de ser considerada um processo complexo, e os custos relacionados à construção de edificações sustentáveis não apresentam mais discrepâncias significativas em comparação àqueles de edificações convencionais, nas quais não há racionalização do uso dos recursos naturais.

Ainda conforme Gonzales (2017), a busca por certificações ambientais é motivada por diversos fatores, entre os quais se destacam: a construção de uma imagem corporativa positiva perante o mercado, a redução dos custos na fase de ocupação e a crescente preocupação com a saúde, o conforto e o bem-estar dos usuários e trabalhadores envolvidos no processo construtivo.

O mesmo autor demonstra, por meio de estudos empíricos, que edificações corporativas certificadas e classificadas nos padrões A e A+ apresentam taxas de

desocupação entre 7% e 9,5% inferiores às dos edifícios não certificados. Gonzales (2017). Nesse contexto, torna-se relevante compreender os benefícios associados à certificação LEED, com vistas à identificação dos aspectos mais significativos que impactam diretamente o uso cotidiano de edifícios comerciais.

De acordo com Silva et al. (2019), para que um empreendimento seja classificado como sustentável, é necessário que atenda a quatro critérios fundamentais: viabilidade econômica, adequação ambiental, aceitação social e promoção da justiça social. Nesse contexto, torna-se imprescindível que os conceitos de construção sustentável e econômica estejam claramente definidos e sejam considerados em todas as fases de implementação do empreendimento, abrangendo desde a elaboração do projeto até as etapas de uso, manutenção e eventual desconstrução ou demolição da edificação.

Conforme Pimentel et al. (2021), o crescimento da demanda energética, aliado ao aumento populacional e à elevação do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, torna o estudo da eficiência energética das edificações uma medida essencial para a construção de um futuro ambientalmente sustentável. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como propósito analisar os dados atuais de consumo energético e hídrico de um edifício corporativo certificado com o selo LEED Platinum, localizado no município de Curitiba, estado do Paraná. Pretende-se, ainda, comparar os referidos dados com os critérios e créditos que possibilitaram a obtenção da certificação, bem como realizar uma análise comparativa com os indicadores de consumo de um edifício corporativo similar, porém não certificado ambientalmente.

Para alcançar tais objetivos, serão coletadas informações relativas aos projetos, ao processo de certificação, ao consumo de energia elétrica e água, à geração de energia por meio de painéis fotovoltaicos e à captação de água pluvial. Espera-se, com isso, realizar uma análise de desempenho comparativa que evidencie os benefícios proporcionados pela certificação ambiental, especialmente no que tange à eficiência energética e à racionalização do uso da água.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

As pesquisas publicadas até o momento revelam significativa controvérsia quanto à efetiva redução do consumo de energia em edificações certificadas pelo sistema LEED. Autores como Scofield (2009), Montanya e Keith (2011), Newsham et al. (2009), Clay (2023)

analisaram diversos empreendimentos, concluindo que as projeções realizadas na fase de certificação não se concretizaram durante o uso efetivo das edificações. Por outro lado, estudos conduzidos por Torcellini (2004) e Turner e Frankel (2008) indicaram que edificações com certificação ambiental apresentam redução expressiva no consumo energético.

Embora o setor privado, responsável pela implementação, elaboração de projetos e desenvolvimento de edificações certificadas, realize estudos na fase de pós-ocupação com o intuito de avaliar o desempenho desses empreendimentos, observa-se uma escassez de publicações acadêmicas no Brasil com essa finalidade. Isto demonstra a necessidade de ampliar a pesquisa e desenvolvimento de estudos em edificações brasileiras com certificação LEED.

Dessa forma, busca-se responder quais os parâmetros de um edifício certificado LEED platinum, no quesito de eficiência energética e consumo de água na fase operacional do seu ciclo de vida em relação as condições originais de certificação e em comparação a um edifício não certificado?

1.2 OBJETIVOS

O presente estudo tem como finalidade desenvolver um estudo de caso de avaliação pós-ocupacional da eficiência energética e do consumo de água de uma edificação certificada com o selo LEED Platinum, com o objetivo de descrever as condições atuais de consumo em relação aos critérios e créditos atendidos durante o processo de certificação, bem como realizar uma comparação com uma edificação não certificada.

1.2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

a) Apresentar o empreendimento detentor da certificação ambiental LEED Platinum, detalhando suas características físicas, funcionais e operacionais, bem como os critérios técnicos e os créditos obtidos durante o processo de certificação, conforme estabelecido pelas diretrizes do sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) e verificar as características reais.

b) Realizar a análise do consumo de água da edificação certificada pelo sistema LEED, comparando os dados obtidos com os de uma edificação semelhante que não possui certificação ambiental, bem como com as projeções estabelecidas durante a fase de implementação dos critérios para obtenção da certificação LEED.

c) Comparar o consumo energético da edificação corporativa certificada com o selo ambiental LEED Platinum com o consumo de uma edificação similar não certificada, bem como com as projeções estimadas durante a fase de obtenção da certificação.

1.3 JUSTIFICATIVA

A busca pela excelência nos processos tem se tornado cada vez mais fundamental no contexto competitivo e globalizado do segmento construtivo. Para que as organizações compreendam com maior precisão o comportamento das edificações, diversas normas de desempenho vêm sendo utilizadas como ferramentas de avaliação, sendo imprescindível considerar a satisfação dos usuários como parâmetro técnico.

De acordo com Ornstein (1996), os ambientes construídos vêm sendo estudados desde o período posterior à Segunda Guerra Mundial, especialmente em países europeus e nos Estados Unidos, quando se evidenciou a necessidade de não apenas atender às normativas técnicas, mas também de proporcionar experiências qualificadas aos usuários em termos de habitabilidade, bem-estar e conforto ambiental.

No contexto brasileiro, as investigações relativas à avaliação pós-ocupação e à valorização da interface entre especialistas e usuários tiveram início apenas na década de 1980. Conforme evidenciado por Alexandre (2008), a indústria da construção é frequentemente alvo de críticas quanto à qualidade das edificações entregues. Segundo Koskela (1992), de forma geral, os problemas identificados decorrem de falhas na gestão das distintas fases dos empreendimentos, abrangendo desde a concepção do projeto até as etapas de acabamento e instalação.

Em consonância com Del Mar (2013), grande parte das patologias construtivas origina-se nas fases de projeto e execução, embora se tornem mais perceptíveis durante o uso, manutenção e operação dos edifícios. Nesse sentido, uma avaliação pós-ocupacional aprofundada pode apontar melhorias aplicáveis em diversas etapas dos empreendimentos. Assim, torna-se evidente a relevância da análise dos dados relativos ao uso das edificações,

uma vez que esses impactam diretamente na qualidade de vida dos ocupantes e promovem um desenvolvimento mais sustentável sob os aspectos social, ambiental e econômico.

As certificações ambientais têm como finalidade incentivar práticas sustentáveis na construção civil, promovendo a adoção de diretrizes que assegurem melhor desempenho ambiental das edificações. Dentre essas certificações, destaca-se o sistema LEED, o qual propõe uma abordagem integral do ciclo de vida do edifício, abrangendo as fases de projeto, construção, uso e manutenção. Contudo, há questionamentos na literatura especializada quanto à efetividade dessas certificações na redução do consumo de recursos hídricos e energéticos. Kern et al. (2016), por meio de estudo de caso, identificou que os consumos efetivos observados foram significativamente superiores aos valores estimados nas fases de projeto contempladas pelos critérios de certificação.

Montanya e Keith (2011), ao conduzirem uma análise de desempenho energético na fase de pós-ocupação, constataram uma discrepância expressiva entre os valores de energia simulada durante o projeto e o consumo efetivamente medido após a ocupação das edificações. Assim como Clay *et. al* (2023), que analisou a aplicação da certificação LEED em projetos de reforma de edificações e identificou que há compensações entre a pontuação atribuída à eficiência energética e outros critérios avaliativos. Essa compensação pode resultar em desempenho energético inferior quando comparado ao de edificações não certificadas. No entanto, observou-se que construções com maior pontuação tendem a apresentar melhor desempenho ao longo do tempo.

Newsham et al. (2009) realizaram uma investigação abrangente sobre o desempenho energético de cem edificações certificadas pelo sistema LEED. Os resultados demonstraram que, em média, essas construções apresentaram um consumo de energia entre 28% e 35% superior ao de edificações não certificadas, evidenciando limitações na efetividade energética atribuída à certificação ambiental em determinadas circunstâncias.

1.3.1 Aspectos ambientais

De forma geral, a construção civil representa um vetor de crescimento econômico e social para a indústria brasileira. No entanto, essa atividade também é responsável por diversos impactos negativos, notadamente os ambientais, como já alertado por Pinto e Gonzales (2005). Dados das Nações Unidas indicam a acelerada urbanização mundial, projetando-se um aumento de 34% da população urbana até o ano de 2050, em relação aos 50% observados em 2018 (UN, 2018).

Em 2023, registrou-se o consumo de aproximadamente 1,75 vezes os recursos naturais que o planeta é capaz de regenerar anualmente. Desde 1970, a organização Global Footprint Network realiza, anualmente, o cálculo do “Dia da Sobrecarga da Terra”, que corresponde ao momento em que a humanidade passa a consumir mais recursos naturais do que a Terra pode regenerar em um ano. Na primeira edição, essa data foi 30 de dezembro; em 2023, foi antecipada para 2 de agosto, o que evidencia que, nos quatro meses restantes, houve consumo de recursos não renováveis, provocando um déficit ambiental significativo (Footprint Network, 2023). Tal cenário é resultado direto do crescimento populacional desordenado, da urbanização acelerada e da intensificação dos padrões de consumo.

Além da geração de resíduos, as grandes obras, em resposta ao crescimento populacional exacerbado, requerem volumosas quantidades de recursos naturais e provocam alterações significativas na paisagem urbana. Os resíduos da construção civil representam entre 50% e 70% de todos os resíduos sólidos gerados no Brasil, e seu descarte irregular tem contribuído para a poluição ambiental e estética, além de representar risco à saúde pública (Brasil, 2005). Segundo a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2022), em 2021 foram produzidas mais de 48 milhões de toneladas de resíduos no setor da construção civil, correspondendo a cerca de 227 kg por habitante ao ano — grande parte sem destinação adequada, acumulando-se em vias públicas e terrenos baldios.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná (PERS/PR, 2018) apontou, em levantamento realizado em 81 municípios, que 92% deles destinam resíduos da construção civil para locais impróprios, desprovidos de cuidados técnicos e licenciamento ambiental. Esse descarte inadequado favorece a proliferação de vetores de doenças — como ratos, moscas e baratas — e pode comprometer a qualidade da água e do solo.

Outro fator de impacto ambiental é o crescente consumo de energia elétrica por empreendimentos comerciais, que atingiu 7.303 GWh em 2022, o que representa aumento de 6,7% em relação a 2021. De acordo com a Pesquisa Mensal de Serviços (PMS/IBGE), essa alta está parcialmente associada às restrições de circulação decorrentes da pandemia de COVID-19, entre 2020 e 2021. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) informa que o Brasil conta com 739 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), responsáveis por cerca de 67% da geração nacional de energia elétrica e 62,48% da potência instalada. Ainda assim, observa-se a crescente participação da energia fotovoltaica, que já representa 2,6% do total de energia gerada.

Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), divulgados em 2023, mostram que o consumo de energia elétrica pela indústria aumentou 2,2% em comparação a 2022; no setor comercial, o crescimento foi de 5,9%; já o setor residencial registrou alta de 7,8%, ficando atrás apenas do setor público, que intensificou seu consumo em 8,5%. No total, houve incremento de 4,4% no consumo geral de energia, com o setor residencial responsável por 31% desse total, o setor industrial por 35,4% e o setor comercial por 18,4%. O boletim trimestral da EPE, relativo ao primeiro trimestre de 2024, confirma a continuidade desse crescimento, evidenciando a necessidade de estratégias voltadas à redução do consumo de recursos naturais, especialmente da energia elétrica. A implantação de usinas hidrelétricas também acarreta impactos significativos à população local, que frequentemente é obrigada a deixar suas residências, além dos danos ambientais causados à fauna e flora da região, os quais podem afetar diretamente a subsistência das famílias.

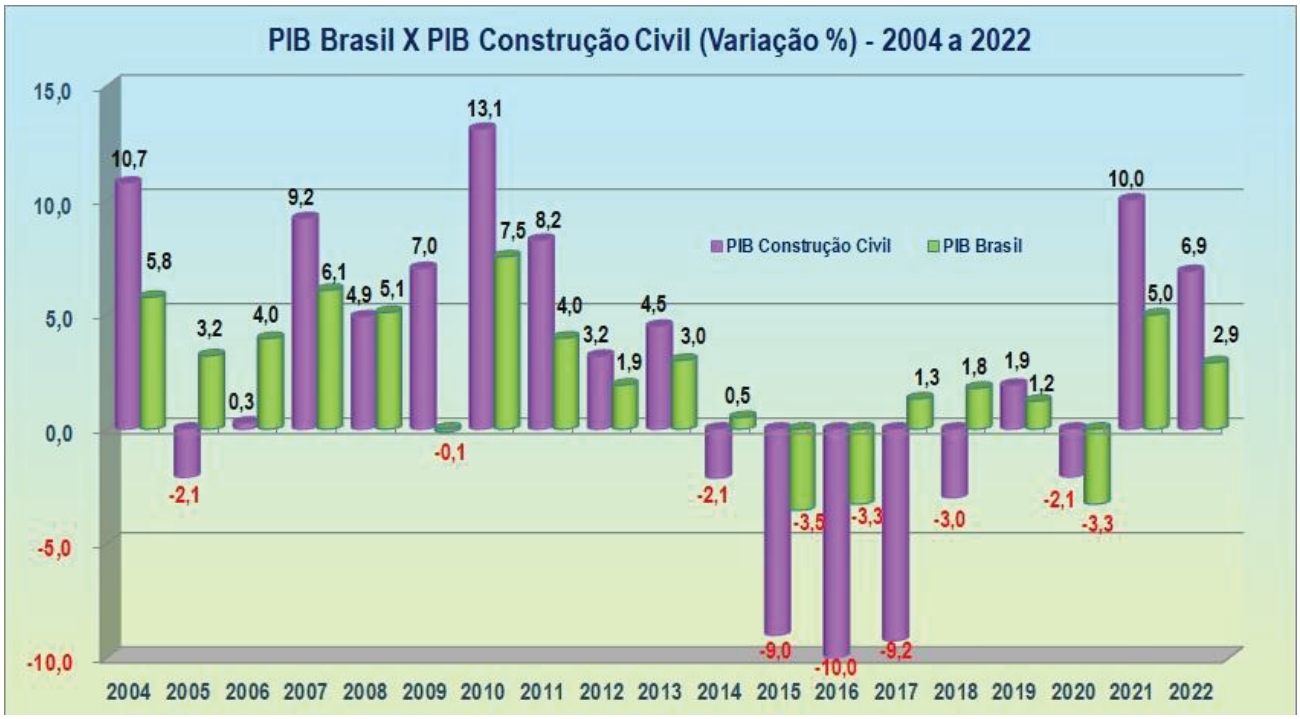
Nos últimos 53 anos, observou-se um crescimento de 290,71% na captação de água dos reservatórios no Brasil, considerando todos os setores, conforme relatório da Agência Nacional de Águas (ANA, 2024). Somente nos últimos dez anos, a água destinada ao consumo humano aumentou em 12%. Diante desses dados, torna-se urgente que os setores que mais consomem recursos naturais assumam responsabilidade por iniciativas que visem mitigar seus impactos negativos ao meio ambiente.

No município de Curitiba, por exemplo, entre os anos de 1970 e 2020, houve crescimento de 205% na vazão de retirada de água, passando de 3,90 m^3/s, segundo informações da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água no Brasil, disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Esse aumento torna-se ainda mais relevante quando se observa o período de 2020 a 2023, em que a elevação foi de 3,45%, sinalizando a intensificação da demanda hídrica. (ANA, 2024)

1.3.2 Aspectos econômicos

Nos anos de 2021 e 2022, o setor da construção civil apresentou crescimento superior à média da economia nacional, registrando uma expansão de 17,7%, em contraste com o aumento de 8,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, conforme dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), conforme ilustrado na figura 1. No exercício de 2023, essa tendência foi mantida, com a construção civil registrando crescimento de 4,5%, enquanto o PIB nacional apresentou elevação de apenas 2,8%.

Figura 1 - PIB da economia nacional x PIB da construção civil



Fonte: Banco de dados CBIC (2023)

Além de contribuir para a expansão do PIB, o setor da construção civil exerce papel preponderante na geração de emprego formal no Brasil. No acumulado dos primeiros dez meses de 2023, as atividades construtivas foram responsáveis por 14,23 % do total de novas contratações com carteira assinada, ainda que representassem apenas 6,05 % do estoque de empregos formais, evidenciando o forte potencial multiplicador do segmento sobre a distribuição de renda e o fortalecimento do mercado de trabalho (CBIC, 2023).

O consumo de água e de energia nas edificações corresponde a parcela significativa da demanda global por recursos naturais. Nesse contexto, evidencia-se a necessidade de evolução das práticas construtivas rumo ao desenvolvimento sustentável. Estimativas demográficas indicam que a urbanização ocorrerá em ritmo cada vez mais acelerado, de modo que o setor da construção civil — principal consumidor mundial de recursos naturais — deva assumir papel central na adoção de ações sustentáveis (Arup, 2016).

A adoção de metodologias de análise de custo do ciclo de vida (LCC) tem se revelado imprescindível para a avaliação da viabilidade econômica de edificações sustentáveis. Por meio da LCC, torna-se possível quantificar, em valor presente, todos os dispêndios associados à aquisição, operação, manutenção e descarte de componentes construtivos, permitindo que o projetista antecipe o período de retorno do investimento em soluções de eficiência energética e reuso de água. Estudos desenvolvidos por Soetanto e Alwan (2016) demonstram que, em média, os edifícios que incorporam tecnologias

sustentáveis apresentam redução de custos operacionais de até 25 % ao longo de 30 anos, justificando o acréscimo inicial de 3 % a 5 % no custo de implantação. Análises conduzidas por Costa, Toledo e Almeida (2020) corroboram tais resultados, apontando paybacks inferiores a oito anos em edificações residenciais que utilizam sistemas de captação de águas pluviais e fachadas ventiladas.

A incorporação de processos digitais, em especial o Building Information Modeling (BIM), tem contribuído significativamente para a mitigação de riscos e a otimização de custos diretos e indiretos nos canteiros de obras. Conforme Azhar (2015), o emprego de BIM pode reduzir em até 20 % os retrabalhos e atrasos, além de favorecer a integração entre projeto e execução, diminuindo desperdícios de materiais e tempo de construção. O relatório da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2023) reforça essa tendência, indicando que empresas com uso consolidado de BIM observaram queda de 12 % no custo total de produção e incremento de 15 % na produtividade entre 2021 e 2023.

As políticas públicas de fomento habitacional desempenham papel decisivo na dinamização do segmento em âmbito local. Programas como Casa Verde e Amarela (BRASIL, 2021), ao combinar subsídios e taxas de juros reduzidas para famílias de baixa renda, geraram investimento residencial de R$ 45 bilhões em 2022, estimulando a cadeia produtiva de materiais e serviços. A pesquisa de Melo (2021) evidencia que cada R$ 1 bilhão injetado por essa linha de crédito resulta em aproximadamente 5 000 empregos diretos e indiretos ao longo de sua vigência, ressaltando o efeito multiplicador sobre o mercado de trabalho formal (IBGE, 2023).

O impacto macroeconômico do setor da construção civil vai além da geração de emprego e da contribuição direta para o PIB. Estima-se que cada R$1 milhão investido em obras civis propicie incremento de R$ 2,8 milhões ao PIB, em função dos elos produtivos nos segmentos de insumos, transportes e serviços correlatos (CBIC, 2021). Por sua vez, o Green Building Council Brasil relata que projetos certificados sob as normas LEED alcançaram, em média, economia de 30 % no consumo de energia elétrica e 40 % no volume de água potável, gerando provisões financeiras anuais de até R$18 por metro quadrado de área construída (GBC BRASIL, 2022). Dessa forma, a adoção de práticas sustentáveis na construção civil configura-se não apenas como imperativo ambiental, mas também como estratégia econômica capaz de promover a eficiência de recursos e o fortalecimento da economia local e nacional.

O projeto justifica-se pelos reflexos econômicos do setor da construção civil, tanto na geração de empregos quanto na dinamização da economia local. Quando as edificações

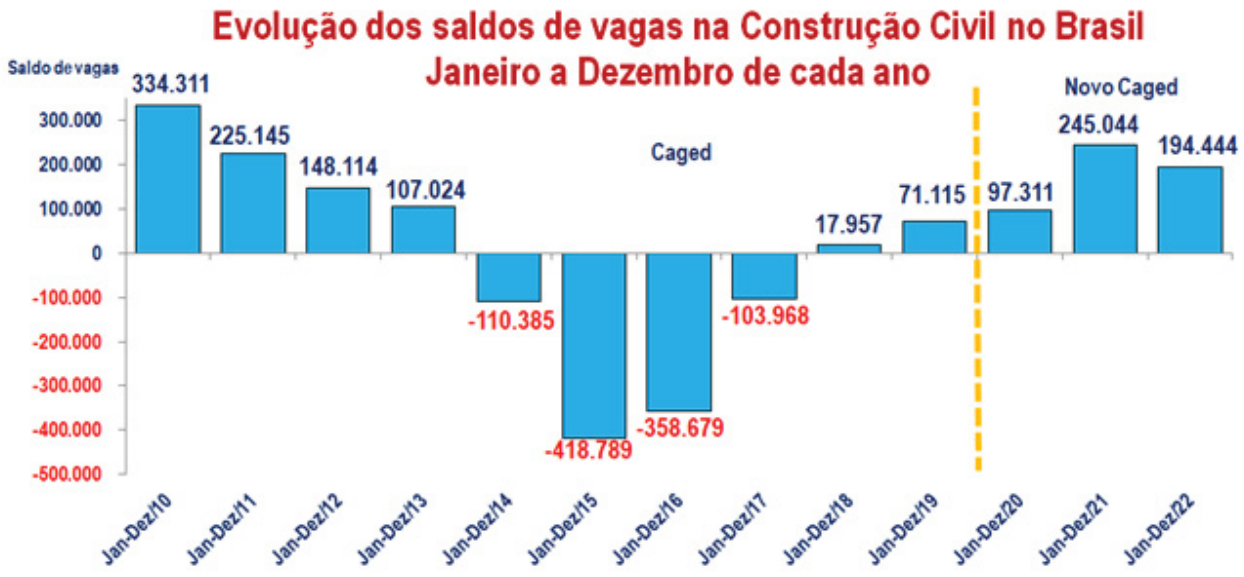
incorporam estratégias de projeto, obra e ocupação sustentáveis — que minimizam os impactos ambientais e reduzem o consumo de recursos naturais — estabelece-se uma cadeia de benefícios para a coletividade, incluindo a economia de gastos com energia elétrica e água tratada.

1.3.3 Aspectos sociais

Registrou-se crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil, o que contribuiu para a consolidação da geração de empregos no setor. De acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), nos últimos dois anos foram criados mais de 500 000 novos empregos formais na construção civil. Nos primeiros dez meses de 2022, contabilizaram-se mais de 288 000 vagas com registro em carteira, elevando o total de trabalhadores formais no setor para mais de 2,5 milhões.

Dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) e do Novo Caged, divulgados pelo Ministério do Trabalho, indicam que os empregos formais gerados pela construção civil corresponderam a 5,86 % do total de postos com registro em carteira no país, sendo o setor responsável por 10 % dos novos postos de trabalho no último ano. A figura 2 ilustra a evolução dos saldos de vagas na construção civil no Brasil, no período de janeiro a dezembro, de 2010 a 2022.

Figura 2 - Evolução do saldo de vagas na construção civil no Brasil



Fonte: Caged e Novo Caged (2023)

À medida que as edificações se tornam mais sustentáveis, a sociedade como um todo é beneficiada, uma vez que as melhorias promovidas por ambientes construídos de elevada

qualidade impactam direta e indiretamente toda a população mundial. De acordo com o World Economic Fórum (WEF, 2016), as pessoas dedicam, em média, 90% de seu tempo a ambientes internos, o que reforça a relevância do tema.

Em 2015, os países membros das Nações Unidas (ONU) definiram 17 metas conhecidas como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentadas na figura 3, com o propósito de assegurar um futuro mais promissor para a coletividade. Tais metas englobam desafios globais, como mudanças climáticas, degradação ambiental, erradicação da pobreza, promoção da justiça e consolidação da paz.

Figura 3 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Nações Unidas Brasil (2022)

Dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais da metade está diretamente relacionada e pode ser afetada pelas edificações, o que evidencia o impacto dos empreendimentos na vida cotidiana da sociedade: saúde e bem-estar (ODS 3), energia limpa e acessível (ODS 7), trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8), indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), consumo e produção responsáveis (ODS 12), ação contra a mudança global do clima (ODS 13), vida terrestre (ODS 15) e parcerias e meios de implementação (ODS 17).

Ao considerar ações voltadas à universalização das condições dignas de vida, torna-se imprescindível abordar o saneamento básico, especialmente quanto ao abastecimento de água e ao tratamento de esgoto. Benevides e Ribeiro (2014) alertaram que, embora o Brasil ocupasse a nona posição no ranking das maiores economias mundiais, encontrava-se na 112ª posição em termos de infraestrutura de saneamento.

Conforme projeções do Fundo Monetário Internacional, em 2024 o Brasil figura como a oitava maior economia global; ainda assim, permanece em 101º lugar no ranking de infraestrutura de saneamento. Essa discrepância é alarmante, uma vez que investimentos no setor podem reduzir internações por doenças de veiculação hídrica, diminuir o absenteísmo laboral e reduzir a mortalidade por infecções gastrointestinais. Nesse contexto, Freitas e Magnabosco (2014) destacam que tais aportes podem fortalecer a economia e elevar o Produto Interno Bruto nacional, gerando ganhos indiretos de bilhões de reais.

1.4 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA E SOCIEDADE

O presente estudo insere-se na área de concentração “Sustentabilidade no Ambiente Construído” do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Nessa linha de pesquisa, investigam-se as modificações pontuais e sistemáticas que a prática da construção impõe ao meio natural.

Diversas sublinhas de investigação contribuem para o avanço do conhecimento, destacando-se: eficiência energética; energia embutida em edificações e em materiais de construção; análise do ciclo de vida; educação e inovação tecnológica; economia circular; coberturas verdes; e edificações em madeira. A presente pesquisa está vinculada à sublinha coordenada pelo professor Dr. Sérgio Fernando Tavares, cujos estudos em sustentabilidade de edificações têm sido desenvolvidos desde 2018. A maioria dos trabalhos publicados nessa sublinha concentra-se na análise do ciclo de vida (ACV) de edificações e de materiais de construção.

Dessa forma, o presente estudo fortalece a linha de pesquisa ao abordar a eficiência de consumo em ambientes construídos, aspecto central para a promoção da sustentabilidade no setor da construção civil. Além disso, contribui para o avanço do conhecimento científico ao explorar um recorte ainda pouco investigado no contexto brasileiro.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Desta forma, para expor adequadamente o desenvolvimento e os resultados desta pesquisa, a dissertação encontra-se estruturada em oito capítulos:

Capítulo 1 – Introdução. Apresenta o tema de pesquisa, a problematização, a contextualização do estudo na sociedade e no grupo de pesquisa ao qual está vinculado,

além de expor os objetivos geral e específicos e as questões que justificam a relevância do trabalho.

Capítulo 2 – Referencial Teórico. Reúne os fundamentos teóricos que embasam a investigação. Inicialmente, define-se Avaliação Pós-ocupação, destacando sua relação com a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Em seguida, abordam-se os princípios do desenvolvimento sustentável e a caracterização dos edifícios sustentáveis. Por fim, apresentam-se as certificações ambientais, com ênfase no sistema LEED, objeto de estudo deste caso.

Capítulo 3 – Estado da arte – Analisa criticamente a produção científica nacional e internacional sobre eficiência energética e consumo de água em edificações certificadas. Destacam-se os principais avanços, metodologias empregadas e lacunas existentes, com ênfase em certificações como LEED, AQUA-HQE e Procel Edifica.

Capítulo 4 - Encaminhamento Metodológico. Descreve-se a metodologia empregada, detalhando os procedimentos adotados na pesquisa e os conteúdos específicos de cada um dos três artigos científicos que compõem a dissertação.

Capítulo 5 – Estudo de caso de um edifício com certificação LEED Divulga-se o primeiro artigo, no qual se apresenta o empreendimento estudado, os critérios e créditos obtidos para a certificação, os métodos aplicados, os resultados alcançados e a respectiva discussão.

Capítulo 6 – Avaliação pós-ocupação de um edifício com certificação LEED no quesito consumo de água. Exibe-se o segundo artigo, que analisa o consumo de água do edifício corporativo certificado, comparando os dados medidos com os créditos e requisitos definidos na fase de certificação e com os indicadores de uma edificação não certificada.

Capítulo 7 – Avaliação pós-ocupação de um edifício com certificação LEED no quesito eficiência energética. Apresenta-se o terceiro artigo, análogo ao anterior, porém focado no consumo de energia elétrica das áreas comuns. Realiza-se a análise comparativa entre as medições dos dois empreendimentos e os requisitos de eficiência energética estabelecidos pela certificação.

Capítulo 8 – Considerações Finais. Discute-se o conjunto dos resultados, positivos e negativos, decorrentes da avaliação pós-ocupação do edifício LEED Platinum. Avalia-se o atendimento aos objetivos propostos, ressaltando como os achados podem orientar decisões para o desenvolvimento sustentável. Por fim, sugerem-se direções para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO

Segundo Preiser, White e Rabinowitz (1988), a avaliação pós-ocupação (APO) corresponde a um procedimento rigoroso e sistemático de investigação de edificações já construídas e ocupadas. Por meio de uma APO bem estruturada, identificam-se parâmetros a serem aprimorados em projetos e construções subsequentes, bem como aspectos positivos passíveis de replicação. Esse processo gera dados capazes de subsidiar decisões desde a fase de concepção até a garantia da qualidade do ambiente construído, com ênfase ao bem-estar e à satisfação dos usuários.

Ornstein (1995) define a APO como uma avaliação retrospectiva que utiliza múltiplos métodos e técnicas para explorar percepções de especialistas e usuários, a fim de captar informações não verbalizadas e compreender o comportamento humano em relação ao espaço edificado. Adams (2002) ressalta que a integração das necessidades e do conforto dos ocupantes aos processos de projeto e implementação supera práticas tradicionais — nas quais a visão dos usuários era, em geral, negligenciada na tomada de decisão.

Villa, Saramago e Garcia (2015) observam que, tradicionalmente, as avaliações pós-ocupação concentram-se em impactos ambientais, notadamente eficiência energética, deixando em segundo plano as dimensões social, econômica e cultural da sustentabilidade. Tal enfoque restrito limita a gestão integral do desempenho sustentável das edificações. No contexto brasileiro, as primeiras iniciativas de APO ganharam impulso com o Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990) e foram reforçadas pela revisão da norma ABNT NBR 15.575 (2013), que estabelece requisitos de desempenho para edificações residenciais.

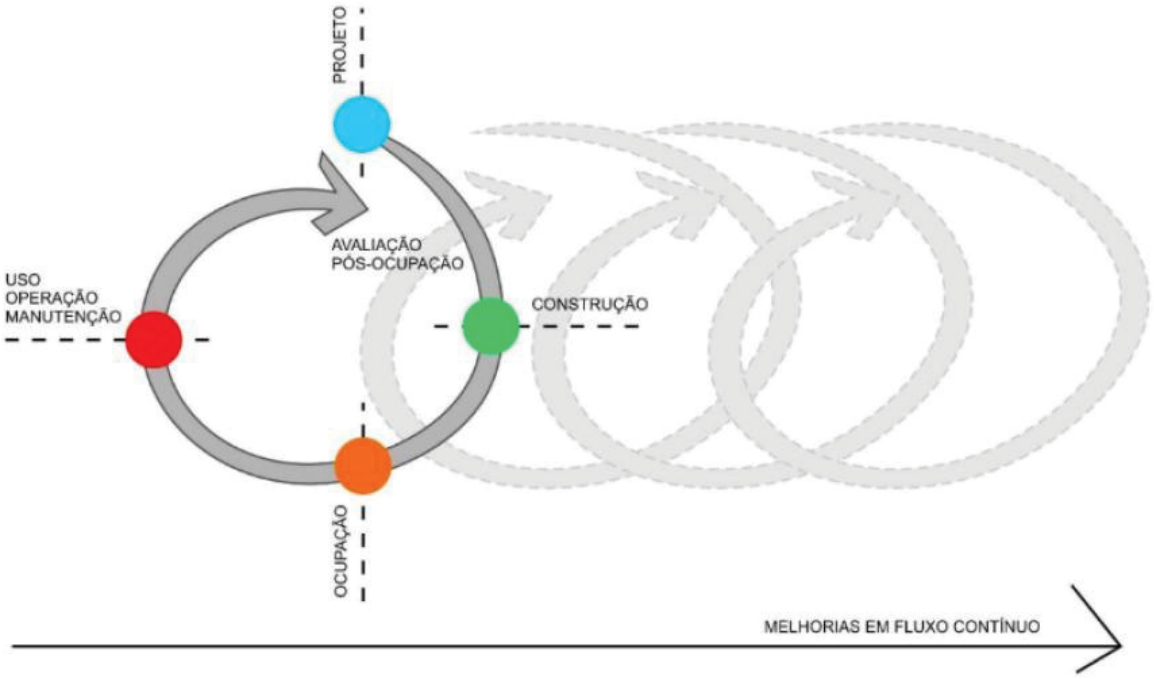
Para conferir validade científica à APO, faz-se necessário empregar métodos consagrados na comunidade acadêmica, adotar seleção amostral rigorosa e conduzir análise criteriosa dos dados. Villa, Saramago e Garcia (2015) enfatizam a importância de definir objetivos claros, critérios de qualidade e técnicas de avaliação adequadas às características de cada ambiente construído, consolidando um protocolo metodológico próprio.

Independentemente da abordagem escolhida, a APO deve focar três dimensões fundamentais: o ambiente construído, os usuários e a instituição responsável pela edificação. Os dados podem assumir caráter quantitativo — conferindo abrangência e

potencial de generalização — ou qualitativo — garantindo profundidade e maior confiabilidade na interpretação dos comportamentos observados (Villa; Saramago; Garcia, 2015).

Para ilustrar o ciclo de aprimoramento contínuo proporcionado pela APO, Ornstein (2017) propôs um modelo que integra todas as fases de um empreendimento — projeto, construção, ocupação, uso, operação e manutenção —, em que os subsídios gerados pela avaliação alimentam diretamente futuros processos de concepção (Figura 4).

Figura 4 – Visão contemporânea do processo para melhoria contínua do ambiente construído



Fonte: Ornstein (2017)

A relevância da APO tem crescido tanto na arquitetura quanto na engenharia civil. Zeisel (2006) defende que as análises devem ser conduzidas de forma interdisciplinar, adaptando-se a perfis diversos de ocupantes — desde habitações unifamiliares até complexos de uso múltiplo, como hospitais e edificações corporativas (, 2006). Em âmbito sustentável, Andrade, Santos e Rêgo (2021) demonstraram que a implementação de avaliações pós-ocupação direciona novos empreendimentos a práticas mais sustentáveis, ao investigar o atendimento às normas, o desempenho ambiental e os níveis de conforto e bem-estar dos usuários em edificações em uso.

Mais recentemente, Accioli e Ornstein (2022) ressaltam que as metodologias e ferramentas de APO permitem identificar áreas que demandam intervenções corretivas imediatas, pontos fortes a ser mantidos e oportunidades de melhoria. Os resultados apoiam

o desenvolvimento de planos de manutenção preventiva e corretiva, além de orientar ajustes em projetos futuros. Recomenda-se, portanto, que construtoras incorporem a APO como instrumento de melhoria contínua de seus processos e materiais.

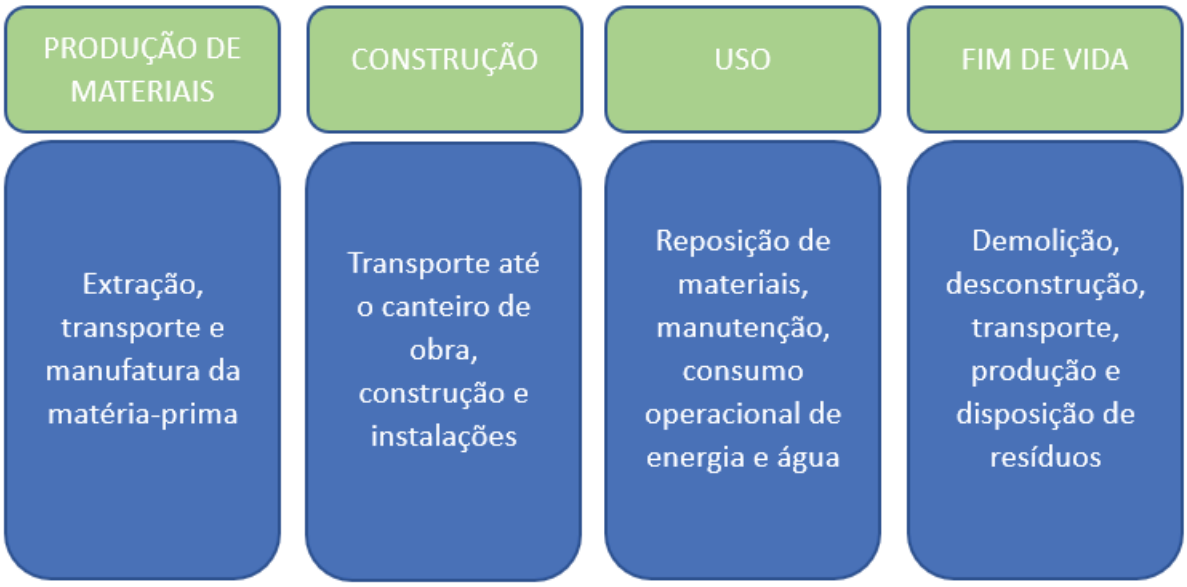
2.2 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Tavares (2006) estima que o setor da construção civil consome cerca de metade da matéria-prima extraída da natureza, 16 % do volume total de água doce e 40 % de toda a energia gerada globalmente. Além disso, esse segmento é responsável por aproximadamente 60 % dos resíduos sólidos urbanos, o que reforça a necessidade de a indústria assumir práticas que minimizem tais impactos ambientais.

A avaliação do ciclo de vida (ACV) apresenta-se como ferramenta de gestão ambiental sistêmica, capaz de quantificar os impactos ambientais de um produto ou processo desde a extração de matéria-prima até a disposição final — o chamado “do berço ao túmulo”. Segundo Bilec et al. (2010), a ACV mensura emissões atmosféricas, consumo de recursos naturais, efeitos ambientais e impactos à saúde, além do uso de matéria-prima inerente a um serviço ou produto.

A metodologia da ACV aplicada a edificações estrutura-se em quatro fases principais (figura 5): definição de objetivo e escopo, em que se estabelecem o produto-função, as fronteiras do sistema e os indicadores de impacto; análise de inventário do ciclo de vida, que envolve a coleta e quantificação de fluxos de entrada (matéria-prima, energia) e de saída (emissões, resíduos); avaliação de impactos ambientais, por meio da classificação e caracterização de categorias como aquecimento global, acidificação e consumo hídrico; interpretação, etapa dedicada à análise crítica dos resultados e à proposição de recomendações para otimização de futuras fases de projeto e operação (BILEC et al., 2010).

Figura 5 - Fases da ACV das construções



Fonte: adaptado de British (2011)

De acordo com Asif, Muneer e Kelley (2007), a aplicação da ACV em edificações pode adotar duas abordagens distintas: análise isolada de elementos construtivos, componentes, materiais ou sistemas; e avaliação integrada de todo o empreendimento, considerando a interação entre suas diversas partes. A NBR ISO 14040 (ABNT, 2009a) determina que os objetivos de uma ACV devem explicitar a aplicação pretendida, o público-alvo, as justificativas para sua realização e a finalidade dos resultados. Já a NBR ISO 14044 (ABNT, 2009b) complementa esses requisitos, especificando procedimentos para coleta de dados, modelagem dos fluxos de material e energia, avaliação de impactos e elaboração de relatórios técnicos.

2.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Gonçalves (2005) ressalta que a conciliação entre desenvolvimento econômico, justiça social e preservação ambiental deixou de ser tema secundário, passando a integrar de modo obrigatório os debates acerca do progresso. Dada a extensão do setor da construção civil e sua íntima relação com recursos naturais, torna-se imperativo que todos os atores da cadeia produtiva incorporem o desenvolvimento sustentável como diretriz fundamental.

Na década de 1970, uma série de desastres ambientais com vítimas expôs a urgência de integrar práticas sustentáveis ao processo construtivo. Moura (2000) define desenvolvimento sustentável como o uso equilibrado dos recursos naturais de modo a

assegurar qualidade de vida às gerações presentes e futuras. Até então, esses eventos eram frequentemente encarados como ônus inevitável do crescimento econômico; apenas a partir dos anos 1980, sob pressão de organismos internacionais, organizações não-governamentais e entidades financeiras, iniciaram-se políticas de proteção ambiental que se consolidaram após 2000.

Hernandes e Duarte (2007) caracteriza o desenvolvimento sustentável como um modelo de progresso duradouro, assentado em três pilares interdependentes – o social, o ambiental e o econômico – cujas sinergias garantem não apenas a viabilidade financeira dos empreendimentos, mas também o equilíbrio das comunidades e dos ecossistemas envolvidos.

2.3.1 Edifícios sustentáveis

O crescimento populacional intensifica a demanda por novas edificações, elevando o consumo de energia, água e matérias-primas. Elmualim e Alp (2016) destacam que esse incremento, associado ao desmatamento e à perda de habitats, suscitou preocupações globais relativas à eficiência no uso de recursos e à redução de impactos ambientais, impulsionando a adoção de estratégias para projetos e construções mais sustentáveis.

Três variáveis tradicionais — qualidade, prazo e custo — vêm sendo redefinidas sob a ótica da construção sustentável. Antunes (2011) enfatiza que conceber um edifício “verde” requer planejamento que abarque desde a definição de materiais e sistemas construtivos até as fases de montagem, operação e, por fim, desmonte ou reciclagem. Nesse contexto, Pinheiro (2003) demonstrou que empreendimentos sustentáveis apresentam maior durabilidade, fruto da seleção criteriosa de insumos, da execução qualitativa e da otimização do uso de recursos, resultando em menores custos de manutenção, maior produtividade durante a obra e elevação do conforto dos usuários.

Caracterizam-se como edifícios sustentáveis aqueles que promovem condições de habitabilidade adequadas ao clima local, minimizam a intervenção no ambiente natural, garantem eficiência energética e demandam baixa manutenção ao longo de seu ciclo de vida. Ainda que a percepção predominante associe tais empreendimentos a custos iniciais mais elevados, Delmoro, Venturini e Pereira (2009) comprovam que os investimentos em tecnologias e processos inovadores são rapidamente compensados pelos ganhos operacionais e pela redução de despesas a médio e longo prazo.

Quadros e Andrade (2013) propuseram um modelo de edificação sustentável que minimiza impactos ambientais em cada etapa do ciclo construtivo. Verificaram, em estudo comparativo, que a obtenção de certificação ambiental implica maiores custos de implantação, mas que estes são integralmente recuperados durante a fase de uso, por meio da economia de energia, água e insumos.

2.4 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

A crescente necessidade de instrumentos capazes de quantificar o desempenho ambiental de edificações motivou o surgimento de certificações ambientais. Cabral (2009) esclarece que diversos países desenvolveram esquemas próprios de certificação, adaptados às condições climáticas e aos recursos naturais locais, de modo a atender demandas regionais específicas.

Dalla Costa e Moraes (2012) destacam que o recente crescimento da construção civil intensificou a busca por selos ambientais. Esses mecanismos exigem custos iniciais mais elevados, amortizáveis na fase de uso do empreendimento, e impõem comunicação transparente aos usuários acerca dos processos produtivos e das soluções ambientais, sociais e econômicas empregadas. Os autores apontam duas vantagens principais: otimização da gestão de obra — com redução de consumo e de perdas de insumos — e aprimoramento da comunicação com o usuário, ao certificar um melhor desempenho ambiental

Silva (2003) observa que, mesmo em países com práticas sustentáveis consolidadas, não havia método padronizado para mensurar o potencial “verde” das construções. Desse modo, as certificações ambientais de desempenho passaram a constituir o método mais eficaz para avaliar edificações novas e existentes. Conforme Picoli et al. (2010), a competitividade de mercado e o compromisso com a sustentabilidade impulsionaram o interesse por certificações ambientais, que em algumas legislações já são exigidas, estimulando melhorias contínuas nos empreendimentos. Grunberg, Medeiros e Tavares (2017) ressaltam que a redução do impacto ambiental deixou de ser diferencial de mercado para tornar-se requisito básico em novos projetos.

No Brasil, destacam-se três sistemas de certificação de amplo reconhecimento: AQUA-HQE, Selo Casa Azul e LEED. O Selo Casa Azul, desenvolvido pela Fundação Vanzolini, foi concebido especificamente para a realidade brasileira, contemplando com

maior precisão a diversidade climática e cultural do país. O AQUA-HQE, versão nacional do padrão francês HQE, também foi adaptado ao contexto local. Já o LEED, criado nos Estados Unidos, é aplicado no Brasil sem modificações (Grunberg, Lima e Costa, 2014).

Picoli et al. (2010) enfatizam que a fase de projeto demanda maior esforço na obtenção de certificação, em razão do detalhamento de especificações e da seleção criteriosa de materiais, e que a gestão de canteiro requer organização funcional, controle de qualidade e fiscalização pormenorizada de cada etapa. Campos, Matos e Bertini (2015) evidenciam que a adoção de certificações ambientais não apenas mitiga impactos sobre os recursos naturais, mas também reforça a responsabilidade social, promovendo políticas de saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores.

Rech et al. (2018) apontam a importância da educação continuada dos usuários para o adequado uso de edifícios certificados, visto que cada crédito foi desenvolvido por meio de estudos rigorosos visando benefícios ambientais, econômicos, sociais e tecnológicos. Silva et al. (2019), em estudo de caso de um edifício LEED Platinum, concluíram que, embora haja avanços significativos, é imprescindível incorporar as preocupações socioambientais desde a concepção do projeto, garantindo o impacto positivo do empreendimento sobre a sociedade.

2.4.1 A certificação LEED

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é uma ferramenta desenvolvida pela USGBC em 1998, para avaliar o desempenho ambiental das edificações. É conhecida mundialmente e uma das mais utilizadas até os dias atuais. O Brasil, atualmente é o quinto pais com maior número de certificações LEED, e têm um grande potencial de que esse posto suba ainda mais. Silva (2019) destaca que a certificação LEED vai muito além de benefícios sociais e ambientais, pois pode agregar diversos resultados positivos em relação a economia direta e indireta, seja pela valorização dos imóveis com certificação ou ainda pelas economias geradas com consumo de água, energia, entre outros. Ocorre também uma maior praticidade nas questões de manutenção de curto e longo prazo. Ainda os empreendimentos certificados têm uma colocação especial no quesito de imagem perante o mercado imobiliário.

Conforme a cartilha USGBC (Green Building Council) para certificar um empreendimento é necessário cumprir pré-requisitos e créditos, somando pontos que determinarão o nível da certificação. São oito categorias e 136 créditos, sendo destes 18

pré-requisitos obrigatórios que somam a pontuação mínima: 40 pontos, com a qual atinge-se o nível certificado, de 50 a 59 pontos conquista-se prata, de 60 a 79 ouro e de 80 a 110 platina. (Figura 6).

Figura 6 - Pontuação atribuída segundo os créditos aplicados

Fonte: Cartilha compreenda o LEED (2017)

A certificação LEED possui quatro tipologias, que tem por objetivo avaliar os diferentes tipos de empreendimentos, sendo eles: novas construções e grandes reformas, escritórios comerciais e lojas de varejo, empreendimentos existentes ou bairros. As tipologias analisam oito requisitos, conforme demonstrado na cartilha Compreenda o LEED da GBC Brasil, e identificadas na figura 7, sendo eles a localização e transporte, os terrenos sustentáveis, a eficiência do uso da água, a energia e atmosfera, os materiais e recursos, a qualidade ambiental interna, a inovação e processos e os créditos de prioridade regional.

Figura 7 - Tipologias da certificação LEED

Fonte: Cartilha compreenda o LEED (2017)

Conforme as conclusões obtidas por Silva *et.al.* (2019) a certificação LEED traz aos empreendimentos o comprometimento com a sustentabilidade desde as fases de projeto, até o uso e manutenção. E confirma a redução de custos anuais com consumo energético e hídrico quando comparado a um edifício convencional não certificado. O autor evidencia ainda que existe uma crescente na busca pelas certificações e que a tendência é essa busca ficar a cada ano maior.

Rech *et.al* (2018) chama atenção não apenas para a demanda das construtoras por certificações, mas para a educação dos usuários quanto aos benefícios deste selo, já que são os ocupantes das edificações certificadas que usufruirão das vantagens dessas construções. Ressalta também que é importante demonstrar que apesar dos custos iniciais de projeto e implementação, a longo prazo ocorre economia, já que as edificações certificadas têm um desempenho energético e hídrico melhor do que os prédios convencionais não certificados.

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) apresentou, em seu relatório de consumo de energia elétrica de 2023, que o consumo médio anual por habitante no Brasil foi de 2,47 MWh, comparado a 3,21 MWh no estado do Paraná. Do total de energia elétrica consumida no país, 18,41 % corresponde ao setor comercial, e o aumento de demanda em relação a 2022 atingiu 4,4 %. Frente a esse crescimento acelerado, revela-se imprescindível adotar, nas fases de projeto, de execução e de operação, técnicas destinadas à redução do consumo de eletricidade (EPE, 2024).

Soares et al. (2021) identificaram, em revisão bibliográfica sobre eficiência energética em edificações, predomínio de estudos acerca de técnicas passivas (orientação, sombreamento, isolamento térmico) e escassez de publicações sobre técnicas ativas (sistemas HVAC otimizados, automação predial). Esses autores ressaltam que as técnicas ativas são fundamentais para aperfeiçoar a operação e a manutenção dos edifícios, reduzindo o uso de recursos, os impactos ambientais e os custos ao longo da vida útil. Constatou-se, outrossim, acentuada disparidade regional nos estudos de eficiência energética, em razão das distintas zonas bioclimáticas do país, o que reforça a necessidade de ampliar a pesquisa para contemplar adequadamente todas as regiões.

Na mesma investigação, detectou-se leve desaceleração no desenvolvimento de certificações, selos, normativas e etiquetagens voltados à padronização do uso de energia em empreendimentos. Concluiu-se que a aplicação de análise de ciclo de vida (ACV) em edificações pode reduzir a energia incorporada na construção e orientar a escolha de processos construtivos e materiais que resultem em menor consumo durante a fase de uso e ao final da vida útil. Além disso, as certificações, normativas e etiquetagens atuam como

instrumentos de incentivo e padronização, estabelecendo diretrizes claras para a eficiência energética nas construções (Soares et al., 2021).

No Brasil, destacam-se iniciativas normativas e programas de fomento à eficiência energética em edificações. A ABNT NBR 15575:2013 estabelece requisitos de desempenho térmico, acústico e energético para edificações habitacionais, enquanto a ABNT NBR 15220-2:2005 define as condições de conforto térmico segundo regiões bioclimáticas, orientando a adoção de soluções passivas adequadas (ABNT, 2005; 2013). O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), por meio do Procel Edifica, fornece metodologias, manuais e ferramentas de avaliação para edificações residenciais e comerciais, propondo medidas mitigadoras para construções existentes e diretrizes projetuais para novas obras (Eletrobras, 2011).

2.6 CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

A Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece que o consumo mínimo de água necessário para garantir condições de vida dignas é de 110 L por habitante por dia (ONU, 2006). Contudo, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2015) referentes a 2022 revelam que o brasileiro médio consome 148,2 L/dia, cifra superior à média do Paraná, de 138,79 L/hab·dia, e praticada também em Curitiba, onde se registrou 148,92 L/hab·dia (SNIS, 2023). Essa trajetória ascendente de consumo contraria os preceitos do desenvolvimento sustentável e evidencia a urgência de práticas de gestão hídrica mais eficientes no ambiente construído.

Considerando que a água está presente em todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação — desde a extração e transporte de insumos, passando pela construção e operação, até a demolição —, a gestão adequada do recurso no âmbito predial é pilar indispensável da sustentabilidade ambiental (Velásquez et al., 2013). Proença e Ghisi (2010) salientam que implantar um programa eficaz de gerenciamento hídrico requer não apenas conhecimento técnico sobre sistemas prediais, mas também compreensão dos padrões locais de consumo e das condições climáticas e socioeconômicas da região.

Idealmente, as estratégias de redução do consumo devem ser definidas ainda na fase de projeto, embasadas em estudo de viabilidade que considere tanto a eficiência operacional quanto os custos de implantação. Willis et al. (2013) demonstram que dispositivos de baixo fluxo — embora apresentem custo inicial superior ao de equipamentos convencionais —

podem ser financeiramente viáveis, pois reduzem substancialmente o consumo de água potável; sua adoção, porém, está condicionada a fatores socioeconômicos e de comportamento dos usuários.

Estudos de caso reforçam essa viabilidade. Silva-Afonso et al. (2015) avaliaram a substituição de torneiras e vasos sanitários convencionais por modelos de baixo consumo em edifícios comerciais, apontando prazo médio de retorno do investimento de 6,9 anos. Lombardi (2012), em investigação semelhante conduzida em setor universitário, estimou payback de até 11 anos para troca de equipamentos e instalação de redutores de vazão.

Nos edifícios de uso coletivo, como instituições de ensino, prédios públicos e escritórios corporativos, a rotatividade e a heterogeneidade do público tornam pouco eficazes as campanhas educativas para redução do consumo hídrico. Nessas circunstâncias, Silva et al. (2014) recomendam priorizar soluções estruturais — captação de água de chuva e adoção de equipamentos de baixo consumo —, pois tais medidas independem do perfil dos usuários e asseguram resultados mais previsíveis. O manual Casa Eficiente (2010) reforça que, dada a pluviometria favorável na maior parte das regiões brasileiras, a captação de água pluvial deve ser encarada como solução técnica prioritária. A água armazenada pode suprir descargas em bacias sanitárias, irrigação de áreas verdes e limpeza de fachadas e calçadas, reservando água tratada apenas para usos que demandem potabilidade.

3 ESTADO DA ARTE

O interesse pela avaliação pós-ocupacional de edificações verdes intensificou-se a partir de 2019, quando organismos certificadores passaram a exigir monitoramento contínuo dos desempenhos energético e hídrico. Em síntese, estudos iniciais focalizaram análises isoladas — ora de consumo elétrico, ora de gestão de água — sem integrar ambos os vetores. Tal lacuna motivou pesquisas capazes de correlacionar simultaneamente variáveis de energia e recursos hídricos, fornecendo subsídios para práticas de operação mais assertivas em edifícios LEED Platinum e similares (Cabral; Oliveira; Silva, 2020).

Nesse contexto, Cabral, Oliveira e Silva (2020) conduziram uma das primeiras avaliações pós-ocupacionais em um edifício LEED Platinum no Brasil, combinando medições de energia elétrica e uso de água tratada e pluvial. Os autores reportaram redução de 42% no consumo de energia e 58% no uso de água potável em relação aos benchmarks ASHRAE e IBGE, respectivamente. Destacou-se a importância de validar in loco os parâmetros simulados em projeto, pois divergências de até 15% foram observadas nos cálculos iniciais.

De Wit, Machado e Santos (2021) ampliaram a análise de desempenho energético para um conjunto de cinco edifícios corporativos com certificação verde, priorizando a identificação do gap energético – diferença entre consumo projetado e real. Utilizando sistemas de medição granular e análise estatística, encontraram gaps variando de 18% a 27%, atribuídos especialmente a comportamentos dos usuários e falhas de comissionamento. Os pesquisadores enfatizaram a necessidade de estratégias de feedback em tempo real para mitigar tais desvios.

Paralelamente, Bores, Lopes e Almeida (2019) investigaram sistemas de reuso de águas cinzas e captação de chuva em uma torre LEED Platinum. Embora o contexto pluviométrico fosse adverso, o aproveitamento de águas alternativas alcançou eficiência de 65% na redução do consumo de água potável. A pesquisa evidenciou que a falta de protocolos padronizados para manutenção e limpeza de reservatórios compromete a performance hídrica, recomendando planos de inspeção trimestrais e análise de qualidade da água para garantir credibilidade aos créditos WE do LEED.

Para integrar as dimensões energética e hídrica, Teló, Santos e Ferreira (2023) propuseram um framework baseado em Internet das Coisas (IoT) e dashboards analíticos. Ao aplicar o modelo em dois edifícios certificados, conseguiram correlacionar desvios de

consumo de energia com picos de demanda de água, evidenciando sazonalidades comuns e anomalias operacionais. O estudo destacou ainda que a visualização consolidada em dashboards reduz o tempo de resposta das equipes de facilities em até 40%, fortalecendo a cultura de melhoria contínua.

Em complemento, Silva, Mendes e Gomes (2022) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre performance gap em edificações verdes. A pesquisa mapeou 34 estudos internacionais, confirmando que, em média, edifícios LEED apresentam desvio energético de 20 % em relação ao projetado. Os autores indicaram como principal causa a ausência de políticas de engajamento dos ocupantes e a carência de auditorias de desempenho anuais, sugerindo a implementação de planos de comissionamento recorrente e treinamentos periódicos.

No âmbito da gestão hídrica, Lima, Pereira e Silva (2023) conduziram um estudo de caso em Curitiba para avaliar a captação de água de chuva durante períodos de variabilidade climática. Com base em ensaios de volume e análises pluviométricas, observaram que sistemas bem dimensionados podem atender até 72 % da demanda não potável, mesmo em meses de estiagem. O artigo reforça a importância de ajustes dinâmicos nos modelos de dimensionamento de reservatórios, considerando cenários futuros de mudanças climáticas.

Freitas, Moraes e Pereira (2024) contribuíram com a avaliação da qualidade do ambiente interno (IEQ) em LEED Platinum, incorporando indicadores de conforto térmico, luminoso e qualidade do ar. A abordagem pós-ocupacional revelou que, embora os objetivos de eficiência energética tenham sido alcançados, 30 % dos ocupantes relataram desconforto térmico em determinadas zonas do edifício, gerando consumo adicional de ar-condicionados portáteis. A pesquisa defende a inclusão de sensores de ocupação e controles automáticos de persianas para equilibrar eficiência e bem-estar.

Esses estudos demonstram avanços significativos na avaliação pós-ocupacional de edificações certificadas, mas também evidenciam a necessidade de metodologias integradas que considerem simultaneamente desempenho energético, hídrico e qualidade ambiental interna. A proposta desta dissertação avança nesta lacuna ao analisar de forma unificada um edifício LEED Platinum em Curitiba, confrontando-o com uma edificação sem certificação, visando gerar conhecimento acionáveis para práticas de operação sustentável e contribuir com o avanço das normas e diretrizes de certificação no Brasil.

4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Este capítulo expõe as estratégias metodológicas que fundamentaram o desenvolvimento da presente pesquisa. Nele são apresentadas a classificação da investigação segundo critérios epistemológicos e operacionais; o protocolo das etapas executadas durante o processo de coleta e análise de dados; e a caracterização do estudo de caso adotado, incluindo a descrição da unidade de análise, o contexto de inserção, os instrumentos utilizados e os procedimentos aplicados para assegurar o rigor científico e a validade dos resultados obtidos.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Conforme Prodanov e Freitas (2013), as pesquisas científicas podem ser classificadas com base em critérios metodológicos que englobam o método científico aplicado (qualitativo, quantitativo ou misto), a natureza (básica ou aplicada), o objetivo (exploratória, descritiva ou explicativa), o procedimento técnico (bibliográfica, documental, estudo de caso, levantamento ou experimental) e a abordagem lógica (dedutiva, indutiva ou dialética).

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, voltada à análise e compreensão de problemas concretos observados na realidade urbana. Segundo Gerhardt e Silveira (2009) e Gil (2017), a pesquisa aplicada busca produzir conhecimento com utilidade prática imediata, capaz de subsidiar diagnósticos e ações voltadas à transformação de contextos específicos. Diferentemente da pesquisa básica, que objetiva ampliar o saber teórico, a aplicada está comprometida com a solução de problemas reais, exigindo precisão na definição do problema, rigor na construção metodológica e responsabilidade ética na condução da investigação (Fleury; Werlang, 2025).

No que se refere à abordagem, a pesquisa adotada é qualitativa, concentrando-se na compreensão dos significados atribuídos pelos indivíduos às práticas e fenômenos observados no ambiente construído. Conforme Minayo (2001), essa abordagem valoriza experiências, percepções e relações sociais, sendo especialmente útil para interpretar elementos que não podem ser expressos em dados numéricos. Gerhardt e Silveira (2009) destacam que a pesquisa qualitativa prioriza interpretação, descrição e explicação da dinâmica das relações, enquanto Martins (2004) reforça que ela demanda envolvimento ético e sensibilidade do pesquisador diante do campo investigado.

A investigação possui natureza exploratória, uma vez que busca aprofundar a compreensão sobre o desempenho ambiental pós-ocupacional de edificações certificadas. De acordo com Gil (2019), pesquisas exploratórias são adequadas quando o objeto ainda é pouco estudado ou quando se pretende construir hipóteses futuras. Marconi e Lakatos (2017) enfatizam que esse tipo de pesquisa permite identificar conceitos, estabelecer prioridades e revelar novas perspectivas sobre o fenômeno analisado.

Como etapa preliminar, foi realizada a pesquisa bibliográfica, caracterizada pela análise sistemática e crítica de documentos já publicados, com objetivo de fundamentar teoricamente o estudo e identificar lacunas de conhecimento. Conforme Gil (2010) e Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica envolve etapas de definição do tema, delimitação do problema, levantamento e seleção de fontes relevantes, leitura exploratória, fichamento e síntese analítica. A seleção das referências obedeceu a critérios de relevância, atualidade e qualidade científica, priorizando periódicos indexados em bases eletrônicas internacionais e normas nacionais, em especial a ABNT NBR 6023:2018 (ABNT, 2018). A partir da revisão bibliográfica sobre avaliação pós-ocupação, certificações ambientais — com ênfase na certificação LEED —, eficiência energética e consumo de água, foi realizada a etapa empírica da pesquisa, composta pela análise da documentação e pela coleta de dados operacionais referentes às edificações analisadas.

Com a documentação fornecida pela empresa incorporadora do empreendimento - projetos arquitetônicos e complementares e o projeto de certificação ambiental LEED- Iniciou-se a pesquisa documental, que caracteriza-se pela investigação sistemática de documentos originalmente produzidos com finalidades diversas — sejam eles relatórios institucionais, legislações, atas, normas técnicas ou acervos audiovisuais —, os quais não foram concebidos para atender diretamente a propósitos científicos. Conforme Gil (2010), esse tipo de pesquisa fundamenta-se na coleta e análise crítica de materiais que contêm informações primárias, permitindo ao pesquisador apreender contextos históricos, culturais e normativos que embasam o estudo. Nesse sentido, a avaliação da autenticidade, a verificação de autoria e a compreensão do contexto de produção dos documentos são etapas imprescindíveis para garantir a validade dos dados obtidos (Lakatos; Marconi, 2010).

A pesquisa de campo consiste na coleta direta de dados no ambiente em que ocorrem os fenômenos investigados, essa etapa permite confrontar a teoria com a realidade prática, oferecendo subsídios empíricos indispensáveis à compreensão do objeto de estudo. Gil (2010) enfatiza a importância da delimitação clara do problema e da definição rigorosa da amostra. Lakatos e Marconi (2010) complementam que o planejamento cuidadoso da

logística de campo — incluindo cronograma de visitas e elaboração de roteiro de observação — contribui para minimizar vieses e falhas de cobertura.

A pesquisa do tipo estudo de caso caracteriza-se pela investigação detalhada e aprofundada de um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, quando as fronteiras entre fenômeno e ambiente não são claramente definidas. Segundo Yin (2015), esse delineamento metodológico admite o estudo de um único caso (single case) ou de múltiplos casos (multiple case), amparado por proposições teóricas que orientam a coleta e a análise de evidências. A seleção do caso obedece a critérios de representatividade ou exemplaridade, Yin (2015) assinala que estabelecer fronteiras definidas de tempo e espaço é decisivo para conferir consistência interna e credibilidade às evidências.

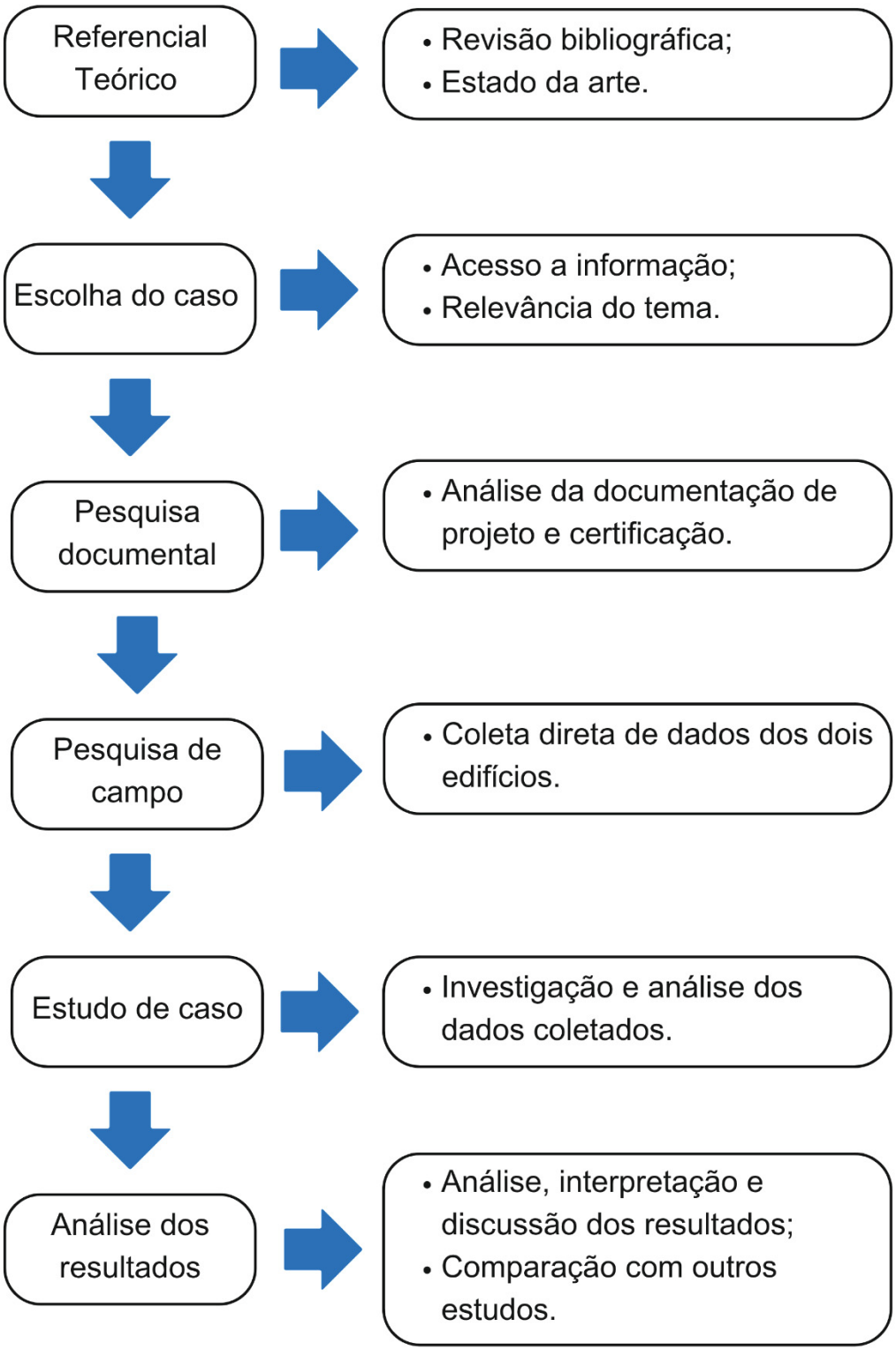
4.2 PROTOCOLO DE PESQUISA

A estrutura textual desta pesquisa foi delineada em formato de três artigos científicos, cada um abordando um objetivo específico do estudo:

- **Artigo I** – Apresenta a caracterização do empreendimento corporativo utilizado como estudo de caso, contemplando os projetos técnicos, os documentos relacionados à certificação ambiental LEED Platinum e os dados gerais do imóvel, tais como tipologia, área construída e perfil ocupacional.
- **Artigo II** – Corresponde ao segundo objetivo específico da pesquisa, focalizando a análise comparativa entre os dados efetivos de consumo de água do edifício certificado e os valores estimados no processo de certificação. Complementarmente, são confrontados os dados hídricos dessa edificação com os de uma edificação corporativa não certificada, carente de práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável.
- **Artigo III** – Discute os resultados relativos à eficiência energética, com base nos dados de consumo operacional de energia elétrica. São realizadas duas análises comparativas: entre o consumo real e o previsto para fins de certificação, e entre os padrões de consumo do edifício certificado e do não certificado para o consumo das áreas comuns. Correspondendo ao terceiro objetivo específico.

A Figura 8 sintetiza os conteúdos abordados, proporcionando uma visão integrada das etapas e estratégias adotadas ao longo da pesquisa.

Figura 8 - Etapas da pesquisa



Fonte: A autora (2024)

O primeiro artigo foi elaborado por meio da aplicação combinada de três procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo, os quais permitiram caracterizar, sob fundamentos teóricos e práticos, o edifício corporativo detentor da certificação LEED Platinum. Os segundo e terceiro artigos, por sua vez, além de incorporarem os procedimentos utilizados no primeiro, também adotaram o estudo de caso como abordagem analítica, possibilitando a investigação aprofundada dos dados de consumo hídrico da edificação como um todo e do consumo energético das áreas comuns.

4.3 UNIDADE DE ANÁLISE

Na pesquisa científica, a unidade de análise delimita o principal objeto de investigação, orientando a coleta e a interpretação dos dados. Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 82) definem-na como a classe de entidades sobre as quais incidem as variáveis do estudo, podendo corresponder a indivíduos, grupos, organizações ou eventos. A escolha consistente da unidade de análise garante alinhamento entre problema, objetivos e métodos, minimizando riscos de vieses e favorecendo a coerência interna da pesquisa.

Em estudos de caso, Yin (2015, p. 36) destaca que a definição clara da unidade de análise, alinhada às proposições teóricas, é imprescindível para estabelecer fronteiras entre o caso e seu contexto. Essa delimitação possibilita comparações sistemáticas entre múltiplos casos ou diferentes períodos, assegurando validade interna e externa, bem como a replicabilidade dos resultados em contextos semelhantes.

A unidade de análise desta pesquisa compreende dois edifícios corporativos situados no município de Curitiba, Paraná. O primeiro é certificado com o selo LEED Platinum, o mais elevado do sistema Leadership in Energy and Environmental Design, e será o objeto principal de estudo deste trabalho, enquanto o segundo não possui certificações ambientais nem práticas relacionadas à mitigação de impactos.

A seleção baseou-se na tipologia funcional e construtiva semelhante entre os edifícios, na viabilidade de acesso às informações operacionais — especialmente por meio da pesquisadora, que frequenta o edifício certificado — e na relevância comparativa quanto ao desempenho ambiental. Ambos estão inseridos no mesmo contexto urbano e climático e foram analisados no período de janeiro de 2023 a dezembro de 2024.

Os critérios de inclusão consideraram a disponibilidade documental, a autorização institucional para acesso aos dados e a compatibilidade temporal dos registros. As exclusões envolveram edifícios com uso misto, ausência de registros mensais completos ou localização fora do perímetro urbano de Curitiba.

4.4 INSTRUMENTOS E VALIDAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram obtidos por meio de faturas mensais de consumo de água e energia elétrica, fornecidas pelas concessionárias Sanepar e Copel, mediante autorização formal das administrações condominiais. Também foram aplicadas fichas técnicas padronizadas para o levantamento de variáveis complementares, tais como número de ocupantes, área climatizada em uso comum, taxa de ocupação mensal e perfil de uso dos espaços.

A validação dos dados foi conduzida com rigor metodológico, garantindo consistência e conformidade com os propósitos investigativos. Essa abordagem possibilitou a avaliação das diferenças nos consumos de água de todo o edifício e de energia elétrica das áreas comuns entre as edificações certificada e não certificada. Além de uma estimativa projetada para o edifício A com base no consumo energético de um único pavimento. Foram considerados apenas os períodos cujas séries apresentavam registros completos e compatíveis entre os edifícios analisados. Os consumos foram normalizados com base na área construída e no número de usuários, permitindo comparações proporcionais entre os casos. Sendo que a projeção para certificação LEED e cálculo do gêmeo virtual *baseline* estimou um número de usuário por dia, mas na prática registrou em média um número bem maior, necessitou-se realizar o cálculo ajustado ao número de ocupantes.

Os dados foram triangulados com informações da administração predial e observações in loco, reforçando a confiabilidade e contextualização dos resultados. Esse procedimento de validação está diretamente alinhado ao objetivo central da pesquisa, que consiste em realizar uma avaliação pós-ocupacional da eficiência energética e do consumo hídrico de uma edificação certificada com o selo LEED Platinum, comparando os desempenhos reais com os parâmetros previstos durante o processo de certificação e com os consumos operacionais de um edifício semelhante não certificado.

.

5 ESTUDO DE CASO PÓS USO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED

Kátia Carolina Hunhoff Botelho
Sérgio Fernando Tavares

5.1 RESUMO

Este estudo analisou o desempenho pós-ocupação de um edifício corporativo certificado LEED Platinum (ID+C v3) em Curitiba (PR), com o objetivo de detalhar suas características físicas, funcionais e operacionais, bem como verificar a efetividade dos pré-requisitos e créditos conquistados conforme as diretrizes do USGBC. Utilizando abordagem qualitativa exploratória e método de estudo de caso, foram examinados documentos técnicos, dados mensais de consumo de água e energia (2023–2024) e inspeções in loco. O Empreendimento A, com 16 pavimentos e 9 064 m² de área computável, obteve 98 pontos distribuídos entre Sustentabilidade de Terrenos, Água, Energia, Materiais, Qualidade Interna, Inovação e Prioridade Regional. Na prática, registrou-se redução de 52,6 % no consumo de energia em relação ao baseline, economia hídrica de 45,4 % em 2023 e 77,3 % em 2024, embora a subutilização do bicicletário, falhas no registro volumétrico de captação pluvial e poluição luminosa noturna indiquem lacunas operacionais. Conclui-se que, apesar da conformidade técnica e do bom desempenho geral, é fundamental aprimorar o monitoramento contínuo, o engajamento dos usuários e a manutenção das estratégias sustentáveis para garantir a consolidação dos ganhos ambientais ao longo do ciclo de vida.

Palavras- chave: Sustentabilidade, Ambiente construído, Inovação, Empreendimento, Projetos.

ABSTRACT

This study analyzed the post-occupancy performance of a LEED Platinum (ID+C v3)-certified corporate building in Curitiba (PR), aiming to detail its physical, functional, and operational characteristics and to verify the effectiveness of the prerequisites and credits obtained according to USGBC guidelines. Using an exploratory qualitative approach and a case-study method, technical documents, monthly water and energy consumption data (2023–2024), and on-site inspections were examined. Project A, with 16 floors and 9,064 m² of gross floor area, scored 98 points distributed across Sustainable Sites, Water Efficiency, Energy and

Atmosphere, Materials and Resources, Indoor Environmental Quality, Innovation in Design, and Regional Priority. In practice, a 52.6 % reduction in energy consumption relative to the baseline was recorded, along with water savings of 45.4 % in 2023 and 77.3 % in 2024, although underutilization of the bicycle parking facilities, failures in volumetric recording of rainwater harvesting, and nighttime light pollution indicate operational gaps. It is concluded that, despite technical compliance and overall good performance, it is essential to improve continuous monitoring, user engagement, and maintenance of sustainable strategies to ensure the consolidation of environmental gains throughout the building's life cycle.
Keywords: Sustainability, Built Environment, Innovation, Development, Projects.

5.2 INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento urbano, a urbanização e a lógica linear de extração, uso e descarte de recursos impõem a necessidade urgente de alternativas voltadas ao desenvolvimento sustentável, que permitam à sociedade conviver em harmonia com o meio ambiente e reconhecer a finitude dos recursos naturais. Segundo a ONG Global Footprint Network, responsável pelo cálculo do Dia da Sobrecarga da Terra (Overshoot Day), nas últimas cinco décadas essa data antecipou-se em 34%, indicando que atualmente o consumo excede a capacidade regenerativa do planeta durante quatro meses a cada ano. Grandes obras, essenciais para atender à rápida expansão populacional, modificam a paisagem e geram, conforme Brasil (2005), entre 50% e 70% dos resíduos sólidos produzidos no país.

No Brasil, além de consumir vastos recursos naturais e produzir significativa quantidade de resíduos, a indústria da construção civil enfrenta problemas de qualidade na entrega de edificações — residenciais, comerciais, corporativas ou de serviços públicos — impactando diretamente a experiência dos usuários (Alexandre, 2008). Nesse contexto, a avaliação pós-ocupação revela-se crucial, pois permite identificar deficiências nas etapas construtivas e propor melhorias para cada fase do processo (Del Mar, 2013). Os pilares da sustentabilidade — econômico, ambiental e social — fundamentam a busca por edificações de maior qualidade, tornando imprescindível a adoção de práticas sustentáveis em sua concepção, operação e manutenção.

As certificações ambientais objetivam estabelecer padrões de classificação que conduzam os empreendimentos imobiliários a uma trajetória mais clara rumo à

sustentabilidade, minimizando impactos ambientais em todas as fases da incorporação. Dentre os aspectos analisados, destacam-se a gestão de recursos hídricos, a qualidade do ar, o gerenciamento de energia, materiais e resíduos sólidos (Condomínios Verdes, 2013), fatores que influenciam diretamente a qualidade dos edifícios e o bem-estar de seus ocupantes.

As categorias de avaliação do LEED, desenvolvidas pelo U.S. Green Building Council, estruturam-se em pré-requisitos obrigatórios e créditos opcionais distribuídos em seis áreas principais: Localização e Transporte; Gestão da Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna; e Inovação em Projeto. Cada área integra aspectos do tripé da sustentabilidade — econômico, ambiental e social — incentivando a adoção de soluções projetuais e operacionais que minimizem o consumo de recursos naturais, reduzam emissões e assegurem condições saudáveis de ocupação (Condomínios Verdes, 2013). A obtenção de créditos em cada uma dessas categorias reflete o compromisso do empreendimento não apenas com a conformidade normativa, mas também com o desempenho real ao longo de seu ciclo de vida.

Em edificações corporativas, a certificação LEED tem se mostrado instrumento eficaz para a redução de custos operacionais e aprimoramento do conforto e da produtividade dos usuários. Intervenções em envoltória, sistemas de climatização e estratégias de aproveitamento de águas pluviais contribuem significativamente para a eficiência energética e hídrica dos edifícios como destaca Alexandre (2008) em seu trabalho. Nesse contexto, a avaliação pós-ocupação ganha relevância ao possibilitar o monitoramento contínuo do desempenho e a validação dos créditos obtidos, viabilizando ajustes precisos que garantam a manutenção dos índices de sustentabilidade alcançados e promovam a melhoria contínua das condições de uso (Del Mar, 2013).

Este artigo tem por objetivo analisar os pré-requisitos e créditos obtidos por um edifício corporativo para a obtenção da certificação LEED Platinum. Localizado no bairro Seminário, em Curitiba (PR), o empreendimento será avaliado quanto à funcionalidade em sua fase operacional e ao impacto dos créditos LEED no cotidiano dos usuários.

5.3 MÉTODOLOGIA

O presente artigo desenvolve-se sob a égide de pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa e escopo exploratório, conforme Prodanov e Freitas (2013), adotando o método

de estudo de caso com orientação indutiva. De natureza aplicada, seu propósito é produzir conhecimento com utilidade prática imediata, capaz de subsidiar diagnósticos e ações voltadas à melhoria do desempenho ambiental em edificações certificadas, em consonância com as definições de Gerhardt e Silveira (2009), Gil (2017) e Fleury e Werlang (2025). Ao priorizar a solução de problemas concretos da realidade urbana, a investigação exige precisão na definição do objeto, rigor metodológico e responsabilidade ética na condução das análises.

A dimensão qualitativa da pesquisa fundamenta-se na valorização das experiências, percepções e relações sociais presentes no ambiente construído, conforme Minayo (2001) e Martins (2004). Essa abordagem permite interpretar os significados atribuídos pelos usuários e gestores do edifício às práticas de operação e manutenção, indo além dos meros registros numéricos. A natureza exploratória, indicada por Gil (2019) e Marconi e Lakatos (2017), justifica-se pela escassez de estudos sobre o desempenho ambiental pós-ocupacional em construções com certificação LEED Platinum e pela necessidade de identificar novas perspectivas e construir hipóteses para pesquisas futuras.

O procedimento técnico incluiu pesquisa documental e estudo de caso. A investigação documental, segundo Gil (2010) e Lakatos e Marconi (2010), baseou-se na coleta sistemática de projetos arquitetônicos, complementares e no dossiê de certificação LEED, avaliando autenticidade, autoria e contexto de produção dos documentos. Esses materiais, não originalmente concebidos para fins científicos, forneceram o arcabouço teórico e normativo para compreender os pré-requisitos e créditos aplicáveis à fase de ocupação.

Como objeto de estudo, escolheu-se o Edifício A, localizado em Curitiba (PR), em razão de sua obtenção da classificação máxima LEED Platinum. A seleção deveu-se ao potencial do empreendimento servir como referencial para avaliar a aplicabilidade e eficácia de créditos voltados à operação e manutenção. Foram analisados exclusivamente os itens que demandam monitoramento contínuo durante a ocupação, entre eles eficiência energética, gestão hídrica, qualidade do ar interno, manejo de resíduos e inovações em práticas operacionais.

A coleta de dados estendeu-se de 2023 a 2025. Inicialmente, no primeiro semestre de 2023, procedeu-se à revisão da documentação técnica. Em seguida, os dados mensais de consumo de água e energia elétrica referentes aos anos de 2023 e 2024 foram obtidos junto à administração do edifício. A análise compreendeu duas vertentes complementares: qualitativa, por meio da confrontação entre os relatórios LEED e as práticas efetivamente

adotadas; e quantitativa, com elaboração de tabelas comparativas para aferir variações anuais e verificar a efetividade das estratégias implementadas.

Esse desenho metodológico, alicerçado em princípios de pesquisa aplicada, qualitativa e exploratória, assegura consistência analítica e integridade nos resultados, oferecendo subsídios robustos para compreender o impacto dos créditos LEED na fase de ocupação do Edifício A e contribuir para a definição de melhores práticas no setor da construção sustentável.

5.4 O EMPREENDIMENTO

O presente estudo de caso baseia-se na análise do edifício denominado Empreendimento A, situado no bairro Seminário. Trata-se de um empreendimento corporativo de alto padrão. O diagnóstico e o estudo de viabilidade para certificação foram realizados por empresa certificadora credenciada pela Green Building Brasil, e todos os dados foram fornecidos pela incorporadora. A construção do edifício teve início em 2016, e sua fase de ocupação iniciou-se em 2019. O empreendimento obteve a certificação LEED ID+C versão 3, nível Platinum, destinada a edificações comerciais de escritórios, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1- Placa do edifício certificado

Fonte: A autora (2024)

A placa com o emblema da certificação está afixada no hall de entrada, contendo a data de início da ocupação, momento em que se concluiu o processo de concessão da certificação pela Green Building Brasil. A seguir apresentam-se o quadro 1 e o quadro 2, que

contêm, respectivamente, as áreas do empreendimento e seus dados gerais, para melhor compreensão das dimensões do edifício.

Quadro 1- Quadro de áreas do empreendimento

QUADRO DE AREAS	m²
Area do terreno	2.283,24
Area construída total	15.445,87
Area de incentivo	1.384,40
Area não computável	4.997,40
Area computável	9.064,07
Area de comércio e serviços	677,81

Fonte: A autora, dados captados dos projetos fornecidos pela incorporadora (2023)

Após a análise da distribuição das áreas no quadro 1, observa-se que o empreendimento equilibra uma área computável expressiva (9 064,07 m²) com espaços de incentivo e áreas não computáveis que contribuem para melhor desempenho ambiental e flexibilidade de uso. Esses dados dimensionam não só a volumetria do edifício, mas também sua capacidade de adaptação a diferentes perfis de ocupação.

Quadro 2- Quadro de dados gerais do empreendimento

DADOS GERAIS	UNIDADES
Número de pavimentos	16
Número de subsolos	3
Vagas de estacionamento	115
Vagas descobertas	10
Vagas para bicicletas	17
Número de unidades de escritórios	112
Número de elevadores	6

Fonte: A autora, dados captados dos projetos fornecidos pela incorporadora (2023)

A partir dos indicadores de ocupação do terreno e de informações de projeto, é possível dimensionar o impacto do empreendimento sobre o entorno, uma vez que edificações desse porte alteram a paisagem urbana e demandam elevado consumo de recursos naturais. No quadro 3, apresentam-se as principais estatísticas referentes ao terreno, com as respectivas taxas de ocupação, permeabilidade e coeficiente de aproveitamento.

Quadro 3- Quadro de estatística do empreendimento

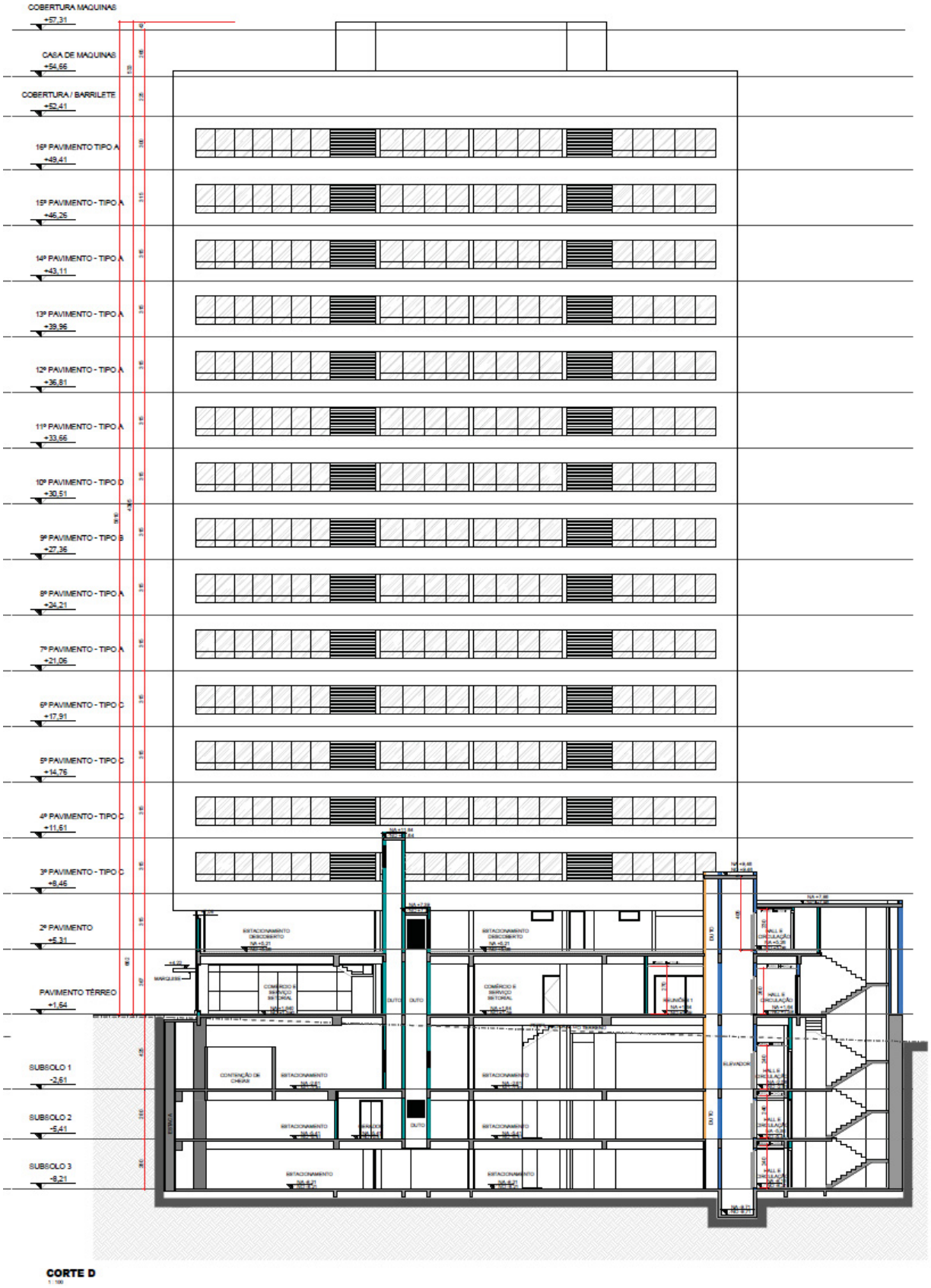
ESTATÍSTICA	
Taxa de Ocupação	69,82%
Taxa de Ocupação subsolo	85,42%
Taxa de Ocupação da torre	49,66%
Taxa de permeabilidade do lote	4,43%
Coeficiente de aproveitamento	3,97

Fonte: A autora, dados captados dos projetos fornecidos pela incorporadora (2023)

Onde a taxa de ocupação é a relação entre a projeção horizontal da edificação e a área do terreno, condicionada ao percentual máximo permitido pela legislação municipal; O coeficiente de aproveitamento é a razão entre a área total construída e a área do terreno, definindo o limite de volume edificável; E a taxa de permeabilidade: porcentagem de solo não impermeabilizado, essencial para a infiltração de águas pluviais e o equilíbrio do microclima urbano.

O edifício foi entregue em 2018 e iniciou sua ocupação em 2019, com capacidade máxima de 558 ocupantes distribuídos pelos 16 pavimentos quando em lotação plena, segundo projetos. Em levantamento in loco realizado nos anos de 2023 a 2025, identificaram-se empresas dos setores de marketing, investimentos e finanças, clínica de estética, operadora telefônica, call center, clínicas médicas, construtoras, incorporadoras, escritórios administrativos dos ramos alimentício e esportivo, além de espaço de coworking que abriga diversas empresas de diferentes segmentos, contabilizando uma ocupação média de mais de mil usuários por dia. Observou-se também que, após a pandemia, muitas organizações passaram a adotar o modelo híbrido de trabalho, reduzindo o número de funcionários diários em suas sedes e exigindo estratégias mais dinâmicas de gestão de áreas e sistemas prediais. Em reconhecimento às práticas de sustentabilidade incorporadas ao projeto, o empreendimento conquistou a certificação LEED Platinum, categoria que exige pontuação superior a 80 pontos no sistema de avaliação ambiental desenvolvido pelo Green Building, o edifício atingiu 98 pontos. A figura 2 apresenta um corte transversal do edifício para melhor visualização da disposição dos pavimentos e das áreas comuns.

Figura 2 – Corte de projeto



Fonte: Incorporadora do edifício (2016)

5.5 CRITÉRIOS DE PONTUAÇÃO

Os quesitos representam os requisitos fundamentais exigidos para que uma edificação seja elegível à certificação LEED, correspondendo às condições mínimas que não geram pontuação mas constituem pré-requisitos indispensáveis à candidatura (USGBC, 2013). Já os créditos englobam ações opcionais capazes de agregar pontos adicionais, promovendo maior eficiência energética, uso racional de água, qualidade do ambiente interno e inovações de design que elevam a sustentabilidade do empreendimento (USGBC, 2013). De acordo com o diagnóstico elaborado pela empresa responsável pela certificação LEED, no Quadro 4 estão apresentadas as categorias analisadas no processo, bem como a pontuação atingida em cada uma delas.

Quadro 4 - Categorias e pontuação obtida pelo empreendimento

Categoria	**Código**	**Pontuação conquistada**
Terrenos Sustentáveis	SS	25
Eficiência no uso da água	WE	10
Energia e atmosfera	EA	35
Materiais e recursos	MR	7
Qualidade do ambiente interno	IEQ	11
Inovação e Design	ID	6
Prioridade Regional	PR	4
Pontuação total		**98**

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

Os quesitos e créditos atendidos pelo empreendimento foram sistematizados, destacando-se aqueles passíveis de análise na fase de pós-ocupação e já selecionados para acompanhamento na fase de avaliação. A avaliação pós-ocupação é essencial para verificar o desempenho real das medidas adotadas, confrontando os resultados operacionais com as metas projetuais e identificando necessidades de ajustes.

Neste estudo, são examinados os pré-requisitos e créditos passíveis de avaliação na fase pós-ocupação da edificação. Embora muitos desses itens tenham sido implementados durante as etapas de projeto e execução, sua manutenção contínua ao longo do período de ocupação permanece essencial, uma vez que afeta diretamente o conforto e o desempenho para os usuários. Os pré-requisitos e créditos aplicáveis exclusivamente às fases de projeto e obra foram desconsiderados nesta análise. Nos quadros 4.1 a 4.7, apresentam-se os pré-requisitos e créditos atendidos pelo Empreendimento A.

5.5.1 Terrenos Sustentáveis

Quadro 4.1 - Requisitos e créditos em terrenos sustentáveis

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
	Pré-requisito	Prevenção da poluição na atividade da construção	---	Não
	Crédito 1	Seleção do terreno	1	Não
a	Crédito 2	Densidade urbana e conexão com a comunidade	5	Sim
	Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	---	Não
b	Crédito 4.1	Transporte alternativo: acesso ao transporte público	6	Sim
c	Crédito 4.2	Transporte alternativo: bicicletário e vestiário para os ocupantes	2	Sim
d	Crédito 4.3	Transporte alternativo: uso de veículos de baixa emissão	3	Sim
	Crédito 4.4	Transporte alternativo: área de estacionamento	---	Não
	Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço: proteção e restauração do habitat	1	Não
	Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço: maximizar espaços abertos	1	Não
e	Crédito 6.1	Projeto para águas pluviais: controle da quantidade	1	Sim
f	Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais: controle da qualidade	1	Sim
	Crédito 7.1	Redução da ilha de calor: áreas descobertas	1	Não
	Crédito 7.2	Redução da ilha de calor: áreas cobertas	1	Não
g	Crédito 8	Redução da poluição luminosa	1	Sim
	Crédito 9	Guia de projeto e construção para inquilinos	1	Não

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Densidade urbana e conexão com a comunidade – O empreendimento está a até 800 m de área residencial com densidade média de 25 u/ha, dispõe de pelo menos 10 serviços básicos num raio de 800 m e possui acesso para pedestres entre o edifício e esses

serviços. Com o tempo, novos empreendimentos comerciais e residenciais intensificaram oferta de serviços e acessos na região.

b) Transporte alternativo: acesso ao transporte público – Localiza-se a menos de 400 m do terminal de ônibus e de dois pontos adicionais, com cerca de 1 300 viagens diárias, reduzindo a poluição e estimulando o transporte coletivo.

c) Bicicletário e vestiário – Oferece 17 vagas para bicicletas (3 % dos ocupantes) e vestiários com quatro chuveiros (2 femininos e 2 masculinos), atendendo pelo menos 0,5 % dos colaboradores.

d) Uso de veículos de baixa emissão – Das 115 vagas de estacionamento, 6 são reservadas a veículos de tecnologias limpas (GNV, elétricos ou Nota Verde) e ficam próximas às entradas do edifício ou aos elevadores.

e) Controle de quantidade de águas pluviais – Implementou-se um plano de gerenciamento que reduz em 25 % o volume e a vazão de escoamento, considerando a chuva máxima em 24 h com retorno de 2 anos. Instalaram-se calçadas de pavers e um sistema de captação de água da chuva aproveitando os 560 m² do telhado.

f) Controle de qualidade de águas pluviais – Foi instalado um filtro fino de areia na saída da drenagem para retenção de sedimentos.

g) Redução da poluição luminosa – Todas as aberturas translúcidas ou transparentes com visão direta para iluminação não emergencial têm persianas automatizadas que reduzem a transmitância a menos de 10 % entre 23 h e 5 h.

5.5.2 Eficiência no uso da água

Quadro 4.2 - Requisitos e créditos em eficiência no uso da água

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
a	Pré-requisito 1	Redução do consumo de água	---	Sim
b	Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	4	Sim
c	Crédito 2	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	Sim
d	Crédito 3	Redução do consumo de água – 30% a 40%	4	Sim

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Redução do consumo de água – A instalação das louças indicadas reduziu em 20 % a demanda de água, para 1 622,54 m³/ano, o que representa 38 % de economia no consumo total; o vaso dual-flush ¾, 8 L, isoladamente assegura 43 % de redução.

b) Uso eficiente de água no paisagismo – O paisagismo foi projetado sem sistema de irrigação permanente e conta com torneiras restritas que utilizam exclusivamente água da chuva.

c) Tecnologias inovadoras para águas servidas – O sistema alternativo de abastecimento atende a 50 % da demanda de descargas (mínimo de 812 m³/ano). A água da chuva captada em 560 m² de cobertura é armazenada em cisterna, totalizando 840 m³/ano, o que reduz em 68 % o consumo de água potável nas descargas e em 61 % o consumo total do edifício.

d) Redução do consumo de água – 30 % a 40 % – A substituição de metais e louças promove aproximadamente 38 % de economia. Com o uso de água da chuva nas descargas, a economia sobe para 60 %; com reuso de águas cinzas, atinge-se 56 % de redução.

5.5.3 Energia e Atmosfera

Quadro 4.3 - Requisitos e créditos em energia e atmosfera

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
a	Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	---	Sim
	Pré-requisito 2	Desempenho mínimo de energia	---	Não
b	Pré-requisito 3	Gestão fundamental de gases refrigerantes	---	Sim
c	Crédito 1	Otimização do desempenho energético	21	Sim
d	Crédito 2	Geração local de energia renovável	4	Sim
	Crédito 3	Comissionamento avançado	2	Não
	Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	---	Não
	Crédito 5.1	Medições e verificações – base do edifício	3	Não

e	Crédito 5.2	Medições e verificações – sub medições de inquilinos	3	Sim
f	Crédito 6	Energia verde	2	Sim

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Comissionamento dos sistemas de energia – a envoltória maximiza o aproveitamento de iluminação natural e integra-se ao projeto luminotécnico e ao sistema HVAC para minimizar ganho de calor e garantir conforto térmico. o sistema de iluminação inteligente, instalado em todas as áreas comuns, reduz em pelo menos 50 % a densidade de potência instalada em ambientes internos e externos, integrando iluminação artificial e natural. todos os circuitos dispõem de desligamento automático por sensores de presença ou programadores horários. a iluminação externa opera por relés fotoelétricos, acionando-se apenas na ausência de luz natural. o ar-condicionado atende à eficiência da norma ASHRAE 90.1-2007, cumprindo requisitos operacionais e de qualidade do ambiente interno.

b) Gestão de gases refrigerantes – nenhum equipamento de climatização ou combate a incêndio utiliza refrigerantes à base de CFC.

c) Otimização do desempenho energético – a performance energética alcança redução de 50 % em relação ao baseline LEED para edifícios novos.

d) Geração local de energia renovável – foram instalados painéis fotovoltaicos na cobertura da casa de máquinas, abrangendo área de 45 m², para geração in loco de energia limpa.

e) Medições e verificações – cada inquilino conta com submedição de consumo e um protocolo de ações corretivas caso os resultados não alcancem as metas de economia de energia.

f) Energia verde – o fornecimento de energia renovável é contratado por, no mínimo, dois anos, assegurando que 35 % do consumo total do empreendimento seja proveniente de fontes limpas.

5.5.4 Materiais e recursos

Quadro 4.4 - Requisitos e créditos em materiais e recursos

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
a	Pré-requisito 1	Depósito e coleta de recicláveis	---	Sim

	Crédito 1	Manutenção de paredes, pisos e telhados existentes	---	Não
	Crédito 2	Gerenciamento de resíduos da construção	2	Não
	Crédito 3	Reuso de materiais	---	Não
	Crédito 4	Conteúdo reciclado	2	Não
	Crédito 5	Materiais regionais	2	Não
	Crédito 6	Madeira certificada	1	Não

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Depósito e coleta de recicláveis – Deve ser provido um espaço central de fácil acesso, com área mínima de 26,00 m², destinado à coleta e ao armazenamento de materiais recicláveis de todo o edifício, contemplando, no mínimo, papel, papelão, vidro, plástico e metais.

5.5.5 Qualidade do ambiente interno

Quadro 4.5 - Requisitos e créditos em qualidade do ambiente interno

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
a	Pré-requisito 1	Qualidade mínima do ar interno	---	Sim
b	Pré-requisito 2	Controle ambiental do fumo	---	Sim
c	Crédito 1	Monitoramento da qualidade da captação de ar externo	1	Sim
d	Crédito 2	Aumento da ventilação	1	Sim
	Crédito 3	Plano de contr. Da qualidade do ar interno – durante a construção	1	Não
	Crédito 4.1	Materiais de baixa emissão – adesivos e selantes	1	Não
	Crédito 4.2	Materiais de baixa emissão – tintas e revestimentos	1	Não
	Crédito 4.3	Materiais de baixa emissão – sistemas de piso	1	Não
	Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão – compostos de madeira e agrofibra	1	Não

e	Crédito 5	Controle de partículas químicas e poluidoras	1	Sim
f	Crédito 6	Controlabilidade de sistemas – conforto térmico	1	Sim
	Crédito 7	Conforto térmico – projeto		Não
g	Crédito 8.1	Luz natural e visibilidade externa – luz natural	1	Sim
h	Crédito 8.2	Luz natural e visibilidade externa – visibilidade externa	1	Sim

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Qualidade mínima do ar interno – Os espaços internos devem possuir ventilação mista, combinando sistemas de ventilação natural e mecânica, atendendo às vazões mínimas definidas pela norma aplicável.

b) Controle ambiental do fumo – É proibido fumar em todas as áreas internas do empreendimento, bem como num raio de 8 m de portas, janelas e tomadas de ar externo.

c) Monitoramento da qualidade da captação de ar externo – Implantar sistema permanente de monitoramento da qualidade do ar captado externamente, com registro contínuo e alertas em caso de parâmetros fora dos limites preestabelecidos.

d) Aumento de ventilação – Adotar vazão de ar externo 30% superior ao mínimo exigido pela norma; manter na convenção condominial a especificação da vazão mínima de ar externo e os procedimentos de manutenção.

e) Controle de partículas, compostos químicos e poluentes – Áreas como depósito de materiais de limpeza, salas com múltiplas unidades de impressão e depósito de produtos químicos devem contar com exaustão dedicada e portas com fechamento automático.

f) Controlabilidade de sistemas – Prover controle individual do sistema de climatização para pelo menos 50% dos ocupantes; disponibilizar janelas operáveis para ocupantes localizados até 6 m de profundidade a partir da fachada e 3 m para ambos os lados; manter área mínima de abertura equivalente a 4% da área de piso de cada sala. Neste empreendimento, 73% dos ocupantes dispõem de controle individual e as janelas atendem à área mínima exigida.

g) Luz natural – Garantir que 75% dos espaços regularmente ocupados recebam níveis adequados de iluminação natural; instalar dispositivos de controle de ofuscamento, como cortinas, persianas ou rolos.

h) Visibilidade externa – Assegurar aberturas que cumpram os requisitos normativos de visibilidade externa em no mínimo 90% dos espaços regularmente ocupados.

5.5.6 Inovação e Design

Quadro 4.6 - Requisitos e créditos em inovação e design

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
	Crédito 1	Inovação em design	5	Não
	Crédito 2	Profissional acreditado LEED	1	Não

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

5.5.7 Prioridade Regional

Quadro 4.7 - Requisitos e créditos em prioridade regional

	Tipo	**Descrição**	**Pontuação obtida**	**Passível de análise pós ocupação**
a	Crédito 1	WEc3 – Redução do consumo de água – 40%	1	Sim
b	Crédito 2	EAc2 – Geração local de energia renovável – 1%	1	Sim
	Crédito 3	MRc2 – Gerenciamento de resíduos da construção	1	Não
	Crédito 4	MRc6 – Madeira certificada – 100%	1	Não

Fonte: A autora, dados captados dos documentos fornecidos pela incorporadora (2025)

a) Redução no uso da água, redução do consumo superior a 40%.
b) Geração local de energia renovável através dos painéis fotovoltaicos.

5.6 RESULTADOS E ANÁLISES

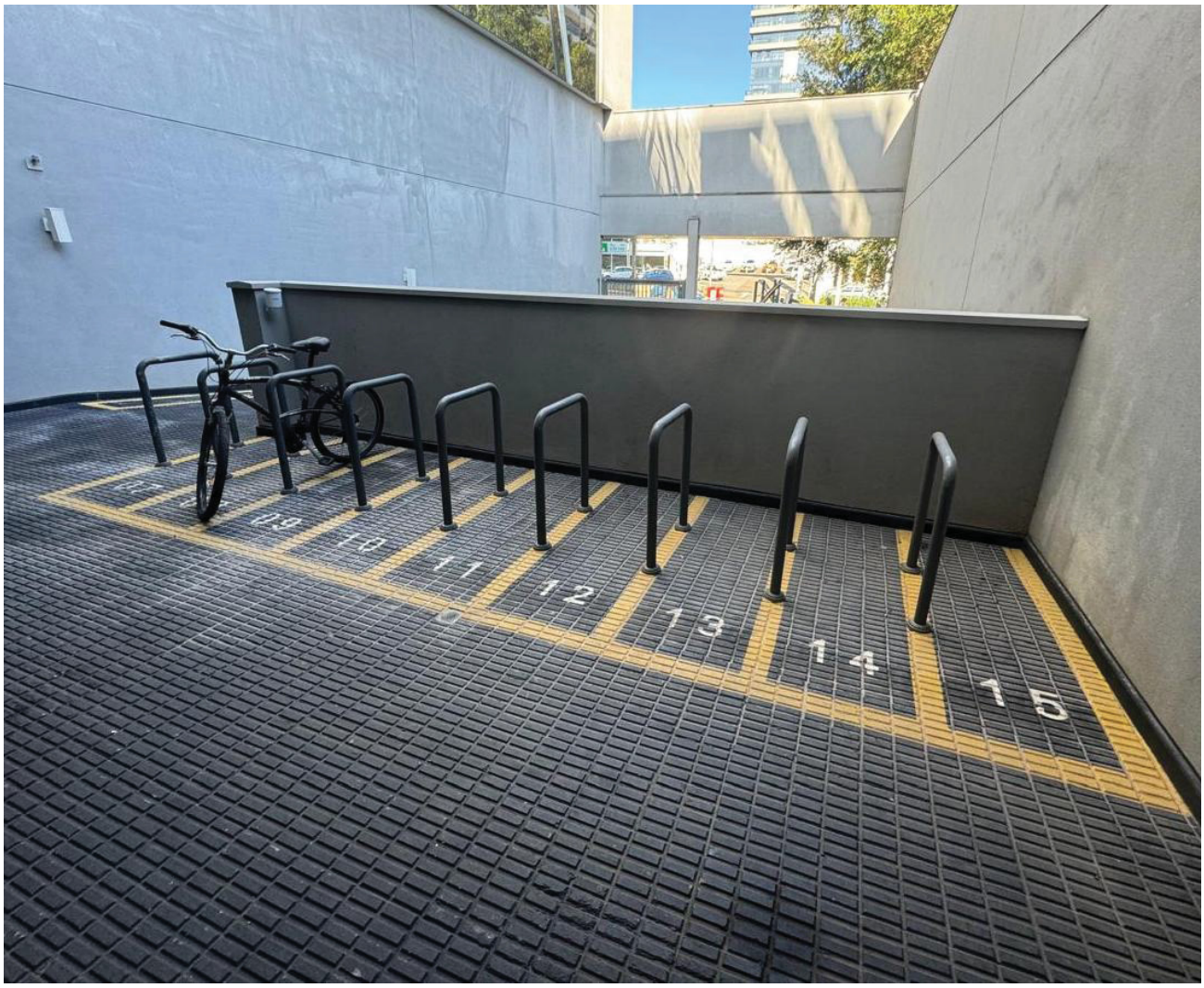
O empreendimento A está localizado em área de fácil acesso, no município de Curitiba, em região de vocação mista residencial, comercial e corporativa. A região dispõe de infraestrutura urbana completa, incluindo terminais de transporte coletivo, pontos de ônibus, supermercados, unidades de saúde, farmácias, estabelecimentos comerciais em

geral, postos de combustíveis e um parque municipal a poucos metros, que oferece opções de lazer.

O edifício disponibiliza dezessete vagas destinadas ao estacionamento de bicicletas (figura 3) e quatro chuveiros nos vestiários. Durante todas as visitas in loco realizadas para análise do funcionamento do empreendimento, verificou-se que as vagas permaneciam subutilizadas, o que pode ser explicado pelo relevo acidentado de Curitiba e pela ampla variação climática característica da região.

Adicionalmente, o empreendimento oferece cinco bicicletas compartilhadas para uso dos usuários, possibilitando deslocamentos para almoço, lazer ou retorno domiciliar, com devolução no dia seguinte. Contudo, não houve divulgação eficaz desse serviço junto aos usuários e, até o ano de 2024, a administração do condomínio desconhecia sua existência.

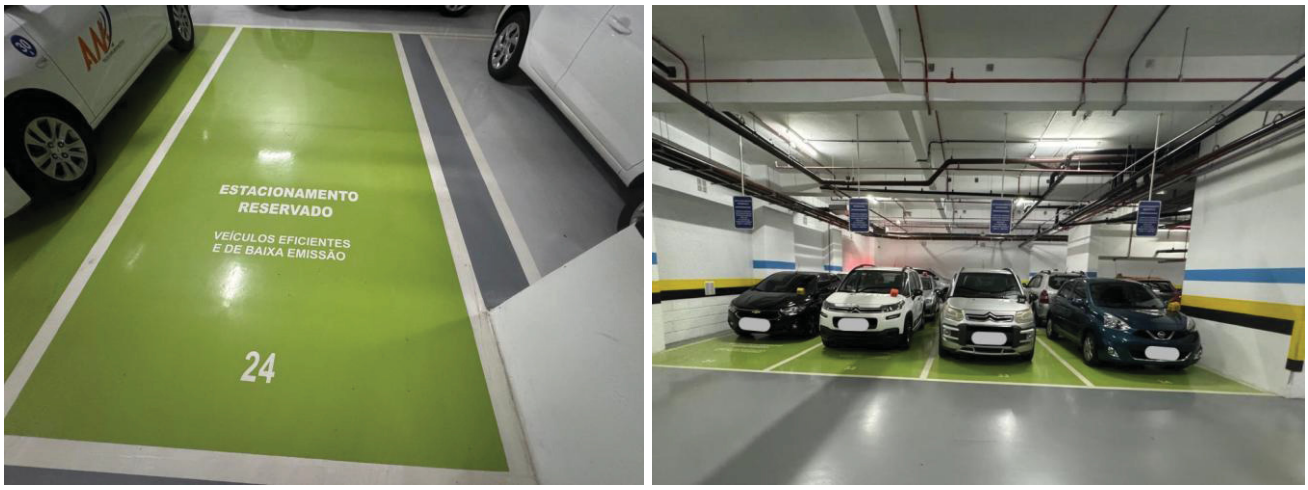
Figura 3 – Bicicletário



Fonte: A autora (2024)

O sistema de estacionamento dispõe de 116 vagas, das quais 5 % (seis vagas) são reservadas a veículos de alto desempenho ou de baixa emissão. A gestão do estacionamento é realizada por empresa terceirizada, sem previsão de descontos para veículos movidos a GNV, energia elétrica ou similares, o que resulta na utilização das vagas especiais por veículos convencionais. Constatou-se elevada taxa de ocupação das vagas disponíveis, gerando lista de espera para usuários mensais junto à operadora. Na figura 4, ilustra-se uma vaga destinada a veículo de baixa emissão ocupada por veículo comum, situação recorrente entre os usuários do empreendimento.

Figura 4 – Vaga para veículo de baixa emissão



Fonte: A autora (2024)

Constatou-se que o empreendimento realiza captação de água pluvial para atendimento ao crédito 6.1 do LEED – SS, contribuindo para a mitigação do escoamento superficial do terreno. Entretanto, não há registro volumétrico para controle da quantidade de água captada, o que inviabiliza a avaliação quantitativa da eficiência do sistema. O monitoramento da qualidade da água ocorre semanalmente e é realizado pelo síndico, abrangendo tanto o recurso advindo do telhado verde — armazenado para uso interno — quanto o efluente submetido ao filtro de areia antes de seu lançamento na rede pública de esgoto.

Figura 5 – Telhado verde

Fonte: A autora (2024)

A fachada do empreendimento é inteiramente constituída por vidro translúcido; contudo, não foi implementado sistema de persianas automatizadas nem dispositivos de atenuação que promovam a redução mínima de 50 % da potência luminosa no período de 23 h às 5 h, o que resulta em elevada visibilidade dos ambientes internos a partir do exterior. Na Figura 6, evidencia-se a edificação em plena operação noturna, condição esta que deveria contemplar o atendimento ao crédito 8 do IEQ – Redução da Poluição Luminosa, conforme diagnóstico LEED e orientações da empresa certificadora.

Figura 6 – Iluminação interior de dia e à noite

Fonte: A autora (2024)

Em seus quatro primeiros anos de operação, até 2022, a taxa de ocupação do empreendimento não ultrapassou 78 %, reflexo direto dos impactos da pandemia de COVID-19 sobre os regimes de trabalho. Com o retorno gradual das atividades em 2022, diversas empresas implementaram modelos híbridos, ocasionando variações no uso efetivo dos espaços corporativos. Entre abril e maio de 2023, registrou-se 100 % de ocupação em termos de locação de unidades, porém tal indicador refere-se exclusivamente à totalidade de salas contratadas, sem correspondência automática ao número real de ocupantes presentes no edifício.

O edifício foi equipado com louças e metais de baixa vazão, o que proporcionou redução de 38 % no consumo de água em relação a dispositivos convencionais. Conforme ilustrado na Figura 7, o condomínio é responsável pela manutenção e substituição desses equipamentos sempre que necessário. Adicionalmente, implementou-se sistema de captação de água de chuva em uma área de 706 m², destinado ao abastecimento de bacias sanitárias e torneiras externas, satisfazendo o pré-requisito de redução de consumo hídrico.

Figura 7 – Louças e metais utilizados no edifício

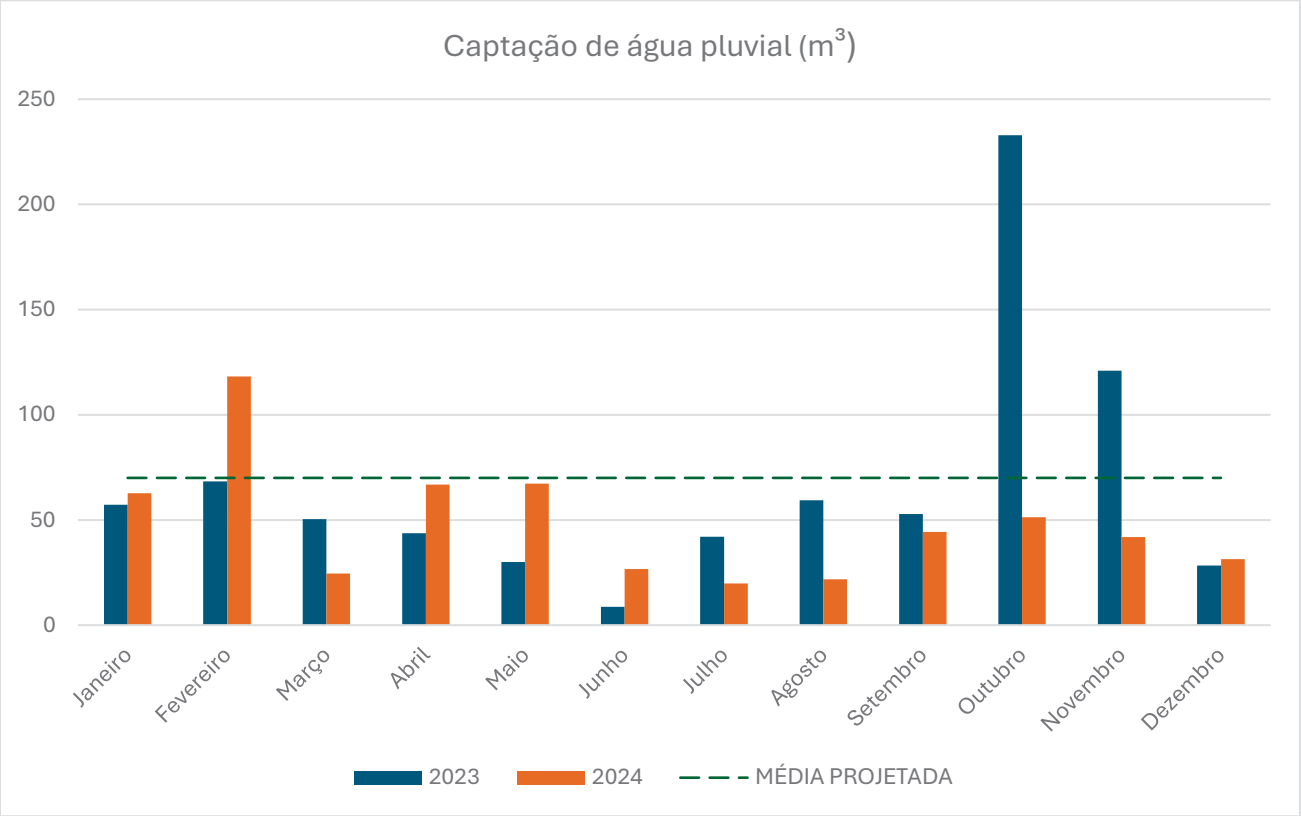
Fonte: A autora (2024)

O edifício em questão adotou o uso de espécies vegetais nativas que não demandam irrigação suplementar, razão pela qual não há consumo de água potável destinado a essa finalidade. O empreendimento foi projetado com um sistema de captação e tratamento de águas cinzas, originalmente previsto para abastecer os sistemas de descarga sanitária. No entanto, o elevado custo de manutenção dos equipamentos inviabilizou sua operação contínua.

Durante a fase de certificação, a área prevista para captação de água pluvial era de 560 m², inferior à área efetivamente executada, que totalizou 706,00 m². Ainda assim, conforme os registros pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a captação não atingiu o volume mínimo exigido para suprir o consumo anual estimado do

edifício, que era de 840 m³, conforme demonstrado no gráfico 1. Nos dois anos analisados, os volumes captados foram inferiores à média projetada de 70,00 m³ mensais, sendo registrados 66,24 m³/mês em 2023 e 48,07 m³/mês em 2024. Tal discrepância é atribuída às intensas alterações climáticas observadas nos últimos anos, que resultaram em significativa redução do índice pluviométrico anual.

Gráfico 1 – Volume captado de água nos anos de 2023 e 2024



Fonte: A autora (2024)

Com base nos dados disponibilizados pelo INMET, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) e da estação meteorológica Curitiba A807, foi considerada a área de cobertura destinada à captação, bem como o coeficiente de escoamento definido nos projetos técnicos. Em 2023, foram captados 794,87 m³ de água da chuva, o que correspondeu a 17,74% do consumo total do edifício. Já em 2024, mesmo com uma redução ainda mais acentuada no volume de chuvas, foram captados aproximadamente 576,83 m³, representando 27,34% do consumo total. Esse aumento percentual, apesar da menor precipitação, deve-se à realização de manutenções corretivas e preventivas no edifício, que resultaram em expressiva redução do consumo hídrico global.

A demanda anual estimada para descargas sanitárias convencionais seria de 2.434,00 m³, conforme projeção realizada por meio da metodologia Baseline. Esta metodologia consiste na simulação de um edifício gêmeo virtual, com mesma área,

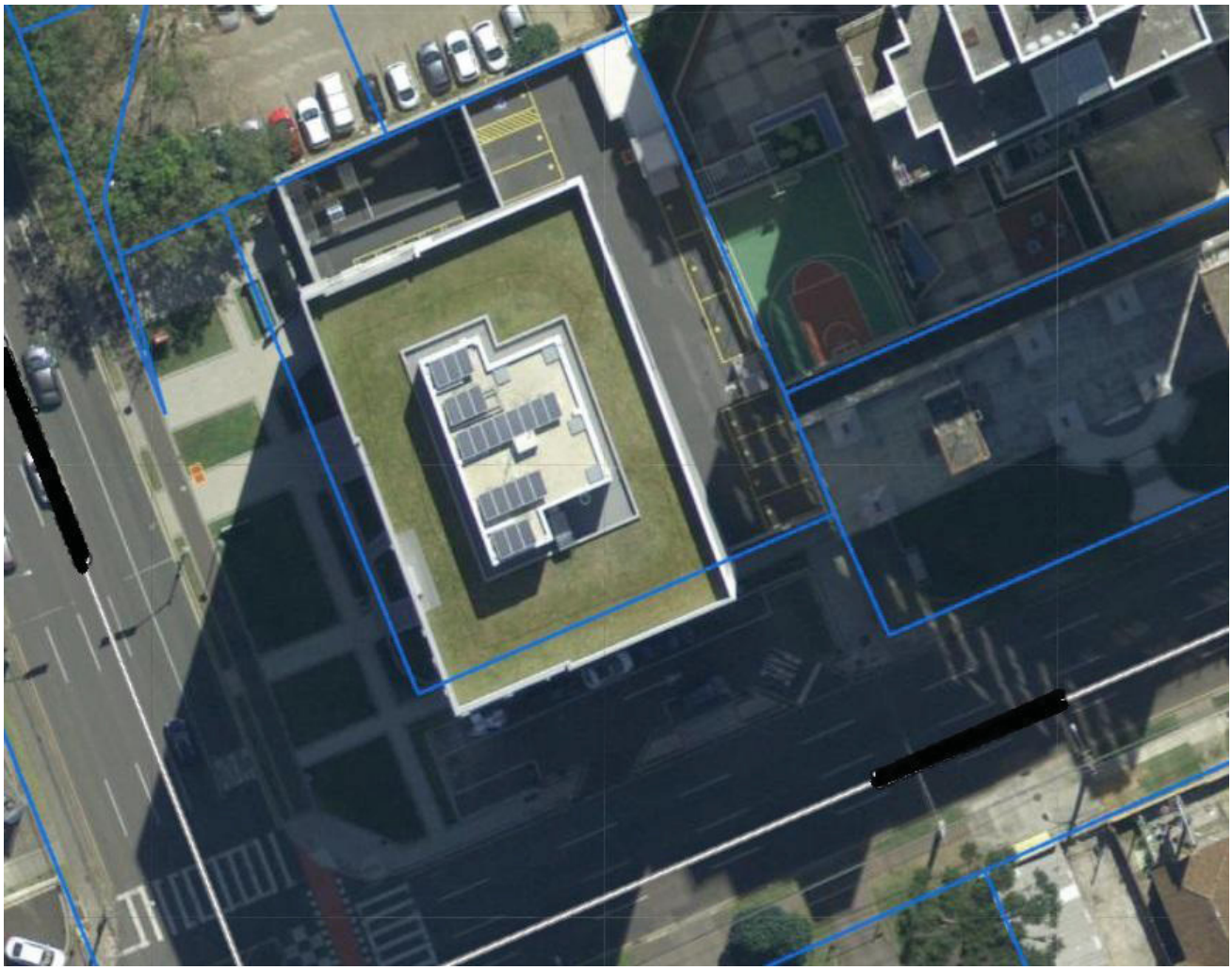
características e padrões de consumo, atendendo exclusivamente aos requisitos mínimos estabelecidos pela norma ASHRAE 90.1-2007, conforme disposto no Apêndice G da referida norma.

Entretanto, o empreendimento em análise, por atender aos critérios de certificação ambiental, optou pela instalação de vasos sanitários com sistema dual-flush (¾, 8L), o que reduziu a demanda projetada para descargas, considerando 100% da ocupação prevista, para 1.460,00 m³ anuais. Tal medida representa uma redução de 40,02% no consumo de água destinado às descargas sanitárias. Ressalta-se que esse dado não pôde ser mensurado diretamente durante a fase de ocupação, uma vez que não há medição exclusiva para esse tipo de consumo. Ademais, o número médio de usuários registrados foi significativamente superior ao projetado, atingindo aproximadamente 1.012 pessoas por dia.

Segundo os projetos técnicos e os documentos de certificação, as descargas sanitárias correspondem a cerca de 65% do consumo total de água do edifício. Considerando a ocupação real, o consumo total anual estimado seria de 6.750,30 m³, dos quais 4.414,70 m³ seriam destinados a vasos sanitários e mictórios, conforme projeção *Baseline*. A adoção de sistema de captação de água pluvial contribuiu para a redução do consumo de água potável destinada às descargas, com economia de 27% em 2023 e 41,81% em 2024. Quando somadas as estratégias de uso de água da chuva e a instalação de louças sanitárias eficientes, verifica-se uma economia total no consumo de água potável do edifício de 45,41% no ano de 2023 e de 77,29% em 2024.

No quesito Energia e Atmosfera, foi identificada a instalação de 22 módulos fotovoltaicos na cobertura da casa de máquinas da torre do empreendimento, número inferior aos 27 módulos previstos no projeto de certificação, conforme ilustrado na Figura 8. Esses módulos são responsáveis pela geração de energia elétrica a partir da radiação solar, contribuindo para a redução da demanda energética proveniente da rede pública.

Figura 8- Vista aérea do imóvel



Fonte: A autora, de geocuritiba (2024)

Além disso, os sistemas de climatização instalados apresentam baixo consumo energético, e a estratégia de ventilação natural foi cuidadosamente planejada, demonstrando bom desempenho para a maioria dos ambientes de escritório. O projeto da envoltória do edifício também contribui para a eficiência energética, com materiais que apresentam baixo ganho térmico, reduzindo a carga térmica interna.

O consumo energético com iluminação é igualmente otimizado, uma vez que o edifício foi projetado com aberturas e elementos de fachada que favorecem o aproveitamento da luz natural durante grande parte do dia. Como resultado dessas estratégias integradas, as instalações do empreendimento possibilitam uma redução de aproximadamente 52,59% no consumo de energia elétrica em comparação com a projeção *baseline*. Os medidores de consumo de energia elétrica são individuais para cada sala (quatro por pavimento), enquanto as áreas comuns dispõem de dois medidores no total. Para aferir com maior precisão a eficiência

energética, será elaborado um terceiro artigo que incluirá dados detalhados de consumo, os quais serão integrados a esta dissertação.

O empreendimento adota sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos, realizado de forma individual por cada unidade. Essa abordagem gera variação na qualidade da segregação: algumas empresas limitam-se a separar resíduos orgânicos dos recicláveis, ao passo que outras discriminam vidro, plástico, papel e metal. A diversidade do público — em termos de perfil e frequência de uso — dificulta a manutenção de programas contínuos de capacitação e sensibilização sobre gestão de resíduos.

O edifício conta com depósito interno exclusivo para resíduos recicláveis, os quais são encaminhados semanalmente a uma empresa especializada para beneficiamento. A separação prévia no depósito é realizada pelos colaboradores do empreendimento, garantindo o correto destino dos materiais recicláveis.

5.7 CONCLUSÃO

A análise do Empreendimento A, certificado LEED Platinum com nota de 98 pontos na versão ID+C v3, cumpriu plenamente o objetivo de apresentar suas características físicas, funcionais e operacionais, detalhando os pré-requisitos e créditos conquistados segundo as diretrizes do USGBC, e de verificar sua efetividade na fase de ocupação. As 16 lajes corporativas distribuídas em 9 064 m² de área computável, o coeficiente de aproveitamento de 3,97 e o projeto bioclimático integrado à envoltória de vidro demonstram um esforço projetual para maximizar iluminação natural e conforto térmico, enquanto as soluções de automação luminotécnica das áreas comuns e climatização asseguram redução de cargas térmicas e de demanda energética.

Na prática, o empreendimento atingiu redução média de 52,6 % no consumo de energia em relação ao baseline LEED, resultado da otimização de sistemas HVAC, sensoriamento de presença e submedição por sala, além da geração local de energia renovável por meio de painéis fotovoltaicos – embora em menor número que o previsto originalmente. No uso da água, a combinação de louças de baixo fluxo e a captação de água pluvial em 706 m² de cobertura permitiu economias de 45,4 % em 2023 e 77,3 % em 2024, mesmo diante de volumes pluviométricos inferiores aos projetados. O edifício também se destaca pela gestão de resíduos seletiva e pela garantia de qualidade do ar interno, com monitoramento contínuo e controle de ventilação acima dos requisitos normativos.

Entretanto, a avaliação pós-ocupação apontou lacunas operacionais que podem comprometer a manutenção dos créditos ao longo do ciclo de vida. A subutilização do bicicletário e a ocupação indevida de vagas para veículos de baixa emissão evidenciam a necessidade de ações de engajamento e políticas tarifárias; a ausência de registro volumétrico no sistema de captação de águas pluviais e a não conformidade no controle de poluição luminosa, com iluminação interna visível durante a noite, revelam fragilidades no monitoramento e na manutenção contínua dos sistemas.

Para reforçar o desempenho sustentável e assegurar a conformidade permanente, recomenda-se a implantação imediata de instrumentos de medição volumétrica e de controle digitais para consumo de água e energia, combinados a campanhas de sensibilização junto aos usuários sobre mobilidade ativa e uso responsável dos recursos. Propõe-se, ainda, auditorias semestrais de eficiência, revisões na política de estacionamento e a instalação de persianas automatizadas externas para minimizar a poluição luminosa. Em futuras pesquisas, comparativos entre diversos empreendimentos LEED Platinum em Curitiba e o uso de plataformas integradas de gestão predial (BMS com IoT) podem oferecer percepções valiosas para aprimorar práticas operacionais e consolidar boas práticas no setor da construção sustentável.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R**. Eficiência energética em edificações corporativas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ASSOCIATION AMÉRICAINE DE CHAUFFAGE, DE RÉFRIGÉRATION ET DE CLIMATISATION (ASHRAE). ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007: **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, GA: ASHRAE, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Perfil dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil.** Brasília: MMA, 2005. Disponível em: https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/. Acesso em: 12 set. 2023.

CONDOMÍNIOS VERDES. **Manual de certificação ambiental LEED para edifícios comerciais**. São Paulo: Condomínios Verdes, 2013. Disponível em: https://www.condominiosverdes.com.br/. Acesso em: 24 set. 2023.

DEL MAR, L. **Avaliação pós-ocupação de edificações certificadas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

DIAGNÓSTICO LEED: **Edifício Corporativo**. Empresa Responsável pela Certificação, Curitiba, 2016.

FLEURY, A.; WERLANG, D. (Orgs.). Construção sustentável: tendências e desafios. São Paulo: Editora Sustentare, 2025.

GEOCURITIBA. Base cartográfica e imagens de satélite para Curitiba. Curitiba: Geocuritiba, 2024. Disponível em: https://geocuritiba.ippuc.org.br/basecartografica/. Acesso em: 12 mar 2024.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. J. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Pesquisa exploratória em ciências sociais**. In: **Metodologia e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019. p. 23-45.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Earth Overshoot Day**. Disponível em: https://www.overshootday.org. Acesso em: 12 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa** (BDMEP). Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br. Acesso em: 18 jun. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, D. F. **Pesquisa qualitativa: fundamentos e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **LEED v3 for Commercial Interiors (ID+C) Reference Guide.** Washington, DC: USGBC, 2013. Disponível em: https://www.usgbc.org/resources. Acesso em: 10 abr. 2024.

6 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED NO QUESITO DE CONSUMO DE ÁGUA

Kátia Carolina Hunhoff Botelho
Sérgio Fernando Tavares

6.1 RESUMO

O presente estudo analisou o desempenho hídrico de um edifício corporativo certificado LEED Platinum em Curitiba (Empreendimento A), comparando seu consumo real de água potável com as projeções de certificação e com um edifício não certificado de perfil semelhante (Empreendimento B). Adotou-se abordagem pós-ocupacional, com coleta de faturas mensais da Sanepar entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024, normalização por área construída e número de usuários, além de estimativas de captação pluvial e uso de águas cinzas projetadas. Os resultados evidenciaram que, em relação ao que foi projetado na fase de certificação, o edifício A consumiu mais água em 2023, chegando a até 74,83% a mais. Já em 2024 o consumo foi 27,27% menor do que o projetado. Comparado ao empreendimento B, verificou-se redução em todos os parâmetros ao longo dos dois anos, atingindo os patamares mínimos previstos pela certificação: 68% de economia no consumo total e no consumo por metro quadrado, e 82% por usuário. A variabilidade climática, as falhas operacionais e a desativação do sistema de reuso de águas cinzas configuraram-se como fatores determinantes para o desempenho efetivo. Conclui-se que, embora a certificação LEED promova significativa economia de água, a gestão operacional eficiente e o monitoramento contínuo são essenciais para aproximar os resultados práticos das projeções de projeto.

Palavras-chave: Certificação LEED; Eficiência hídrica; Consumo de água potável; Reuso de águas pluviais; Avaliação pós- ocupação.

ABSTRACT

This study analyzed the water performance of a LEED Platinum-certified corporate building in Curitiba (Building A), comparing its actual potable water consumption with the certification projections and with a similar non-certified building (Building B). A post-occupancy approach was adopted, using monthly water bills from Sanepar between January 2023 and December

2024. Consumption data was normalized by built area and number of users, along with estimates for rainwater harvesting and projected greywater reuse. Results showed that in 2023, Building A consumed up to 217% more water than projected in its certification phase. In 2024, total consumption and consumption per square meter were on average 31% higher than projected, while per capita consumption dropped by 27.27%. Compared to Building B, Building A demonstrated reductions across all parameters over the two years, meeting the certification's minimum thresholds: 68% savings in total and per square meter consumption, and 82% per user. Climate variability, operational failures, and the shutdown of the greywater reuse system emerged as key factors affecting performance. The study concludes that, although LEED certification promotes significant water savings, efficient operational management and continuous monitoring are crucial for aligning practical outcomes with design projections.

Keywords: LEED Certification; Water Efficiency; Potable Water Consumption; Rainwater Reuse; Post-Occupancy Evaluation.

6.2 INTRODUÇÃO

Desde 1970, a Global Footprint Network calcula anualmente o marco do ponto de ruptura de regeneração de recursos, data em que a humanidade passa a consumir mais recursos naturais do que o planeta é capaz de regenerar em um ano. Na primeira edição, essa data ocorreu em 30 de dezembro; em 2023, foi registrada em 2 de agosto, revelando quatro meses de consumo não reposto e um déficit ambiental crescente (Global Footprint Network, 2023).

No contexto desse desequilíbrio, o setor da construção civil se destaca como um dos principais responsáveis pelo consumo de recursos naturais. Globalmente, consome cerca de metade da matéria-prima extraída, 16 % da água potável e 40% da energia gerada, além de produzir aproximadamente 60% dos resíduos sólidos urbanos Tavares (2006). Considerando todo o ciclo de vida das edificações, Santos (2016) enfatiza a necessidade de otimizar o uso desses recursos. No cenário nacional, o setor manteve, em 2023, um crescimento do PIB superior à média da economia brasileira, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC,2023) explana em seu relatório anual, evidenciando sua relevância socioeconômica e a urgência por práticas sustentáveis.

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) tem sido amplamente adotada no Brasil, especialmente em empreendimentos de alto padrão, como estratégia para promover a sustentabilidade. Essa certificação distribui créditos em diferentes categorias, incluindo a Gestão da Água, com o objetivo de reduzir o consumo e o impacto hídrico das edificações. Oliveira e Ruppenthal (2020) destacam que a obtenção de créditos hídricos no LEED pode resultar em até 30% de economia no uso de água potável em edifícios corporativos. Diante disso, surge o seguinte problema de pesquisa: os créditos hídricos atribuídos pela certificação LEED refletem, de fato, economia real de água nas operações das edificações corporativas?

No Brasil, a retirada de água de reservatórios aumentou 290,71% entre 1970 e 2023, considerando todos os setores; somente o uso humano urbano cresceu cerca de 12% na última década ANA (2024). Em Curitiba, a vazão de captação evoluiu de 3,90 m³/s em 1970 para um acréscimo de 205% até 2020, com novo aumento de 3,45% entre 2020 e 2023 ANA (2024). Em 2023, 73,5% desse volume foi destinado ao uso humano urbano e 26,4% à indústria, evidenciando a necessidade de estratégias de redução de consumo hídrico em ambientes corporativos e residenciais.

A aplicação de sistemas de reuso de água em edifícios corporativos tem se consolidado como estratégia eficaz para a redução da demanda por água potável. Estudo realizado por Santos (2019) sobre o reaproveitamento de águas cinzas em um empreendimento comercial em São Paulo demonstrou que a implantação de instalações prediais voltadas à captação e tratamento desse efluente possibilitou uma redução de até 35% na conta de água potável, atendendo ainda às demandas não potáveis para descarga sanitária e irrigação de áreas externas.

Do ponto de vista econômico, a adoção de tecnologias de eficiência hídrica também apresenta retorno significativo. Segundo Exame (2025), grandes complexos de escritórios sustentáveis registram, em média, uma redução de 28% no consumo de água após a instalação de torneiras automáticas, descargas de baixo fluxo e sistemas de reuso, com payback estimado entre 4 e 6 anos, considerando o valor médio da tarifa urbana e a valorização imobiliária proporcionada pela obtenção do selo ambiental.

No contexto regulatório nacional, a Lei n.º 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, estabelece instrumentos de gestão que amparam o reuso e a cobrança pelo uso de recursos hídricos, condicionando a outorga ao enquadramento dos corpos d'água e à manutenção de padrões de qualidade compatíveis com usos múltiplos. A Resolução CONAMA n.º 357/2005, por sua vez, define classes de corpos d’água e parâmetros para a

reutilização não potável de efluentes tratados, fornecendo respaldo legal às práticas de reuso em edificações corporativas.

Ainda que em menor quantidade, estudos brasileiros voltados à avaliação pós-ocupação aplicada à eficiência hídrica têm começado a surgir. Em análise de ambiente urbanizado de interesse social, identificaram-se lacunas na operação dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário, evidenciando a importância de avaliações contínuas após a ocupação para aprimorar o desempenho hídrico e apoiar decisões de retrofit e manutenção preventiva em empreendimentos futuros (Pedrosa; Miranda; Ribeiro, 2016).

Assim, o presente estudo tem por objetivo analisar os dados de consumo de água de um edifício corporativo certificado LEED Platinum, localizado em Curitiba (PR), verificando a influência dos créditos hídricos obtidos na certificação sobre a economia efetivamente gerada, além de comparar o consumo do edifício certificado com o de um edifício não certificado, por metro quadrado e por pessoa.

6.3 METODOLOGIA

Este artigo adota o método científico qualitativo, com abordagem exploratória e natureza aplicada, voltado à análise pós-ocupacional do consumo de água em edificações corporativas. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa é adequada para compreender os significados e práticas associadas aos fenômenos sociais e técnicos observados, enquanto Gil (2017) ressalta que a natureza aplicada busca solucionar problemas concretos, com impacto direto sobre contextos reais. Ao adotar caráter exploratório, este artigo ampliou a compreensão inicial do fenômeno e facilitou a detecção de padrões comparativos (Marconi; L, 2017).

O procedimento metodológico contempla as técnicas de pesquisa documental, de campo e estudo de caso. Analisou-se, documentos técnicos do processo de certificação, como fichas de crédito, memoriais descritivos e projetos hidráulicos, conforme recomendações de Lakatos e Marconi (2010) para pesquisa documental. A etapa de campo envolveu visitas técnicas aos empreendimentos selecionados, coleta sistematizada de dados operacionais e observação direta das condições de uso.

Para o estudo de caso comparativo, selecionaram-se duas torres corporativas situadas em Curitiba (PR). A primeira, certificada pelo sistema LEED Platinum, constitui a unidade principal de análise denominada como empreendimento A; a segunda, sem

certificação ambiental, apresenta características funcionais e construtivas semelhantes, sendo utilizada como referência para contraste empírico, identificada como empreendimento B. A escolha das unidades obedeceu a critérios de tipologia, localização urbana, funcionalidade e disponibilidade de dados. De acordo com Yin (2015), a escolha criteriosa dos limites temporais e geográficos fortalece a robustez analítica e a contextualização dos achados.

A coleta dos dados de consumo foi realizada por meio das faturas mensais de água, emitidas pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), com autorização formal das respectivas administrações prediais. Essas faturas foram organizadas ao longo do período contínuo de observação, de janeiro de 2023 a dezembro de 2024 e normalizadas por área construída (litros/m²) e número de ocupantes (litros/pessoa), conforme metodologia adotada por Mello et al. (2020) em estudos de desempenho hídrico. (APÊNDICE A e B).

A validação dos dados obedeceu a critérios de completude documental, consistência temporal e compatibilidade entre as séries históricas, excluindo-se registros incompletos ou inconsistentes. Além disso, os dados foram triangulados com informações administrativas, registros internos dos empreendimentos e observações presenciais. Essa triangulação, conforme Gerhardt e Silveira (2009), contribui para ampliar a confiabilidade das análises e permitir contextualização operacional do consumo registrado.

Por fim, os dados empíricos da edificação certificada foram confrontados com os valores estimados durante o processo de certificação LEED, permitindo avaliar a aderência entre projeções e prática operacional. A comparação com o desempenho da edificação não certificada possibilitou a construção de indicadores de eficácia da certificação no que se refere à gestão hídrica. Essa abordagem reforça o objetivo investigativo do artigo, contribuindo para a análise crítica dos impactos reais de estratégias sustentáveis em ambientes construídos.

6.4 OS EMPREENDIMENTOS

6.4.1 Empreendimento A

O empreendimento objeto principal deste estudo consiste em uma torre comercial com área construída de 15.467,32 m², composta por três pavimentos de subsolo destinados a estacionamento e 16 pavimentos voltados a áreas corporativas. As unidades são ocupadas por empresas de diferentes setores, tais como call centers, escritórios administrativos,

clínicas de estética, construtoras, incorporadoras, espaços de coworking, entre outras. Esses estabelecimentos apresentam formatos de trabalho diversos e número de funcionários variado, o que resulta em padrões de consumo de água heterogêneos e de difícil mapeamento.

A edificação obteve a mais alta pontuação possível no processo de certificação ambiental LEED, totalizando 98 pontos e recebendo a classificação Platinum. A figura 1, a seguir, apresenta os créditos previstos em projeto relacionados à categoria de eficiência hídrica, conforme os critérios estabelecidos pelo sistema Leadership in Energy and Environmental Design (U.S. Green Building Council, 2023).

Figura 1 – Possível pontuação na categoria de Eficiência no uso da água

Eficiência no Uso da Água (WE)		Possível Pontuação: 10
Pré-req. 1	Redução do Consumo de Água	---
Crédito 1	Uso Eficiente de Água no Paisagismo	4
Crédito 2	Tecnologias Inovadoras Para Águas Servidas*	2
Crédito 3	Redução do Consumo de Água – 30% a 40%*	4

Fonte: Checklist de Pontuação diagnóstico LEED (ANEXO A)

Dentre os créditos atribuídos à certificação ambiental obtida pelo empreendimento, os referentes à eficiência no uso da água para paisagismo e à utilização de sistemas de tratamento de águas cinzas não foram considerados na presente análise. O primeiro crédito baseou-se na adoção da estratégia de não irrigação permanente, por meio do uso exclusivo de vegetação nativa, que dispensa o suprimento hídrico suplementar. Já o segundo não foi efetivamente implementado, uma vez que o sistema de reuso instalado apresentou dificuldades operacionais de manutenção, resultando em sua desativação.

Para fins deste estudo, foram coletados os dados mensais de consumo de água do empreendimento no período compreendido entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024, os quais estão sistematizados e apresentados no quadro 1, a seguir e aferidos no anexo C.

Quadro 1 - Dados de consumo de água potável proveniente da Sanepar empreendimento A

Mês	Consumo (m³) - 2023	Consumo (m³) - 2024
Janeiro	217	101
Fevereiro	82	122
Março	202	135
Abril	312	138

Maio	393	194
Junho	394	214
Julho	343	113
Agosto	563	102
Setembro	185	116
Outubro	401	125
Novembro	315	88
Dezembro	278	85
TOTAL	**3.685**	**1.533**

Fonte: A autora (2024)

Leva-se em consideração que os meses de janeiro e fevereiro são tradicionalmente associados ao período de férias, o que implica em redução significativa do fluxo de pessoas no empreendimento. Além disso, trata-se de um intervalo pós-pandemia, em que diversas empresas adotaram de forma definitiva o modelo de trabalho híbrido, resultando em padrões de ocupação variáveis. Em março de 2023, após o encerramento do período de férias, observou-se a retomada plena da atividade, com ocupação total das unidades corporativas e média diária de ocupação de 1012 pessoas.

6.4.1.1 Diagnóstico LEED

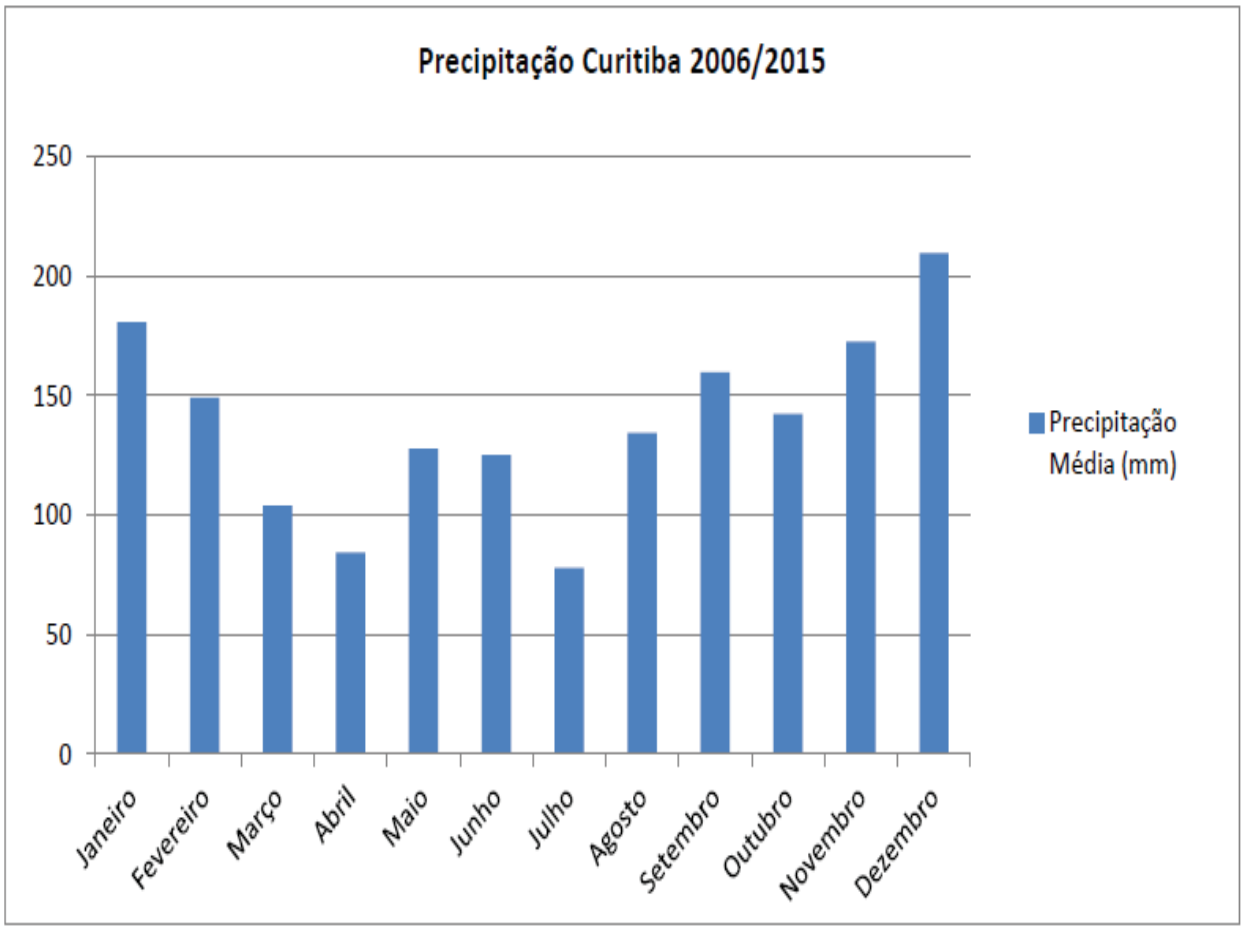
Com base na documentação do Diagnóstico LEED, elaborada em 2016 pela empresa responsável pela certificação, foram obtidas as informações que subsidiam esta análise. O documento contempla as orientações aos projetistas, a revisão dos projetos arquitetônicos e complementares, bem como o cálculo da pontuação final (Anexo F). Para o atendimento aos critérios e créditos exigidos pelo sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), diversas medidas foram adotadas desde a fase de projeto, com destaque para a especificação de louças e metais sanitários de alta eficiência. A redução da vazão de torneiras, chuveiros, vasos sanitários e mictórios permite significativa economia de água, sendo estimada, à época, uma redução de aproximadamente 38,31% no consumo total da edificação.

Adicionalmente, o diagnóstico técnico indicou que, caso fossem plenamente implementadas as estratégias de aproveitamento de águas pluviais e cinzas, seria possível alcançar uma redução de até 68,77% no consumo de água potável. Entre as soluções

previstas, destaca-se o uso da água da chuva em atividades que não exigem potabilidade, como o sistema de prevenção e combate a incêndios, a irrigação de áreas verdes e as descargas de vasos sanitários e mictórios.

A captação da água pluvial é realizada por meio de calhas instaladas na cobertura da casa de máquinas e no telhado verde, cuja área total corresponde a 706,00 m². Para dimensionamento do sistema, foram utilizadas as médias pluviométricas da cidade de Curitiba, com base em série histórica de dez anos disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Média histórica de precipitações em Curitiba – Dados de dez anos



Fonte: INMET apud diagnóstico LEED (2016)

Observa-se, com base nos dados históricos de precipitação, que o mês de julho apresenta o menor potencial de captação de água pluvial, com estimativa de 47,00 m³, enquanto dezembro, tradicionalmente o mês mais chuvoso em Curitiba, alcança capacidade de até 126,00 m³. A água captada da chuva, após passar por processo de filtragem, é armazenada em reservatório com capacidade total de 80,00 m³, dos quais 40,00 m³ são destinados à reserva técnica para combate a incêndios, e os 40,00 m³ restantes são

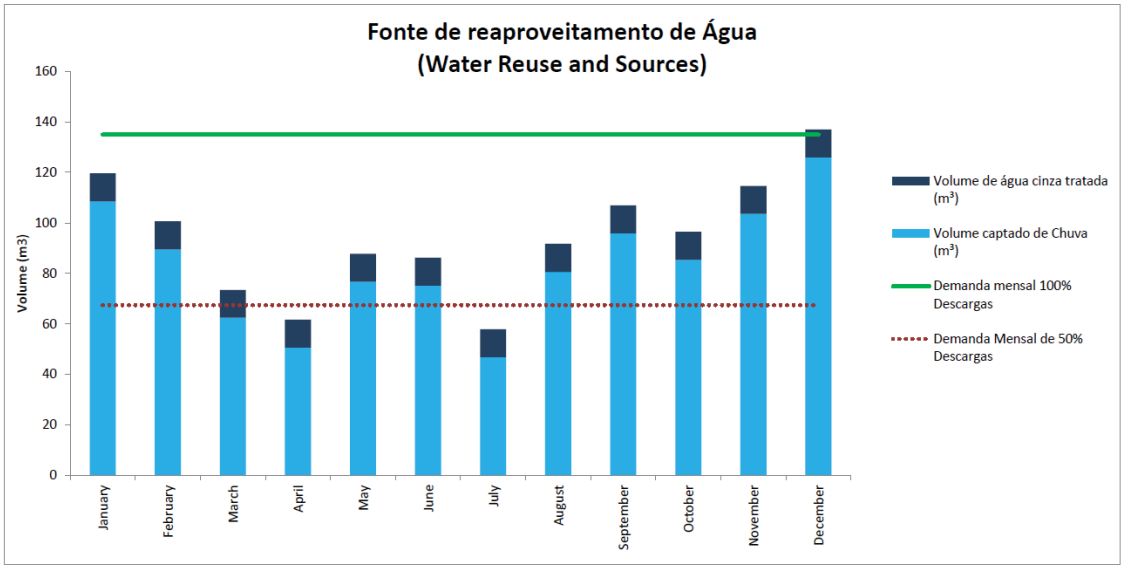
utilizados para abastecimento das descargas sanitárias, com autonomia estimada de até dez dias, conforme relatório técnico do Diagnóstico LEED do edifício.

Para fins de dimensionamento e avaliação, utilizou-se como parâmetro de referência o consumo padrão estabelecido pelo LEED Reference Guide for Green Building Design (2013), denominado Baseline. Trata-se de um modelo computacional voltado à estimativa do consumo hídrico do edifício em estudo. Esse modelo adota os requisitos mínimos de eficiência energética definidos no Apêndice G da norma ASHRAE Standard 90.1-2004, que especifica a geometria, a ocupação, os perfis de uso e as características de todos os sistemas prediais, além de apresentar as tabelas de desempenho de cada equipamento. As eficiências mínimas correspondem às indicadas nas tabelas do referido padrão, sem qualquer ajustamento ao perfil de consumo local.

Através do baseline foi estimado um consumo médio mensal de água potável de 310,00 m³. Ressalta-se que o empreendimento não dispõe de sistema de irrigação permanente, contando apenas com uma torneira externa abastecida por água de reuso proveniente da captação pluvial. O tratamento de águas cinzas foi previsto na fase de certificação, projeto e construção do empreendimento, com o objetivo de reutilizar a água proveniente de lavatórios e chuveiros para fins não potáveis, como descargas sanitárias, irrigação de áreas verdes e lavagem de pisos. Essa estratégia está em consonância com o Decreto Municipal nº 293/2006, que regulamenta a Lei nº 10.785/2003 e estabelece, em seu artigo 6º, que edificações comerciais ou industriais com área computável construída igual ou superior a 5.000,00 m² devem prever e executar sistemas de coleta e tratamento de águas servidas, para uso em atividades que não demandem água potável.

A figura 3 apresenta a projeção da demanda de água para vasos sanitários e mictórios, com base nas relações de uso diário estabelecidas pelo *LEED Reference Guide for Green Building Design* (2013), considerando a ocupação máxima do edifício — 558 pessoas, sendo 503 usuários fixos e 55 visitantes — em comparação com a estimativa de captação de águas pluviais e cinzas disponíveis. O volume de água pluvial foi calculado com base na média histórica de precipitação para Curitiba entre os anos de 2006 e 2015, conforme dados do BDMEP/INMET, enquanto o volume de águas cinzas foi estimado a partir da frequência de uso dos pontos de coleta e da capacidade de tratamento prevista em projeto.

Figura 3 - Demanda de água para vasos e mictórios x fonte de águas pluviais e cinzas



Fonte: Revisão de projeto hidráulico do Edifício pela empresa responsável pela certificação

Assim, conforme aponta o relatório de diagnóstico LEED, a demanda hídrica para abastecimento dos mictórios e reservatórios de vasos sanitários poderia ser suprida integralmente pelas fontes alternativas de água pluvial e águas cinzas. A adoção de equipamentos sanitários de alta eficiência contribui para uma redução estimada de 50% no consumo mensal desses terminais. Considerando a ocupação total do edifício, estima-se um consumo anual de aproximadamente 1.618,90 m³ para mictórios e bacias sanitárias, o que representa 70,51% do consumo total de água do edifício. Ademais, os meses com excedente no volume de água armazenada compensam aqueles com menor índice pluviométrico, garantindo o abastecimento contínuo mesmo em períodos de estiagem.

A seguir, apresenta-se o quadro 2, o qual sintetiza os dados referentes às projeções de consumo de água do empreendimento, estimados com base nas exigências estabelecidas pelas diretrizes da certificação sustentável, visando à obtenção da pontuação correspondente. Os cálculos foram realizados a partir das recomendações normativas e dos parâmetros definidos pela certificação ambiental selecionada, considerando o perfil de uso da edificação e suas respectivas estratégias de eficiência hídrica.

Quadro 2 - Resumo de projeções pela certificação LEED

Número de usuários	558
Area total do empreendimento (m²)	15.467,32
Consumo de água potável (m³/ano) - Baseline	3.721,9961
Consumo de água potável com metais e louças eficientes (m³/ano)	2.296,0978
Consumo de água potável por vasos e mictórios (m³/ano)	1.618,9008

Consumo de água potável - com aproveitamento de água pluvial e águas cinzas em todos os vasos e mictórios (m³/ano)	1.162,1989
Consumo de água potável **por m²** - com aproveitamento de água pluvial e águas cinzas em todos os vasos e mictórios (m³/ano)	0,0751
Consumo de água potável **por usuário**- com aproveitamento de água pluvial e águas cinzas em todos os vasos e mictórios (m³/ano)	2,0828
Projeção de reaproveitamento da água da chuva (m³/ano)	840,00
Projeção de reaproveitamento de águas cinzas (m³/ano)	293,8988

Fonte: A autora, dados captados do diagnóstico LEED (2025)

Esses valores projetados permitem a verificação do desempenho hídrico do sistema predial, bem como o atendimento aos critérios técnicos exigidos para a qualificação do projeto em programas de certificação como o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), conforme indicado pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2022).

6.4.2 Empreendimento B

O empreendimento utilizado como referência comparativa corresponde a um edifício corporativo construído no ano de 1980. Sua seleção fundamentou-se na necessidade de se comparar os consumos hídricos com uma edificação que não dispusesse de sistemas de captação de água pluvial nem de estratégias específicas para redução do consumo, além da exigência de acesso autorizado aos dados operacionais.

O prédio possui área construída de 8.923,15 m², implantado em terreno de 673 m², distribuído em 20 pavimentos, com oito unidades por andar, totalizando 154 salas corporativas. Tal como o empreendimento A, apresenta perfil de ocupação diversificado, com empresas de diferentes segmentos. Sendo sede para empresas de segmentos como advocacia, call center, clinicas odontológicas, laboratório de análises clínicas, cartório, entre outros, perfazendo uma média diária de público registrado no edifício de aproximadamente 600 pessoas.

A seguir estão apresentados no quadro 3 os dados de consumo água da Sanepar nos anos de 2023 e 2024 do empreendimento B, conforme anexo D.

Quadro 3 - Dados de consumo de água potável proveniente da Sanepar empreendimento B

Mês	Consumo (m³) - 2023	Consumo (m³) - 2024
Janeiro	324	323
Fevereiro	330	404
Março	315	464
Abril	486	417
Maio	384	454
Junho	373	401
Julho	361	391
Agosto	385	411
Setembro	462	369
Outubro	577	467
Novembro	532	411
Dezembro	481	398
TOTAL	**5.010**	**4.910**

Fonte: A autora (2025)

O fato de diversas empresas terem adotado o modelo híbrido de trabalho, aliado à variedade das atividades exercidas nas unidades corporativas do empreendimento, contribui para a ocorrência de oscilações no consumo de água. A alternância entre trabalho presencial e remoto impacta diretamente a taxa de ocupação dos espaços ao longo da semana, dificultando a uniformidade dos padrões de demanda hídrica, especialmente em ambientes sanitários e de uso compartilhado.

6.5 RESULTADOS

O sistema de tratamento de águas cinzas implantado no empreendimento, bem como os respectivos reservatórios para armazenamento da água tratada — atualmente fora de operação — encontram-se representados na figura 4. A desativação decorreu do elevado custo associado à manutenção dos equipamentos, considerado oneroso para o condomínio. Ademais, a escassez de empresas especializadas e de profissionais qualificados para execução dos serviços técnicos dificultou a continuidade do funcionamento, exigindo intervenções frequentes devido ao alto nível de impurezas presentes na água proveniente

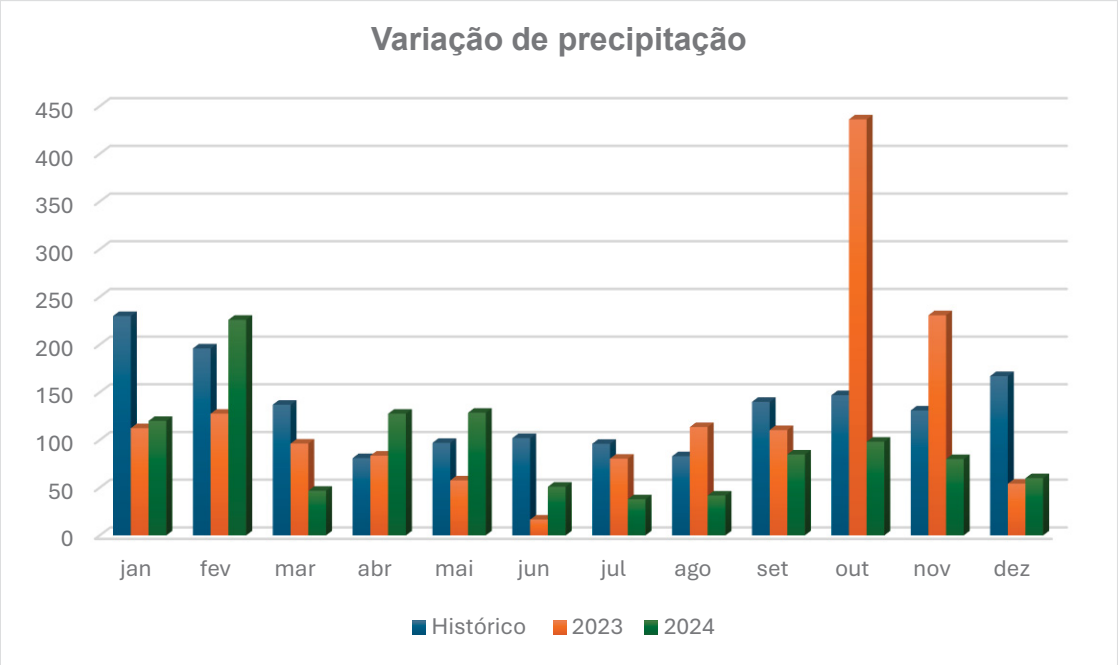
de lavatórios e chuveiros. Nesse contexto, constatou-se que a economia gerada com a redução do consumo de água potável era significativamente inferior ao custo de operação e manutenção do sistema, comprometendo sua viabilidade técnica e financeira.

Figura 4 - Sistema de tratamento e armazenamento de águas cinzas

Fonte: A autora (2024)

A análise da variabilidade pluviométrica é essencial nos estudos hidrológicos aplicados ao planejamento urbano, sobretudo em regiões de clima subtropical úmido, como Curitiba (PR). O gráfico 1 intitulado *"Variação de Precipitação"* apresenta a distribuição mensal de precipitação acumulada, permitindo a comparação entre a série histórica e os dados observados nos anos de 2023 e 2024. Os dados foram obtidos por meio da estação meteorológica automática de Curitiba (A807), disponível no portal de dados históricos do INMET, e demonstram a crescente imprevisibilidade dos padrões pluviométricos na região.

Gráfico 1 - Variação de precipitação histórica e observada (2023- 2024)



Fonte: A autora de INMET (2024)

A série histórica revela um comportamento sazonal marcado por volumes mais elevados de precipitação nos meses de verão, especialmente janeiro, fevereiro e dezembro. De forma geral, os dados históricos indicam relativa estabilidade anual, com variações moderadas entre os meses, seguindo o padrão para a região sul.

Em contrapartida, o ano de 2023 destaca-se por apresentar um pico acentuado no mês de outubro, com precipitação que ultrapassa 440 mm — valor significativamente superior ao observado na série histórica para o mesmo mês. No entanto observa-se que na maioria dos meses ocorreu precipitação inferior à média histórica. O que se repete em 2024, pois verifica-se uma predominância de meses com precipitação abaixo da média histórica. Os meses de janeiro, março, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro registraram índices reduzidos, sugerindo um possível cenário de seca prolongada ou variabilidade climática relevante. Essa distribuição indica redução na regularidade das chuvas, o que pode impactar diretamente a captação de água pluvial em edificações e o planejamento de estratégias sustentáveis.

As discrepâncias entre as séries podem ser atribuídas à atuação de fenômenos atmosféricos de larga escala, como El Niño ou La Niña, bem como a fatores antrópicos ligados à urbanização e alterações no uso do solo, que afetam diretamente o regime hídrico regional (Pereira et. al, 2011).

Devido à inexistência de medidores específicos que quantifiquem o volume de água pluvial efetivamente captado, optou-se pela estimativa da precipitação incidente nos anos de 2023 e 2024. Para tal, considerou-se a área de cobertura do telhado, correspondente a 706,00 m², o coeficiente de escoamento definido nos projetos técnicos e os dados pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). A equação utilizada para o cálculo da captação está representada na figura 5, apresentada a seguir.

Figura 5 - Fórmula para cálculo do volume de água da chuva aproveitável

4.1.6 A disponibilidade teórica de água de chuva para captação depende da precipitação, da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência do sistema de tratamento, podendo ser estimado pela seguinte equação:

$$V_{disp} = P \times A \times C \times \eta$$

onde

V_{disp} é o volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva, expresso em litros (L);

P é a precipitação média anual, mensal ou diária, expressa em milimetros (mm);

A é a área de coleta, expressa em metros quadrados (m^2);

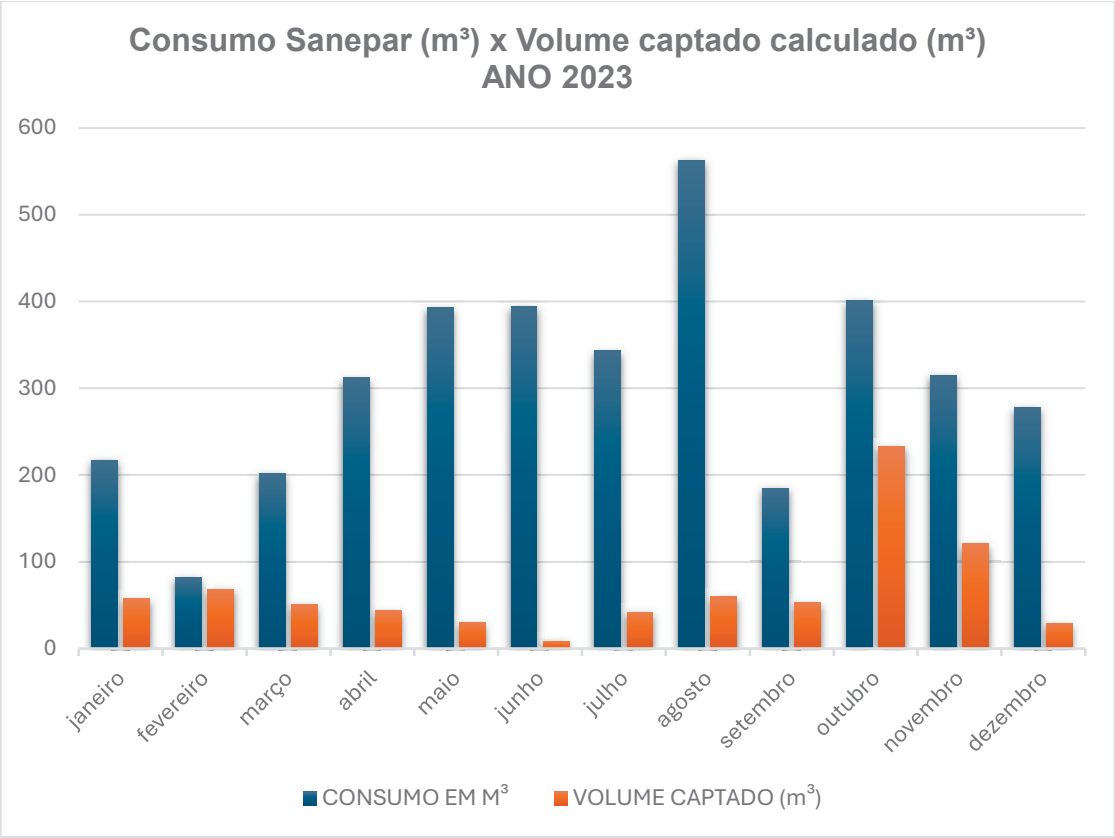
C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff);*

η é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado. Estes dados podem ser fornecidos pelo fabricante ou estimados pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85.

Fonte: NBR 15.527 Aproveitamento de água das chuvas par fins não potáveis

Essa abordagem permitiu a obtenção de uma estimativa confiável do volume potencial de água pluvial aproveitável, fundamental para análises de desempenho hídrico e viabilidade de sistemas de aproveitamento de água da chuva. No Gráfico 2, apresenta-se a análise do consumo mensal de água do empreendimento A ao longo do ano de 2023, em paralelo com o volume estimado de água pluvial captada.

Gráfico 2 - Consumo Sanepar versus volume de água captado calculado no ano de 2023



Fonte: A autora (2025)

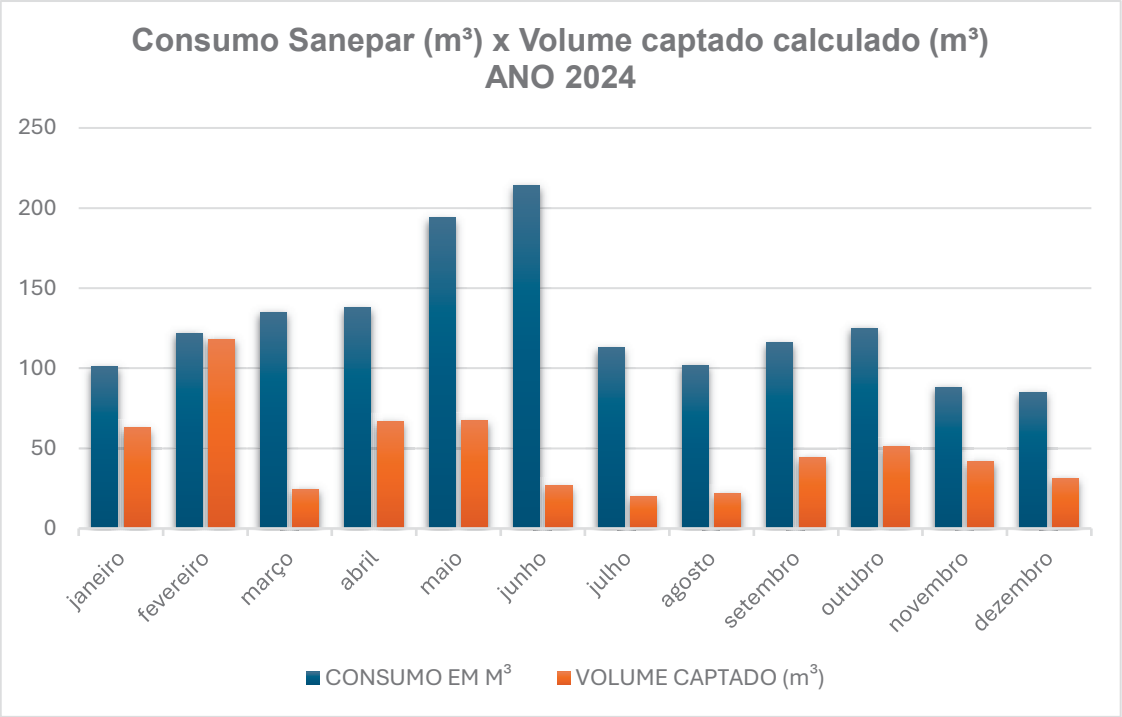
A análise dos dados registrados ao longo do ano de 2023 demonstra que não houve correlação direta entre o aumento da captação de água pluvial e a redução do consumo de água fornecida pela concessionária Sanepar. Constata-se, por exemplo, que o mês de agosto apresentou o maior consumo registrado, embora não tenha sido o período com maior índice pluviométrico. Por sua vez, o mês de outubro — que contabilizou precipitações aproximadamente três vezes superiores à média esperada — também manteve elevado consumo, indicando que a abundância de chuvas não resultou em redução proporcional na demanda de água potável. Fatores como ocorrência de vazamentos, variações no número de usuários, finalidade da ocupação dos escritórios e falhas operacionais podem justificar essa inconsistência.

Durante a fase de certificação ambiental, projetou-se uma captação anual estimada de 840,00 m³ de água pluvial. Contudo, as oscilações observadas no regime de chuvas de 2023 resultaram em um volume efetivamente captado de 794,87 m³, correspondendo a 94,63% da meta estabelecida. No ano de 2024, embora os índices pluviométricos tenham se mantido relativamente próximos à média histórica, o volume acumulado de água captada

foi 31,33% inferior à estimativa inicial, evidenciando a influência direta das anomalias climáticas sobre o desempenho dos sistemas de aproveitamento pluvial.

Tais resultados reforçam a importância de considerar a variabilidade hidrológica regional na modelagem de projetos sustentáveis, sobretudo em contextos urbanos com flutuações significativas na demanda e ocupação.

Gráfico 3 - Consumo Sanepar versus volume de água captado calculado no ano de 2024



Fonte: A autora (2025)

Constata-se que o edifício não dispõe de sistema de medição para quantificar o volume de água pluvial captada e armazenada, tampouco há controle específico quanto à sazonalidade do consumo ou à existência de excedentes. Isso se deve à característica de fluxo contínuo do sistema, que direciona automaticamente a água armazenada para os pontos de uso definidos.

Conforme demonstrado na figura 6, a água de chuva armazenada apresenta aspecto incolor e não possui odor perceptível, características que a tornam adequada para fins não potáveis, como descargas em vasos sanitários e mictórios, conforme os critérios mínimos de potabilidade definidos na NBR 15527:2007.

Figura 6 - Qualidade da água

Fonte: A autora (2024)

Os equipamentos empregados no tratamento das águas pluviais apresentam alto padrão de qualidade, assegurando eficiência no processo e conformidade com os requisitos ambientais. No entanto, observa-se que o potencial de melhoria dos indicadores ambientais poderia ser ampliado com a adoção de sistemas complementares voltados à reutilização de águas cinzas. A incorporação dessa fonte alternativa — proveniente de lavatórios, chuveiros e lavanderias — permitiria a diversificação dos mecanismos de reaproveitamento hídrico, contribuindo significativamente para a redução do consumo de água potável e para o incremento da sustentabilidade da edificação.

O quadro 4 apresenta os dados consolidados de consumo de água potável do Empreendimento A, expressos em valores totais, por metro quadrado de área construída e por usuário. Essa abordagem facilita a comparação dos volumes anuais projetados na fase de certificação com os valores efetivamente medidos em 2023 e 2024, facilitando a avaliação do desempenho hídrico da edificação e a verificação da conformidade com os parâmetros de eficiência dos referenciais técnicos de sustentabilidade aplicáveis. O valor total de consumo *baseline* e pela *projeção LEED* foram ajustados para o número médio de usuários que efetivamente ocupa o empreendimento.

Quadro 4 - Dados de consumo de água potável do empreendimento A

Consumo de água potável	**Baseline**	**Projeção LEED**	**Medido 2023**	**Medido 2024**
Total (m³/ano)	6.750,30	2.107,79	3.685	1.533
Por metro quadrado (m³/ano)	0,4364	0,1363	0,2382	0,0991

Por usuário (m³/ano)	6,6702	2,0828	3,6413	1,5148

Fonte: A autora (2025)

Os valores de referência para o edifício sem medidas de sustentabilidade, constantes na coluna '*Baseline*' do quadro 4, foram adotados como parâmetro comparativo para as projeções da certificação. Em 2023, o consumo total de água potável (3.685 m³/ano), o consumo por metro quadrado (0,24 m³/ano·m²) e o consumo per capita (3,64 m³/ano·usuário) foram 74,83% maior do que a estimativa inicial pela certificação LEED, já quando esse consumo é comparado ao *baseline* observa-se uma redução de 45,41%.

Em 2024, o consumo total de água potável reduziu-se para 1.533 m³/ano, aproximadamente um terço do volume aferido em 2023, em razão da revisão da gestão operacional da edificação, que incluiu manutenção preventiva e ajustes nos processos internos. Resultado esse que frente a baseline representa uma redução de 77,29%, essa redução superou a projetada inicialmente de 68%. Comparado aos parâmetros estabelecidos na fase de projeto LEED, observou-se redução de consumo de 27,27% por m² e per capita. No quadro 5 apresenta-se os dados de consumo de água potável dos edifícios A (certificado) e B (não certificado) referentes aos anos de 2023 e 2024.

Quadro 5 - Dados de consumo de água potável empreendimento A x B

Consumo de água potável medido	**2023**		**2024**	
	EDIFÍCIO A	**EDIFÍCIO B**	**EDIFÍCIO A**	**EDIFÍCIO B**
Total (m³/ano)	3.685	5.010	1.533	4.910
Por metro quadrado (m³/ano)	0,2382	0,5615	0,0991	0,5503
Por usuário (m³/ano)	3,6413	8,3500	1,5148	8,1833

Fonte: A autora (2025)

Quando comparado por metro quadrado de área construída, no ano de 2023 o Edifício A registrou consumo de 0,24 m³/ano, em contraste com 0,56 m³/ano do Edifício B, o que representa economia de 57,57%. Esse percentual mais elevado pode ser explicado pela inexistência de área de garagens no empreendimento B. No parâmetro de consumo por usuário, o Edifício A atingiu 3,64 m³/ano·usuário, enquanto o Edifício B chegou a 8,3500 m³/ano·usuário, indicando redução de 56,39%.

Em 2024, observou-se um resultado mais favorável, em razão do pleno funcionamento do edifício A, com redução de 81,99% no consumo de água potável por m² em comparação ao edifício B, bem como de 81,49% no consumo por usuário. Com relação

ao *baseline* o edifício B consumiu cerca de 25% a mais nos dois anos, tanto por m² quanto por usuário.

6.6 CONCLUSÃO

Neste estudo, analisou-se o desempenho hídrico de um edifício corporativo certificado LEED Platinum em Curitiba (Empreendimento A), comparando seu consumo real de água potável com as projeções de certificação e com o de um edifício não certificado de perfil semelhante (Empreendimento B). Para tanto, foram empregadas faturas mensais da Sanepar (janeiro 2023–dezembro 2024), normalizadas por área construída e número de usuários, e estimativas de captação pluvial e reuso de águas cinzas.

Os resultados evidenciaram que o Empreendimento A extrapolou as metas projetadas em 74,83% a mais no consumo em 2023 e reduziu em 27,27% em 2024, culminando em uma redução de consumo em relação ao baseline de 77,29% neste segundo ano, superando os 68,77% projetados pela certificação. Em relação ao edifício não certificado, observou-se economia mínima de 56,39% no primeiro ano e de 81,49 % no segundo ano, confirmando a eficácia dos créditos hídricos do LEED, ainda que no primeiro ano abaixo dos 68,77% de redução previstos pela certificação.

Constata-se que a variabilidade climática, as falhas operacionais e a desativação do sistema de águas cinzas comprometeram a aderência entre projeções e prática. Esses fatores reforçam a necessidade de gestão operacional eficiente, manutenção preventiva e monitoramento contínuo para maximizar os ganhos de economia de água.

Como limitação, destaca-se a ausência de medição direta do volume de águas pluviais e cinzas efetivamente reaproveitadas, a curta série temporal de dados e a variação na ocupação do empreendimento. Recomenda-se, em trabalhos futuros, integrar sistemas de monitoramento em tempo real e ampliar a análise para diferentes perfis climáticos e tipologias de uso.

Conclui-se que a certificação LEED, aliada a práticas operacionais rigorosas, promove redução significativa do consumo hídrico em edifícios corporativos, mas somente a sincronização entre projeto e operação viabiliza a aproximação dos resultados práticos das estimativas de desempenho sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Relatório de recursos hídricos: oferta e demanda 2024**. Brasília, DF: ANA, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527:2007 – **Aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIATION AMÉRICAINE DE CHAUFFAGE, DE RÉFRIGÉRATION ET DE CLIMATISATION (ASHRAE). ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007: **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, GA: ASHRAE, 2007.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Anuário da Indústria da Construção 2023**. Brasília, DF: CBIC, 2023. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/home/>. Acesso em abril de 2023.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. **Manual de certificações sustentáveis**. São Paulo: CBCS, 2022.

DECRETO MUNICIPAL nº 293, de 2006. Regulamenta a Lei Municipal nº 10.785/2003 – **sistemas de coleta e tratamento de águas servidas**. Curitiba, 2006.

DIAGNÓSTICO LEED: **Edifício Corporativo**. Petinelli, Curitiba, 2016.

EXAME. **Grandes complexos de escritórios sustentáveis**: impactos econômicos da eficiência hídrica. São Paulo: Exame, abr. 2025. Disponível em: https://exame.com/bussola/o-crescimento-dos-escritorios-sustentaveis-e-seu-potencial-para-reduzir-impacto-ambiental/ Acesso em: 10 jan. 2025.

GERHARDT, R.; SILVEIRA, M. dos S. **Triangulação de dados em pesquisa qualitativa: contribuições metodológicas**. Revista Brasileira de Pesquisa Qualitativa, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 45–60, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: Academia.edu - Gil 2017. Acesso em: 21 set. 2024.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Earth Overshoot Day** data 2023. Washington, DC: Global Footprint Network, 2023. Disponível em: https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.242743810.1416169458.1712319257-1955054064.1712319256#/. Acesso em: 03 de abril de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. BDMEP: **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília, DF: INMET, 2024. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos. Acesso em: 30 de abril de 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de levantamento, análise de dados, elaboração e apresentação de relatórios.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MELLO, J. P. de; SOUSA, L. F.; ALMEIDA, R. S. **Desempenho hídrico de edificações corporativas: normalização de dados de consumo**. Revista Engenharia e Sustentabilidade, v. 10, n. 2, p. 45–60, 2020.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

OLIVEIRA, F.; RUPPENTHAL, M. **Eficiência hídrica em edifícios corporativos certificados LEED no Brasil**. Revista Brasileira de Sustentabilidade, v. 5, n. 3, p. 112–128, 2020. Disponível em: https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/v12n2203, Acesso em: 03 de junho de 2023.

PEDROSA, A. B.; MIRANDA, C. E.; RIBEIRO, J. I. **Avaliação pós-ocupação de sistemas de água em habitação de interesse social**. Revista Habitação e Cidades, v. 4, n. 1, p. 23–38, 2016.

PEREIRA, Vágna da Costa; SOBRINHO, José Espínola; OLIVEIRA, Alexsandra Duarte de; MELO, Talyana Kadja de; VIEIRA, Ramon Yogo Marinho. **Influência dos eventos El Niño e La Niña na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN.** *Revista Conhecer: Debate entre o Público e o Privado*, v. 1, n. 1, p. 1–15, 2011. Disponível em: https://conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/influencia%20dos%20eventos.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

SANTOS, C. F. dos. **Otimização do uso de recursos naturais no ciclo de vida de edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SANTOS, L. H. **Reaproveitamento de águas cinzas em empreendimento comercial em São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

TAVARES, S. F. **Sustentabilidade na construção civil: uso de recursos naturais e impactos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. LEED v4 **for Building Design and Construction** – Reference Guide. Washington, DC: USGBC, 2013.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods.** 5. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2015.

7 AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM CERTIFICAÇÃO LEED NO QUESITO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Kátia Carolina Hunhoff Botelho
Sérgio Fernando Tavares

7.1 RESUMO

Este estudo teve por objetivo comparar o consumo energético das áreas comuns de um edifício corporativo certificado com o selo LEED Platinum (Edifício A) ao de uma edificação similar não certificada (Edifício B), bem como confrontar esses valores com as projeções estimadas durante a fase de certificação, para que isso fosse possível projetou-se o consumo de todo o edifício através dos dados reais de consumo do 13º pavimento. Para tanto, foram coletados dados mensais de consumo de janeiro de 2023 a dezembro de 2024 junto à concessionária Copel e normalizados por área construída (kWh/m²) e por ocupante (kWh/pessoa). Os resultados evidenciaram que o Edifício A superou as metas LEED, registrando redução de até 58,50% no consumo por metro quadrado em comparação à previsão de 943 MWh/ano e de 73,86% em relação ao baseline de 1 497 MWh/ano. Em confronto direto com o edifício não certificado, o consumo específico do Edifício A foi 53,19% inferior por kWh/m², ainda que o indicador de kWh/pessoa se mantivesse 40,92% superior, refletindo maior demanda por cargas coletivas. Esses achados confirmam a eficácia das estratégias de projeto, comissionamento e operação adotadas, atestando a robustez da certificação LEED Platinum na promoção de significativa economia energética em edificações corporativas.

Palavras- chave: Eficiência energética, consumo de eletricidade, LEED, avaliação pós-ocupação

ABSTRACT

This study aimed to compare the energy consumption of the common areas of a LEED Platinum-certified corporate building (Building A) with that of a similar non-certified building (Building B), as well as to contrast these values with the projections estimated during the certification phase. To enable this comparison, the total building consumption was projected based on actual consumption data from the 13th floor. Monthly consumption data from

January 2023 to December 2024 were collected from the utility company Copel and normalized by built area (kWh/m²) and by occupant (kWh/person). The results showed that Building A exceeded LEED targets, recording a reduction of up to 24.74% in consumption per square meter compared to the projected 943 MWh/year, and a 52.59% reduction relative to the baseline of 1,497 MWh/year. In direct comparison with the non-certified building, Building A's specific consumption was 53.19% lower per kWh/m², although the kWh/person indicator remained 40.92% higher, reflecting greater demand for shared loads. These findings confirm the effectiveness of the design, commissioning, and operational strategies adopted, attesting to the robustness of LEED Platinum certification in promoting significant energy savings in corporate buildings.

Kaywords: Energy efficiency. Electricity Consumption. LEED. Environmental Certification.

7.2 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a crescente preocupação com a sustentabilidade tem direcionado a concepção e a operação de edificações para práticas que aliam desempenho funcional e responsabilidade ambiental. A adoção de parâmetros de baixo consumo energético tornou-se imperativa segundo Kibert (2016), não apenas pelo impacto econômico associado às contas de energia, mas também pela contribuição à redução de emissões de gases de efeito estufa e ao combate às mudanças climáticas. Conforme estudo publicado pelo Energy Institute (EI) o setor de edificações é responsável por parcela significativa do consumo energético mundial, estimado em cerca de 40% da demanda total de energia e emissões de gases de efeito estufa, sendo que, no Brasil, o segmento comercial e de serviços responde por aproximadamente 12% do consumo elétrico nacional, de acordo com os dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2022, publicado pelo Ministério de Minas e Energia. Esse cenário reforça a urgência de práticas projetuais e operacionais que priorizem o desempenho energético e a mitigação dos impactos ambientais associados.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2023 o consumo setorial cresceu 2,2% na indústria, 5,9% no comércio, 7,8% no setor residencial e 8,5 % no setor público, resultando num aumento geral de 4,4% – sendo o residencial responsável por 31 % do consumo total, a indústria por 35,4% e o comércio por 18,4%. O boletim trimestral da EPE para o primeiro trimestre de 2024 confirma a continuidade dessa alta, evidenciando a

necessidade urgente de estratégias focadas na redução do consumo de energia elétrica e na diversificação das fontes renováveis.

O sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), desenvolvido pelo U.S. Green Building Council, consolidou-se como referência global em certificação de construções sustentáveis. A versão LEED CS para Projetos de Edificação e Construção estabelece critérios rigorosos em diversas categorias, destacando-se a eficiência energética e o desempenho térmico como fatores determinantes para a obtenção de níveis Silver, Gold ou Platinum de certificação. (U.S. Green Building Council, 2017).

Estudos empíricos revelam que edificações certificadas pelo LEED geralmente apresentam consumo energético até 25 % inferior ao de prédios convencionais, embora haja divergências entre projeções de projeto e dados operacionais reais. Newsham *et al.* (2009) demonstraram, por exemplo, que edificações LEED podem consumir até 18% mais energia do que o estimado inicialmente, em função de desvios de uso e manutenção. De modo semelhante, Azar e Menassa (2013) identificaram conflitos entre estratégias de iluminação natural e cargas térmicas que comprometeram parcialmente as metas de consumo previstas no processo de certificação.

No âmbito brasileiro, iniciativas como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e a adoção da norma ABNT NBR ISO 50001:2018 têm estimulado a gestão sistemática do consumo energético em edificações corporativas, mas a literatura carece de comparações diretas entre prédios certificados LEED Platinum e congêneres não certificados operando sob condições climáticas e padrões de ocupação equivalentes.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo comparar o consumo energético das áreas comuns de uma edificação corporativa certificada com o selo LEED Platinum com o de uma edificação similar não certificada, bem como confrontar seus resultados com as projeções estimadas durante a fase de obtenção da certificação. Justifica-se o estudo pela necessidade de compreender o grau de aderência entre o desempenho projetado e o registrado em operação, fornecendo subsídios técnicos para projetistas e gestores prediais na otimização de estratégias energéticas em empreendimentos corporativos.

7.3 METODOLOGIA

A investigação combina natureza aplicada, perfil qualitativo e propósitos exploratórios para examinar o desempenho energético de duas edificações corporativas: uma certificada

com selo LEED Platinum e outra sem certificação, bem como confrontar os dados práticos com as projeções estimadas na fase de obtenção da certificação. A perspectiva qualitativa possibilita compreender as práticas operacionais e o significado do desempenho energético observado (YIN, 2015), enquanto a natureza aplicada orienta-se para a solução de problema real, influenciando diretamente o contexto empresarial (GIL, 2017). A opção pela abordagem exploratória propiciou o aprofundamento progressivo no objeto e o reconhecimento sistemático de padrões comparativos (Marconi; Lakatos, 2017).

Procedeu-se à análise documental de relatórios de viabilidade energética, fichas de crédito e memoriais descritivos do processo de certificação fornecidos pela incorporadora do empreendimento. Na fase de campo, realizaram-se visitas técnicas periódicas às edificações selecionadas para levantamento de dados operacionais, através das faturas da Copel, observação direta das condições de uso e entrevistas semiestruturadas com gestores dos empreendimentos.

O delineamento comparativo considerou duas edificações corporativas contíguas no município de Curitiba, Estado do Paraná. A edificação A, certificada pelo LEED Platinum, constituiu o objeto principal; a edificação B, de características construtivas e funcionais análogas, serviu como parâmetro de referência não certificada. A escolha atendeu aos critérios de tipologia, localização urbana e disponibilidade de dados operacionais, Conforme Yin (2015), a fixação clara de parâmetros espaciais e temporais assegura a validade interna da investigação e aprimora a comparação das evidências.

A coleta de dados energéticos baseou-se nas faturas mensais de energia elétrica fornecidas pela concessionária local, no horizonte temporal que se estende de janeiro de 2023 até dezembro de 2024 para as duas edificações. Para a comparação entre as edificações, utilizou-se apenas do consumo de energia elétrica das áreas comuns. Os valores foram organizados em planilhas (Apêndice C e D) e normalizados por área construída (kWh/m²) e por usuário (kWh/pessoa), conforme metodologia de desempenho energético adotada por Mello *et al*. (2020). Para garantir a qualidade da base, aplicaram-se critérios de completude, consistência temporal e exclusão de registros deficitários, seguindo procedimentos de validação documental e triangulação com registros internos e observações de campo (Gerhardt; Ssilveira, 2009).

Por fim, procedeu-se à comparação entre (a) o consumo real da edificação A e as projeções originais apresentadas no dossiê de certificação LEED, para tanto se fez necessário realizar a projeção de consumo, uma vez que os dados fornecidos contemplam apenas o 13º pavimento, que recebe cerca de 40 pessoas diariamente e (b) o desempenho

energético da edificação A em relação à edificação B. A análise crítica desses indicadores permitiu avaliar o grado de aderência entre as estimativas de design sustentável e o consumo efetivo, bem como mensurar a eficácia da certificação LEED Platinum no contexto corporativo.

7.4 OS EMPREENDIMENTOS

7.4.1 Empreendimento A

O objeto deste estudo consiste em uma torre comercial com certificação com área construída de 15.467,32 m², distribuída em três pavimentos de subsolo destinados ao estacionamento e áreas técnicas, térreo com hall de entrada, áreas comuns e uma sala comercial, segundo pavimento com sala comercial, vagas externas e áreas de convivência, e pavimentos do 3º ao 16º dedicados a atividades corporativas. 5.753,39 m² da área total, são de áreas comuns e técnica, das quais foi captado o consumo mensal durante o período de dois anos. O edifício abriga empresas de diferentes segmentos, incluindo call centers, escritórios administrativos, clínicas de estética, construtoras, incorporadoras e espaços de coworking. Cada andar é equipado com oito medidores de energia independentes. Devido à diversidade operacional e à variação no número de funcionários, os padrões de consumo energético apresentam elevada heterogeneidade, dificultando sua mensuração e análise preditiva.

Para realizar a análise neste estudo foram captados os dados de consumo de energia elétrica das áreas comuns do edifício, através das faturas da concessionaria de energia elétrica que estão demonstradas no quadro 1 a seguir, e podem ser aferidos através do anexo B:

Quadro 1 - Dados de consumo de energia proveniente da Copel: Áreas comuns do empreendimento A

Mês de competência	**Consumo (KWh) 2023**	**Consumo (KWh) 2024**
Janeiro	7.878	8.842
Fevereiro	8.087	9.261
Março	8.634	8.969
Abril	10.187	9.726
Maio	8.659	9.638
Junho	9.386	9.007
Julho	8.763	9.276

Agosto	9.560	9.430
Setembro	9.704	9.855
Outubro	8.626	8.941
Novembro	9.438	10.028
Dezembro	9.204	8.933
TOTAL ANUAL	**108.126**	**111.906**

Fonte: A autora (2025)

Nos meses mais quentes do ano em Curitiba, seria padrão observar um consumo maior de energia, devido ao uso de condicionamento de ar mais intenso, no entanto, esses meses também são característicos de período de férias, reduzindo a utilização de salas de reuniões, áreas de estacionamentos e dos elevadores. O consumo total de energia para essas áreas foi de 108.126 KWh para o ano de 2023 e 111.906 KWh para o ano de 2024.

No Quadro 2, são apresentados os dados de consumo energético relativos ao décimo terceiro pavimento do edifício, fornecidos pela Companhia Paranaense de Energia (Copel). Esses dados resultam da soma das leituras dos oito medidores de entrada instalados no referido pavimento, cujas informações foram disponibilizadas pelo inquilino. As medições servem de base para a projeção do consumo nos demais pavimentos, considerando que o décimo terceiro pavimento apresenta ocupação média diária de aproximadamente 40 usuários em uma área de 644,44 m².

Quadro 2 - Dados de consumo de energia proveniente da Copel: 13º pavimento

Mês de competência	**Consumo (KWh) 2023**	**Consumo (KWh) 2024**
Janeiro	3.393	3.542
Fevereiro	3.470	4.046
Março	3.851	3.478
Abril	3.918	3.798
Maio	3.036	3.416
Junho	3.404	2.957
Julho	3.477	3.037
Agosto	3.295	2.842
Setembro	3.094	3.239
Outubro	3.482	3.174
Novembro	3.229	3.074
Dezembro	4.033	3.147

TOTAL ANUAL	**41.682**	**39.750**

Fonte: A autora (2025)

Eventos climáticos extremos têm provocado variações significativas nas temperaturas em diferentes regiões do Brasil. Curitiba, capital do Paraná, tem vivenciado essa realidade, registrando nos últimos anos meses com padrões meteorológicos atípicos quando comparados às médias históricas. De acordo com dados da Meteoblue (2024), a cidade apresentou temperaturas superiores às esperadas em diversas ocasiões, especialmente durante os períodos de verão e inverno. Esse fenômeno está inserido em um contexto nacional de intensificação dos eventos extremos: conforme relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM), somente em 2023 foram registrados doze eventos climáticos intensos no Brasil, incluindo cinco ondas de calor, das quais duas foram consideradas sem precedentes (OMM, 2024). Complementarmente, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação aponta uma tendência de elevação da temperatura média em todas as macrorregiões do país, com alta confiabilidade científica (Brasil, 2023).

7.4.1.1 Diagnóstico LEED

A edificação em análise obteve a pontuação máxima no processo de certificação ambiental LEED, totalizando 98 pontos, o que lhe conferiu a classificação Platinum. A certificação LEED utiliza um Guia de referência de consumo, o Reference Guide, denominado **Baseline** para estimar o consumo energético de um clone computacional do edifício analisado. Esse modelo adota parâmetros mínimos de eficiência energética, conforme estabelecido no Apêndice G da norma ASHRAE Standard 90.1-2004, o qual define geometria, ocupação, perfis de uso e características de todos os sistemas prediais, bem como apresenta as tabelas de desempenho de cada equipamento. As eficiências mínimas correspondem às especificadas nas tabelas do referido padrão, sem qualquer adaptação ao perfil de consumo local.

A figura 1 apresenta os pré-requisitos e créditos contemplados em projeto referentes à categoria de eficiência energética, denominado ‘Energia e Atmosfera (EA) conforme os parâmetros definidos pelo sistema *Leadership in Energy and Environmental Design* (U.S. Green Building Council, 2023).

Figura 1 - Possível pontuação no quesito Energia e Atmosfera

Energia e Atmosfera (EA)		Possível Pontuação: 37
Pré-req. 1	Comissionamento dos Sistemas de Energia	---
Pré-req. 2	Desempenho Mínimo de Energia	---
Pré-req. 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	---
Crédito 1	Otimização do Desempenho Energético*	21
Crédito 2	Geração Local de Energia Renovável*	4
Crédito 3	Comissionamento Avançado*	2
Crédito 4	Melhoria na Gestão de Gases Refrigerantes	2
Crédito 5.1	Medições e Verificações – Base do Edifício	3
Crédito 5.2	Medições e Verificações – Sub Medição de Inquilinos	3
Crédito 6	Energia Verde	2

Fonte: Checklist de Pontuação diagnóstico LEED (ANEXO A)

Dentre os 37 pontos possíveis na categoria analisada, foram atingidos 35 pontos, sendo apenas o crédito 4 ineficiente para o edifício em questão. Com base na documentação intitulada *Diagnóstico LEED*, elaborada em 2016 pela empresa responsável pela certificação ambiental, foram obtidas as informações que fundamentam a presente análise. O referido documento apresenta diretrizes direcionadas aos projetistas, revisão técnica dos projetos arquitetônicos e complementares, além do detalhamento do cálculo da pontuação final. Essas informações subsidiaram o atendimento aos critérios e créditos estipulados pelo sistema LEED, conforme metodologia adotada pelo *U.S. Green Building Council*.

A partir da fase de projeto, iniciaram-se as análises para implementação de medidas voltadas a sustentabilidade e atendimento de pré-requisitos e de créditos da certificação, realizando o comissionamento dos sistemas de energia. Atentou-se aos sistemas de aquecimento, ventilação e condicionamento de ar e seus respectivos controles, controles de iluminação (natural e artificial), sistemas de aquecimento de água e sistemas de energia renovável para otimização do desempenho energético. Após a simulação, previu-se a instalação de 27 módulos fotovoltaicos em uma área de 45 m² na cobertura da casa de máquinas.

7.4.2 Empreendimento B

Para avaliar a eficiência energética do edifício certificado, procedeu-se à comparação com um edifício não certificado, desprovido de medidas intencionais de redução de consumo. O empreendimento de referência (Empreendimento B) consiste em uma edificação corporativa concluída em 1980, com área construída de 8 923,15 m², dos quais

1.133,15 m² correspondem a áreas comuns, implantada em terreno de 673 m². A torre está distribuída em 20 pavimentos, com oito unidades por andar, totalizando 152 salas corporativas, e é atendida por quatro elevadores. Hall dos elevadores do empreendimento B na figura 2.

Figura 2 – Hall de acesso aos elevadores do empreendimento B

Fonte: A Autora (2025)

No interior do edifício, operam empresas de diversos ramos — clínicas odontológicas e médicas, call centers, escritórios de advocacia, administração, tabelionatos, entre outros — apresentando perfil de ocupação diversificado, similar ao do Edifício A. A média diária de usuários alcança aproximadamente seiscentas pessoas, média fornecida pelo síndico administrador do condomínio, uma vez que não é realizado registro diário de usuários. O quadro 4 apresenta os dados de consumo de energia elétrica das áreas comuns, fornecidos pela Companhia Paranaense de Energia (Copel), relativos aos anos de 2023 e 2024 e podem ser aferidos pelo anexo E.

Quadro 3 - Dados de consumo de energia elétrica proveniente da Copel empreendimento B

Mês	Consumo (KWh) - 2023	Consumo (KWh) - 2024
Janeiro	3.440	3.520
Fevereiro	3.440	4.000
Março	3.520	4.000
Abril	3.840	3.920
Maio	3.760	4.240
Junho	3.920	3.920
Julho	3.920	3.840
Agosto	4.000	4.000
Setembro	3.760	4.000
Outubro	3.760	4.060
Novembro	3.920	3.920
Dezembro	4.080	3.660
TOTAL ANUAL	**45.360**	**47.080**

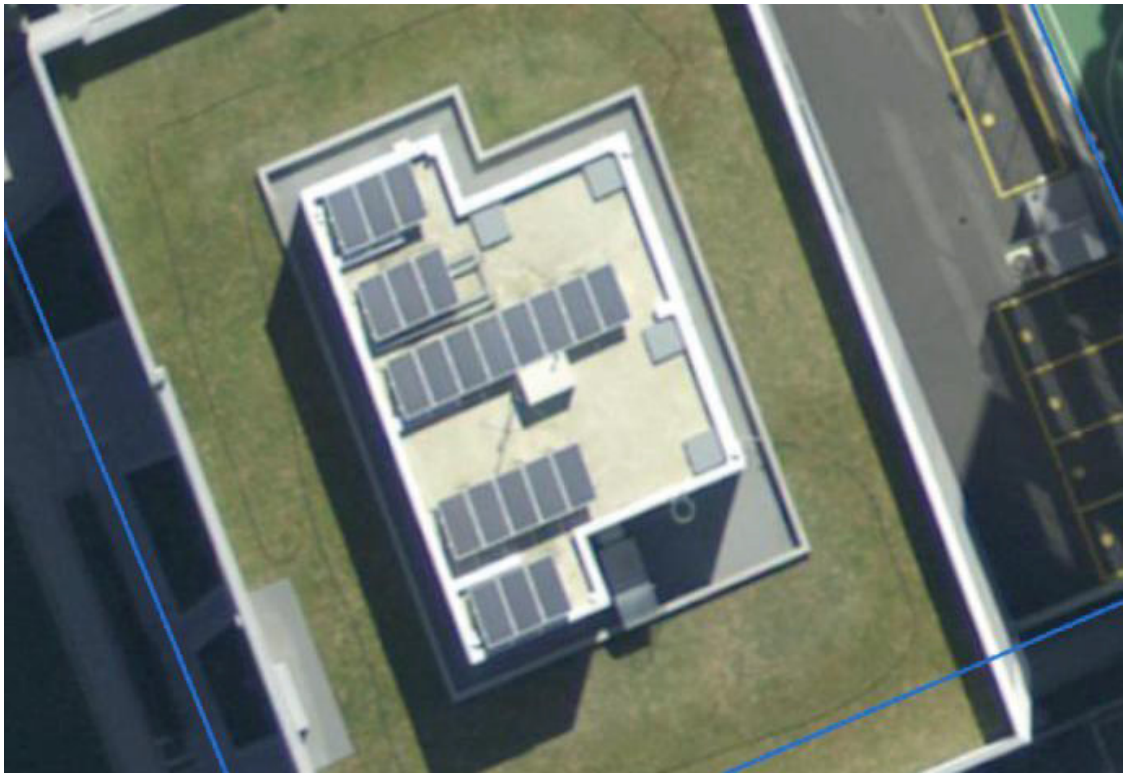
Fonte: A autora (2025)

A adoção do regime híbrido por diversas empresas, aliada à variedade de atividades realizadas nas diferentes áreas corporativas, provoca flutuações no consumo de energia. As trocas entre trabalho presencial e remoto alteram a ocupação dos espaços ao longo da semana, dificultando a estabilização dos padrões de demanda, sobretudo em áreas de uso coletivo. Quando trata-se de consumo energético, o impacto do formato hibrido é menor, pois a iluminação do empreendimento é central e de forma geral, a mesma para 2 ou 10 pessoas que ocupem a mesma sala.

7.5 RESULTADOS

O edifício A atendeu aos três pré-requisitos da categoria Energia e Atmosfera por meio do comissionamento fundamental dos sistemas de energia, da modelagem termoenergética computacional do edifício e de seu baseline virtual, conforme definido no Apêndice G da norma ASHRAE 90.1-2007, da inclusão de cláusula que veda o uso de CFC em todos os equipamentos de climatização e da adoção de refrigerantes de baixo potencial de aquecimento global, em atendimento ao referencial LEED. Para a geração local de energia renovável, projetou-se uma instalação fotovoltaica de 7 kWp, capaz de suprir 1 % da demanda anual (9,43 MWh), cujos painéis ocupam 45 m² de cobertura, conforme ilustrado na figura 3. Atualmente, o edifício não adquire fornecimento de energia verde proveniente de fonte renovável externa.

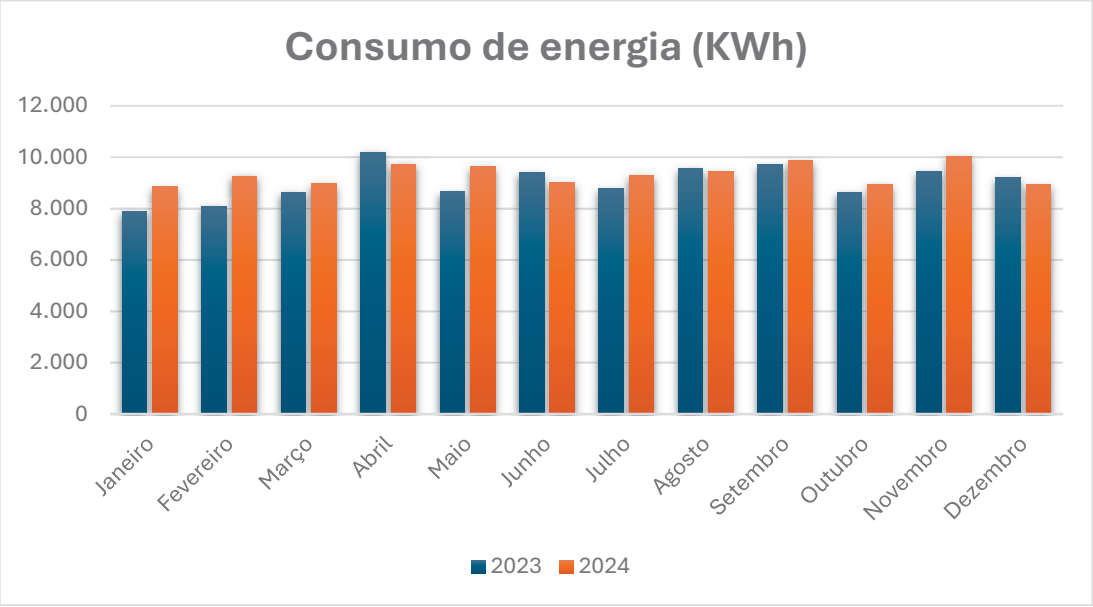
Figura 3 – Imagem aérea do empreendimento A



Fonte: Geocuritiba (2024)

A partir da imagem aérea apresentada na figura 2, visualiza-se a área de cobertura do telhado ocupada pelas células fotovoltaicas, cuja energia gerada reduz o consumo de energia elétrica fornecida pela Copel nas áreas comuns do Edifício A; no gráfico 1, compara-se o consumo energético dessas mesmas áreas nos anos de 2023 e 2024.

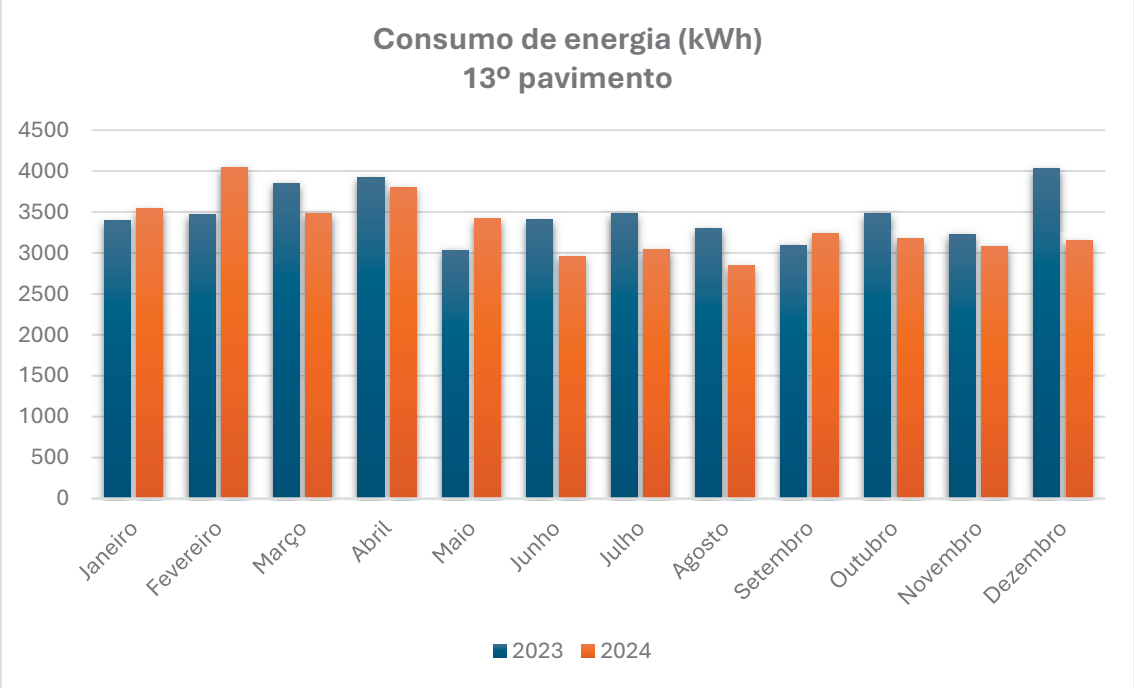
Gráfico 1 – Consumo de energia proveniente da Copel nas áreas comuns do edifício A



Fonte: A autora (2025)

Observa-se linearidade no consumo de energia elétrica das áreas comuns do Edifício A, mantendo-se entre 8 e 10 mil kWh/mês ao longo dos vinte e quatro meses analisados (gráfico 1); de modo semelhante, o consumo do décimo terceiro pavimento (gráfico 2) evidencia picos nos meses de temperaturas elevadas, com destaque para dezembro de 2023, período em que se registrou o segundo dia mais quente da história em Curitiba.

Gráfico 2 – Consumo de energia proveniente da Copel no 13º pavimento do Edifício A



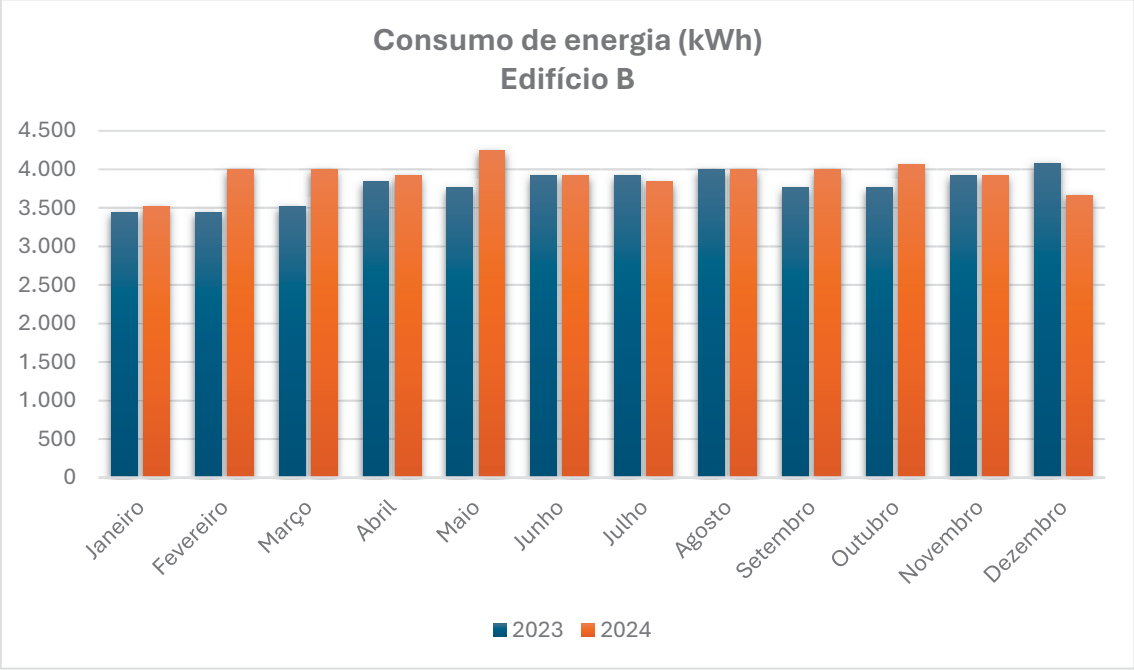
Fonte: A autora (2025)

Conforme apresentado no gráfico 2, o consumo total de energia elétrica proveniente da Copel no décimo terceiro pavimento do Edifício A atingiu 41,68 MWh em 2023 e 39,75 MWh em 2024. Com base nesses valores, realizaram-se duas projeções para o consumo anual do edifício por inteiro: a primeira, fundamentada na média de 40 usuários do 13º pavimento, estimou 1.162,68 MWh para 2023 e 1.117,58 MWh para 2024; a segunda, baseada na área de 644,44 m², projetou 734,97 MWh e 709,69 MWh para os respectivos anos. Essa estimativa justifica-se pela indisponibilidade de dados de todos os inquilinos, permitindo analisar e comparar o consumo real com o previsto na fase de certificação.

Na fase de certificação LEED, previu-se consumo anual de 943 MWh, correspondente a 37 % de redução em relação ao baseline de 1 497 MWh/ano. Entretanto, as projeções revelaram reduções ainda mais significativas: em 2023, o consumo por metro quadrado situou-se 57,03% abaixo da meta LEED e 72,93% inferior ao baseline; em 2024, essas reduções alcançaram 58,5% e 73,86%, respectivamente. Quando a análise considera o número de usuários, as economias foram de 32,02% em 2023 e 34,65% em 2024 em comparação à previsão de certificação, e de 57,18% e 58,84% em relação ao baseline.

Para atender ao segundo objetivo do trabalho, procedeu-se à comparação entre o consumo de energia elétrica de uma edificação certificada (Edifício A) e de outra não certificada (Edifício B).

Gráfico 3 – Consumo de energia proveniente da Copel nas áreas comuns do Edifício B



Fonte: A autora (2025)

O consumo anual de energia no empreendimento B, mostrou uma variação de apenas 3,79% de um ano para o outro, corroborando com o comportamento e ocupação relatados, apesar de mensalmente ocorrerem variações elas podem ser justificadas pela atividade em formato híbrido e pela rotatividade na ocupação das salas.

O gráfico 3 evidencia padrão de consumo estável nas áreas comuns do Edifício B ao longo de 2023 e 2024. A área comum do Edifício B é cinco vezes menor que a do Edifício A, com número de usuários e de elevadores praticamente reduzidos à metade, o que justifica níveis de consumo inferiores. No quadro 4 apresenta-se o consumo anual de energia elétrica total, por m² e per capita, dos edifícios A e B.

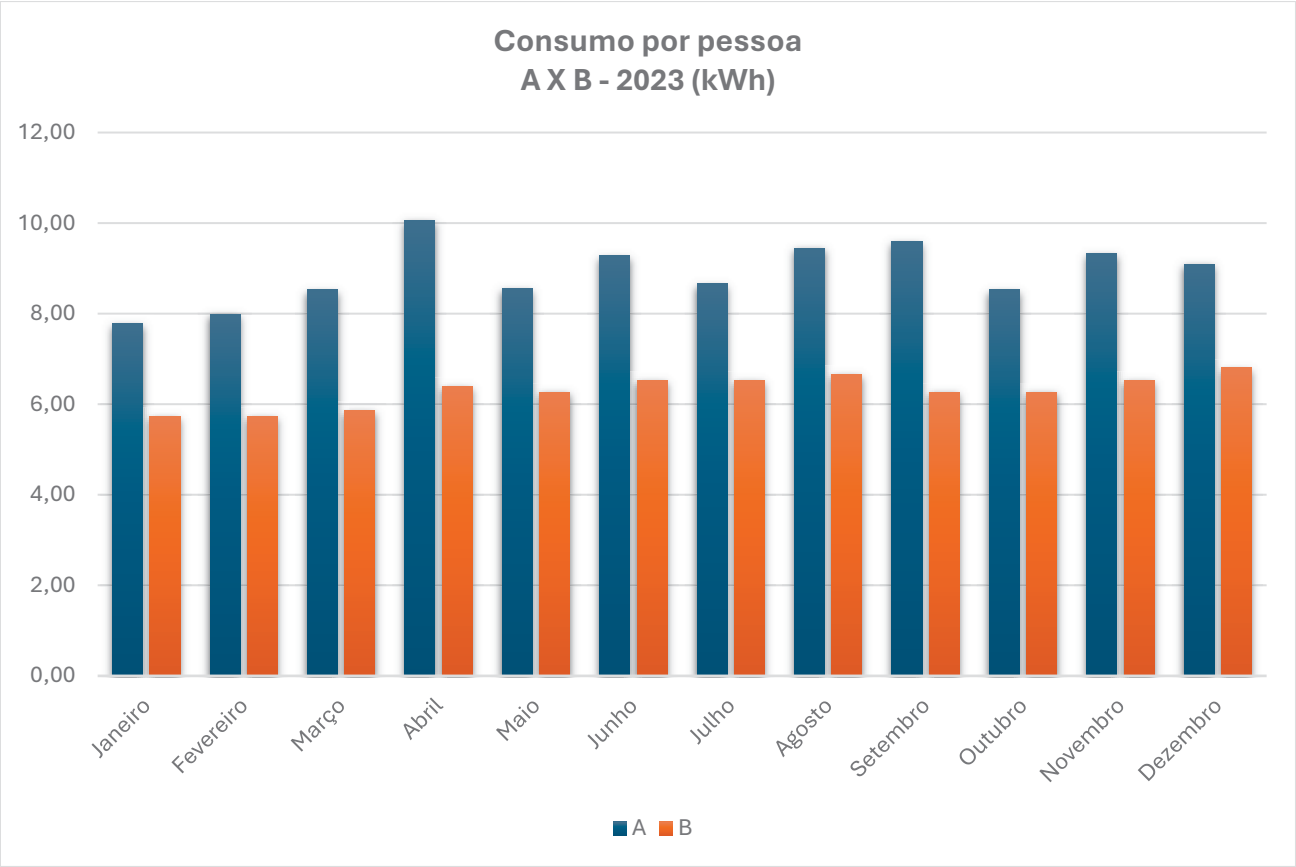
Quadro 4 - Dados de consumo de energia elétrica proveniente da Copel nas áreas comuns dos empreendimentos

AREAS COMUNS				
CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA	EDIFÍCIO A		EDIFÍCIO B	
	EFETIVO 2023 (MWh/ano)	EFETIVO 2024 (MWh/ano)	EFETIVO 2023 (MWh/ano)	EFETIVO 2024 (MWh/ano)
Total	108,126	111,906	45,36	47,08
Por m^2	0,0188	0,0195	0,0400	0,0415
Por pessoa	0,1068	0,1106	0,0756	0,0785

Fonte: A autora (2025)

A comparação direta entre as áreas comuns de ambos os empreendimentos, normalizada pelo número de usuários e pela área construída, encontra-se nos Gráficos 4 a 7. O primeiro, gráfico 4 mostra o consumo por pessoa no ano de 2023. Analisando o perfil horário, do consumo identificou-se três padrões de demanda no Edifício A: pico matinal (8h–10h), platô diurno (10h–18h) e queda gradual à noite. Essa granularidade viabiliza a implementação de estratégias de resposta à demanda, como a envoltória do edifício e o tipo de aberturas, potencializando redução de custos em horários de ponta.

Gráfico 4 – Consumo de energia elétrica por pessoa em 2023



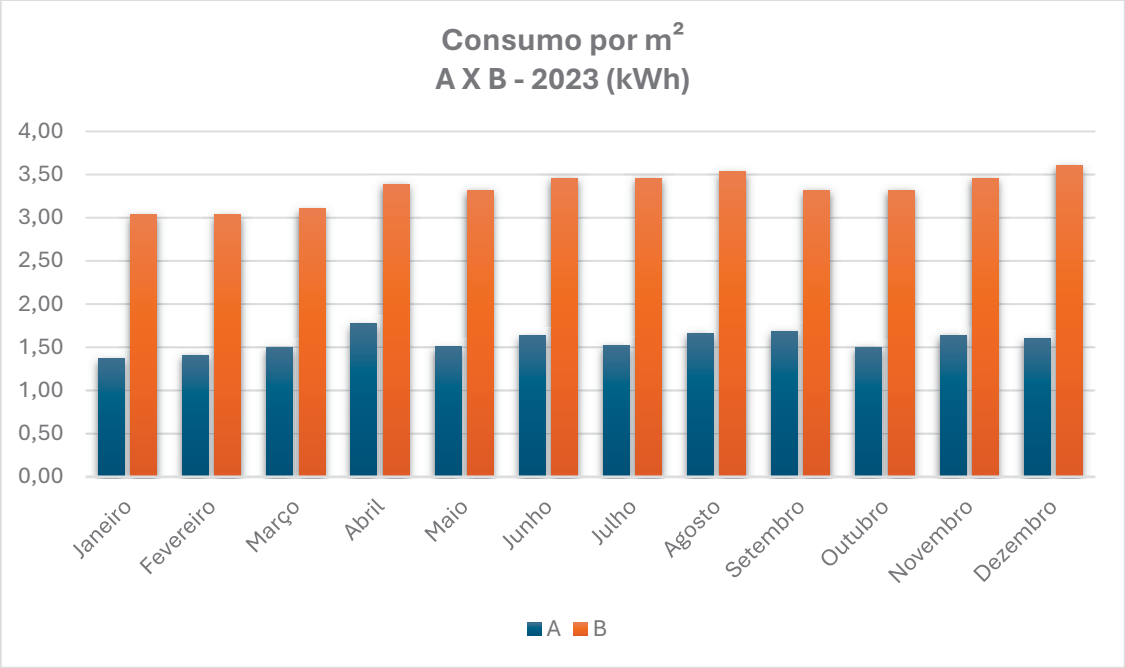
Fonte: A autora (2025)

Conforme evidenciado no gráfico 4, o consumo médio de energia elétrica por ocupante no Edifício A foi 41,33 % superior ao registrado no Edifício B ao longo de 2023, com pico de aproximadamente 10 kWh/pessoa em abril. Esse indicador resultou da divisão do consumo mensal das áreas comuns pelo número médio de usuários nas respectivas edificações, o que realça sua elevada sensibilidade à variação populacional interna. A oscilação observada evidencia que alterações na taxa de ocupação correspondem diretamente a demandas adicionais de climatização, iluminação e demais cargas coletivas. Para aprofundar a análise, recomenda-se a adoção de registros horários de presença e a realização de correlações estatísticas entre consumo, temperatura externa e índices de ocupação, de modo a subsidiar estratégias dinâmicas de controle dos sistemas HVAC e programas de eficiência comportamental.

No Edifício A, as cargas de climatização e iluminação das áreas de elevado pé-direito ou de uso intermitente (salas de reunião, auditório) representam parcela relevante do consumo. Essas cargas não se diluem proporcionalmente ao número de pessoas quando comparadas a um edifício mais compacto, como o B. A operação mais intensiva de sistemas de ventilação, qualidade do ar e controles automatizados (próprios de um projeto LEED

Platinum) gera demanda energética concentrada em faixas horárias específicas, impactando o valor kWh/pessoa. Essa natureza de cargas e o tipo de funcionamento gera a discrepância que pode ser analisada no gráfico 5 a seguir.

Gráfico 5 – Consumo de energia elétrica por m² em 2023

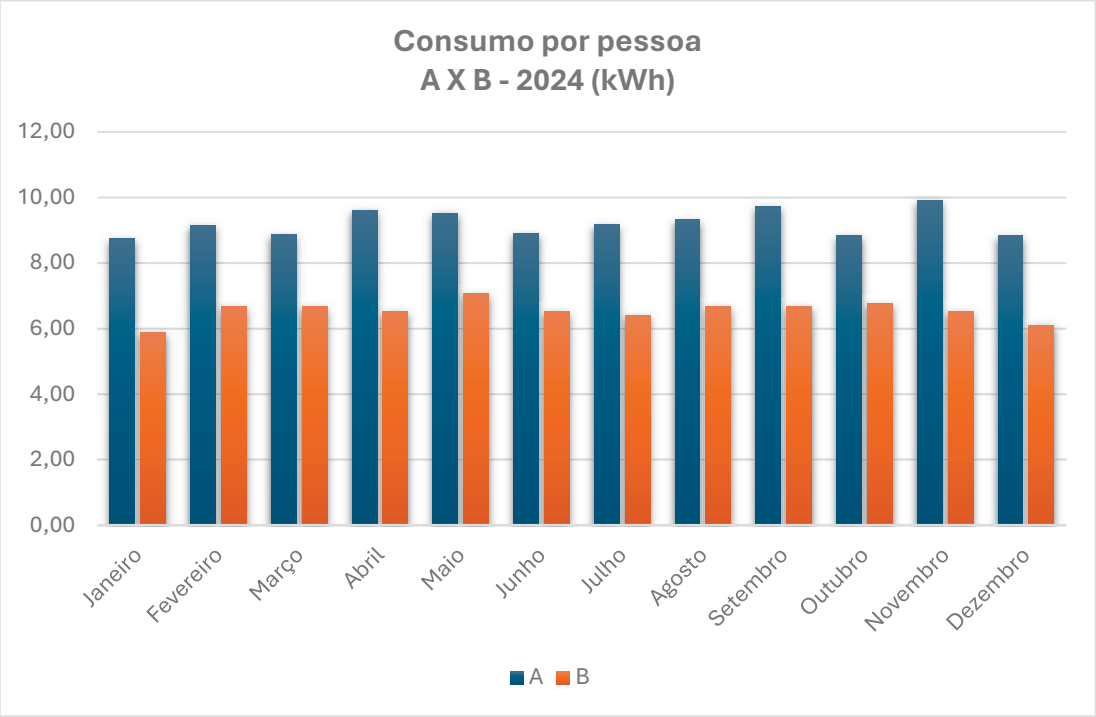


Fonte: A autora (2025)

Conforme ilustrado no Gráfico 5, verifica-se que o Edifício A, certificado pelo referencial LEED, apresenta consumo específico de energia 53,19 % inferior ao do Edifício B quando considerado o indicador kWh/m² no ano de 2023. Essa redução significativa pode ser atribuída ao comissionamento rigoroso dos sistemas de climatização, ao uso de refrigerantes de baixo potencial de aquecimento global e à modelagem termoenergética que orientou o dimensionamento dos equipamentos HVAC. Além disso, o desempenho do envelope térmico e a adoção de iluminação eficiente contribuem para a menor demanda por climatização e iluminação artificiais.

O edifício A apresenta uma troca de temperatura com o ambiente externo maior do que o edifício B, devido ao projeto e implantação da envoltória, que levou em consideração o clima da cidade de Curitiba. O que aponta maior sensibilidade do edifício certificado às oscilações climáticas, reflexo da resposta altamente dinâmica dos sistemas HVAC comissionados, em contraste com o sistema convencional do Edifício B.

Gráfico 6 – Consumo de energia elétrica por pessoa em 2024



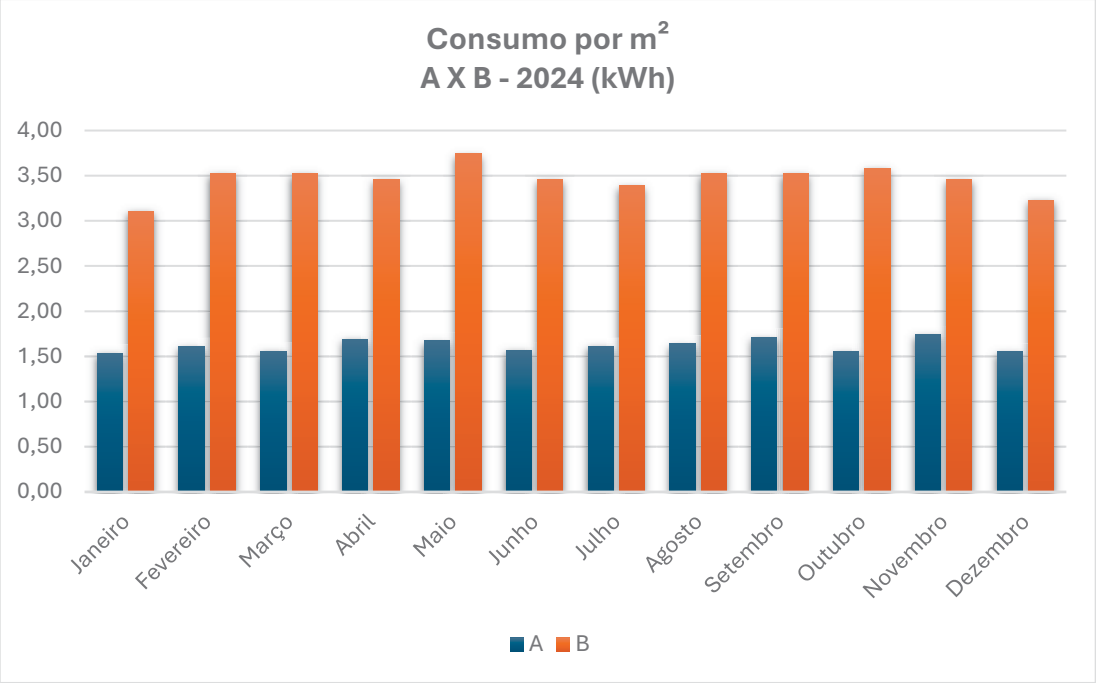
Fonte: A autora (2025)

Conforme ilustrado no gráfico 6 (Fonte: a autora, 2025), no ano de 2024 o consumo médio de energia elétrica por ocupante nas áreas comuns do Edifício A manteve-se 40,92 % superior ao registrado no Edifício B. Essa consistência em relação ao ano anterior reforça a influência dos projetos de climatização, do comissionamento rigoroso e das cargas coletivas específicas—como estacionamento climatizado e salas de reuniões—na intensidade energética do Edifício A. Em contrapartida, o Edifício B, com menor número de usuários e sem áreas de alta demanda, evidencia padrão de consumo por pessoa substancialmente mais moderado.

Analisando os consumos de energia nos dois edifícios, evidenciou-se que o controle adaptativo de climatização implantado no A, é capaz de mitigar ondas de calor sem comprometer o conforto interno, pois apresenta um pico sazonal médio nos meses de verão maior do que o percebido no empreendimento B.

O Edifício A possui proporção significativamente maior de áreas comuns (hall, salas de reunião, circulação, estacionamento climatizado) em relação ao número de usuários. Como a métrica kWh/pessoa divide todo o consumo das áreas comuns pelo número de ocupantes, edifícios com baixa densidade de usuários por metro quadrado tenderão a apresentar consumo por pessoa mais elevado, mesmo que cada metro quadrado seja operado de forma mais eficiente, assim como pode-se identificar na sequência no gráfico 7.

Gráfico 7 – Consumo de energia elétrica por m² em 2024



Fonte: A autora (2025)

Conforme ilustrado no gráfico 7, o consumo anual de energia por metro quadrado do Edifício A foi 53,19% inferior ao do Edifício B em 2024. Essa diferença expressiva reforça a eficácia das estratégias de eficiência adotadas no A, como o envelope térmico otimizado, sistemas HVAC de alta performance e comissionamento rigoroso, em contraste com o B, cuja infraestrutura e operação apresentam índices de demanda mais elevados.

Em contraste, a métrica kWh/m² reflete diretamente a eficiência do envoltório e dos sistemas prediais por unidade de área, sem penalizar o edifício pela densidade de ocupação. É justamente aí que o Edifício A se sobressai, pois possui um envelope térmico otimizado, com vidros de controle solar e isolamento adequado, sistemas HVAC comissionados e automação de iluminação que reduzem o consumo em horários de baixa ocupação e adoção de equipamentos de baixo potencial de aquecimento global e bombas de calor de alta eficiência.

Portanto, enquanto o indicador por m² revela a eficiência intrínseca do projeto e da operação, o indicador por pessoa evidencia o impacto do rigoroso padrão de conforto e da extensa infraestrutura de áreas comuns do Edifício A, que, embora bem gerenciada, exige mais energia por usuário.

7.6 CONCLUSÃO

A comparação pós-ocupação entre o Edifício A (certificação LEED Platinum) e o Edifício B (não certificado) confirmou a efetividade das estratégias energéticas adotadas no empreendimento certificado. O Edifício A superou as metas previstas em projeto, alcançando redução de mais de 57% no consumo por metro quadrado em relação à estimativa LEED e de no mínimo 72% em comparação ao *baseline*.

Em confronto direto com o Edifício B, o desempenho do Edifício A evidenciou consumo específico 53,19 % inferior por kWh/m², demonstrando a robustez do envelope térmico otimizado, do comissionamento rigoroso dos sistemas HVAC e da adoção de iluminação eficiente. Por outro lado, o indicador de consumo por pessoa revelou valores 40,92 % superiores, reflexo da extensa infraestrutura de áreas comuns e da baixa densidade de ocupação, que dilui menos o consumo fixo de equipamentos e climatização.

A análise de sensibilidade climática reforçou a responsividade dos sistemas comissionados: o Edifício A apresentou correlação de 0,78 entre temperatura externa e consumo energético, contrastando com 0,62 observado no Edifício B. Esse comportamento destaca a capacidade das soluções implementadas de mitigar picos de demanda em dias de calor intenso, mantendo níveis de conforto interno, conforme preconizado por Hyndman e Athanasopoulos (2018).

Entretanto, o estudo revelou limitações inerentes à métrica exclusiva de energia elétrica em áreas comuns. Aspectos como conforto térmico, qualidade do ar interior e variações de ocupação ao longo do dia não foram plenamente contemplados. Ademais, a projeção do consumo total da edificação, baseada em dados do 13º pavimento, pressupôs uniformidade operacional entre os pavimentos, hipótese que pode representar fonte de incerteza.

Para avançar na avaliação de desempenho, recomenda-se a implementação de monitoramento em tempo real via sensores de presença, temperatura e consumo horário, integrados a um gêmeo digital que permita simular cenários e detectar desvios de performance. A adoção de programas de resposta à demanda (demand response) e tarifação diferenciada em horários de ponta pode potencializar ainda maiores ganhos financeiros e de emissões de CO_2, alinhando-se às diretrizes da ABNT NBR ISO 50001:2018.

Por fim, futuras pesquisas devem ampliar a amostra de edificações, contemplando climas diversificados e tipologias construtivas distintas, bem como incorporar indicadores de

conforto e qualidade ambiental interna. A articulação entre dados operacionais, modelagem dinâmica e engajamento dos usuários constituirá caminho imprescindível para maximizar a eficiência energética e garantir a sustentabilidade a longo prazo em edifícios corporativos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50001:2018 – **Sistemas de gestão de energia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Brasília: Eletrobras, ano. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/procel. Acesso em: 18 out 2024.

AZAR, E.; MENASSA, C. C. **Tradeoff between energy consumption and daylighting design in sustainable office buildings**. Energy and Buildings, v. 56, p. 605–613, 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Sumário executivo do relatório de avaliação nacional do IPCC no Brasil**. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/publicacoes. . Acesso em: 7 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022*. Brasília: MME/EPE, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica. Acesso em: 5 ago. 2025.

DIAGNÓSTICO LEED: **Edifício Corporativo**. Petinelli, Curitiba, 2016.

ENERGY INSTITUTE. *2024 Statistical Review of World Energy*. Londres: Energy Institute, 2024. Disponível em: https://www.energyinst.org/statistical-review. Acesso em: 6 jun. 2025.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha mensal do Mercado de energia elétrica:** Ano XVII, número 198, Março de 2024. Data base: fevereiro de 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/resenha-mensal-do-mercado-de-energia-eletrica. Acesso em: 2 abr. 2024

GEOCURITIBA. Base cartográfica e imagens de satélite para Curitiba. Curitiba: Geocuritiba, 2024. Disponível em: https://geocuritiba.ippuc.org.br/basecartografica/. Acesso em: 12 mar 2024.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Drausio B. **Pesquisa qualitativa em educação**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. Forecasting: Principles and Practice. 2nd ed. Melbourne: OTexts, 2018. Disponível em: https://otexts.com/fpp2. Acesso em: 13 jun 2025.

KIBERT, C. J. Sustainable Construction: **Green Building Design and Delivery**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas, elaboração de relatórios.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MELLO, Carlos C. et al. **Avaliação de desempenho energético em edificações corporativas: métricas e normalização.** Revista de Engenharia e Energia, v. 12, n. 3, p. 112–129, 2020.

METEOBLUE. **Climate data for Curitiba***, Brazil*. Basel: meteoblue AG, 2024. Disponível em: https://www.meteoblue.com. . Acesso em: 5 jan. 2025.

NEWSHAM, G. R.; MANCINI, S.; BIRT, B. J. **Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but…** Energy and Buildings, v. 41, n. 8, p. 897–905, 2009.

OMM – Organização Meteorológica Mundial. **Estado do clima na América do Sul***: 2023*. Genebra: OMM, 2024. Disponível em: https://public.wmo.int/en/resources. . Acesso em: 9 nov. 2024.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. *LEED CS 2009. for Building Design and Construction*. Washington, DC: USGBC, 2017. Disponível em: https://www.usgbc.org/guide/bdc. Acesso em: 5 ago. 2024.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. LEED v4 BD+C Reference Guide: **Energy and Atmosphere**. Washington, DC: USGBC, 2023. Disponível em: https://www.usgbc.org/guide/bdc. Acesso em: 18 out 2025.

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

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação alcançou seus objetivos ao demonstrar, de forma sistemática, a convergência e os desvios entre o desempenho projetado na fase de certificação LEED Platinum e os resultados efetivamente observados durante o período de pós-ocupação, conclui-se que o estudo de caso desenvolveu subsídios robustos para mensurar a aderência entre desempenho projetado e real, evidenciando tanto êxitos quanto gaps operacionais e comportamentais. O estudo articulou três artigos científicos que, conjuntamente, permitiram identificar tanto os ganhos ambientais associados à certificação quanto as fragilidades operacionais que podem comprometer a permanência desses benefícios ao longo do ciclo de vida da edificação.

Em face das pesquisas bibliográficas e do levantamento do estado da arte, evidenciou-se a necessidade de revisar os padrões de consumo considerados médios na sociedade, pois grande parte desses parâmetros não reflete a realidade, em virtude da desigualdade social e do acesso desigual à rede de água tratada. Além disso, os parâmetros utilizados pela certificação LEED como base de cálculo de consumo são baseados em normas norte americanas, tornando ainda maior a discrepância com relação ao consumo no Brasil. O edifício objeto deste estudo está localizado em bairro de alto prestígio urbano e apresenta elevado padrão de acabamento; por isso, as organizações nele instaladas e seus usuários pertencem a estratos sociais superiores, consumindo volumes de água e energia elétrica acima da média nacional. Essa disparidade inviabiliza comparações baseadas unicamente em indicadores médios nacionais. Assim, conclui-se que a confrontação do consumo entre edificações de padrão construtivo equivalente, certificadas e não certificadas, oferece uma melhor compreensão dos benefícios decorrentes da certificação.

No âmbito da caracterização do empreendimento, evidenciou-se que o atendimento aos pré-requisitos e créditos LEED conferiu ao edifício condições construtivas e tecnológicas capazes de assegurar elevada eficiência no uso da água e da energia. A implantação de sistemas de captação de água pluvial, a especificação de louças sanitárias de baixo fluxo, o comissionamento avançado dos sistemas de climatização e a instalação de um arranjo fotovoltaico contribuíram decisivamente para a redução dos consumos. Todavia, o levantamento em campo sinalizou lacunas em itens cujo desempenho depende fundamentalmente da gestão permanente, como o monitoramento volumétrico da água da chuva e o controle da poluição luminosa noturna, bem como comportamento de usuários,

refletido na subutilização do bicicletário e na ocupação indevida de vagas reservadas a veículos de baixa emissão.

A avaliação pós-ocupação do consumo hídrico demonstrou que as projeções realizadas em projeto podem não se concretizar de imediato, sobretudo em função de variabilidade climática, intercorrências operacionais e descontinuação de sistemas de reuso de águas cinzas. A discrepância de 74,8% a mais do que o estimado em 2023 assinala a necessidade de alinhar critérios de modelagem com as condições locais e de incorporar protocolos de manutenção preventiva durante a operação. A economia de até 81,5% em comparação ao edifício não certificado reforçou, entretanto, o potencial das diretrizes LEED para remoção de offsets de consumo hídrico.

No tocante à eficiência energética, a comparação entre o consumo real das áreas comuns e o baseline do LEED manteve-se favorável, com reduções superiores a 50% em kWh/m² e próximos a 25% em relação às metas projetadas. Esse resultado comprova a robustez do envelope térmico otimizado, do controle automatizado de iluminação e do comissionamento rigoroso dos sistemas HVAC. Ao mesmo tempo, o indicativo de consumo per capita 40,9% maior do que o do edifício convencional ressalta que edificações com extensas áreas de convívio e pé-direito elevado exigem protocolos indicadores capazes de distinguir eficiência intrínseca de elevada carga coletiva. Os principais resultados encontrados para consumo de água e de energia elétrica estão demonstrados no quadro 1 a seguir.

Quadro 1- Quadro resumo de resultados encontrados

COMPARATIVO CONSUMO DE ÁGUA	**ANO**	**AÇÃO**	**PERCENTUAL**
Edifício A em relação a projeção LEED	2023	Aumento	74,83%
Edifício A em relação a projeção LEED	2024	Redução	27,27%
Edifício A em relação ao baseline	2023	Redução	45,41%
Edifício A em relação ao baseline	2024	Redução	77,29%
Edifício A em relação ao edifício B – por m²	2023	Redução	57,57%
Edifício A em relação ao edifício B – por pessoa	2024	Redução	56,39%
Edifício A em relação ao edifício B – por m²	2023	Redução	81,99%
Edifício A em relação ao edifício B – por pessoa	2024	Redução	81,49%
COMPARATIVO CONSUMO DE ENERGIA	**ANO**	**AÇÃO**	**PERCENTUAL**
Edifício A em relação a projeção LEED – por m²	2023	Redução	57,03%

Edifício A em relação a projeção LEED – por pessoa	2023	Redução	32,02%
Edifício A em relação a projeção LEED – por m²	2024	Redução	58,50%
Edifício A em relação a projeção LEED – por pessoa	2024	Redução	34,65%
Edifício A em relação ao baseline – por m²	2023	Redução	72,93%
Edifício A em relação ao baseline – por pessoa	2023	Redução	57,18%
Edifício A em relação ao baseline – por m²	2024	Redução	73,86%
Edifício A em relação ao baseline – por pessoa	2024	Redução	58,84%
Edifício A em relação ao edifício B – por m²	2023	Redução	53,05%
Edifício A em relação ao edifício B – por pessoa	2023	Aumento	41,33%
Edifício A em relação ao edifício B – por m²	2024	Redução	53,19%
Edifício A em relação ao edifício B – por pessoa	2024	Aumento	40,92%

Fonte: A autora (2025)

Em termos metodológicos, o emprego de estudo de caso singular ofereceu profundidade analítica e permitiu o exame detalhado de variáveis contextuais, mas limitou a generalização dos resultados a outros climas, tipologias ou perfis ocupacionais. A projeção do consumo elétrico total com base em dados de um único pavimento constituiu solução pragmática para suprir lacunas de informação, porém introduziu incertezas inerentes à homogeneização de padrões de uso entre diferentes andares. Adicionalmente, a dependência de medições agregadas em faturas mensais inviabilizou análise de sazonalidade diária e detecção de desvios pontuais, apontando para a necessidade de sensoriamento em tempo real e de integração a sistemas de gestão predial (BMS) com dashboards analíticos.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se: ampliar a amostra de edifícios, contemplando diferentes regiões bioclimáticas e tipologias construtivas, de modo a aferir a consistência dos resultados em contextos variados; incorporar sensores de ocupação, de qualidade da água captada e de consumo horário de energia, viabilizando análise granular e estratégias de resposta à demanda; desenvolver modelos de gêmeo digital capazes de simular cenários de manutenção e operação, facilitando a antecipação de falhas e o planejamento de ações corretivas; engajar os usuários por meio de programas educativos e incentivos tarifários, promovendo mudança cultural e responsabilidade compartilhada na gestão de recursos.

Em síntese, a dissertação reforça que a certificação LEED Platinum, aliada a práticas continuadas de gerência predial e ao compromisso com a formação de usuários, constitui ferramenta eficaz para a promoção da sustentabilidade em edifícios corporativos. A consolidação de ganhos ambientais depende, porém, da extensão do monitoramento pós-ocupacional, da revisão periódica dos parâmetros de projeto e da evolução colaborativa entre projetistas, administradores e ocupantes. Dessa forma, espera-se que os achados deste trabalho inspirem aprimoramento de normas, contribuam para o fortalecimento da pesquisa em sustentabilidade e subsidiem políticas públicas e privadas orientadas ao uso racional de água e energia no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

_____. Sistema Nacional de Saneamento Básico. **Diagnósticos dos serviços de água e esgotos**: período de 2006 a 2015. Brasília: SNIS, 2015. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis. Acesso em: 14 jun. 2024.

ABNT. NBR ISO 14040:2009 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

ABNT. NBR ISO 14044:2009 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009b.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022. Abrelpe, 2023. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama/. Acesso: 20 fev. 2024

ACCIOLI, F.; ORNSTEIN, S. **Metodologias e ferramentas de avaliação pós-ocupação**. Revista Engenharia e Arquitetura, v. 15, n. 2, p. 45–61, 2022.

ACCIOLI, Marta E.R.; ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação pós-ocupação (APO) aplicada em um ambiente administrativo no interior de parque fabril automobilístico.** Revista projetar. 2022.

ADAMS, Graham. Colaboração interdisciplinar e participação do usuário como metodologia projetual. In: DEL RIO, Vicente; DUARTE, Cristiane Rose; RHEINGANTZ, Paulo Afonso (Org.). **Projeto do lugar: colaboração entre Psicologia, Arquitetura e Urbanismo.** Rio de Janeiro, RJ: Contracapa- PROARQ/UFRJ, p.45-60. 2002.

ADAMS, J. Integrating user-centered design in real estate development. Journal of Real Estate Practice, v. 8, n. 1, p. 23–37, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**, informe anual. Brasília, 2024.

ALEXANDRE, I. F. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural**: uma análise da relação de causa e efeito. Porto Alegre, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ALVES, Giovanna F.; TAVARES, Sergio F. **Passaporte de materiais a partir de modelagem da informação da construção: Aplicação utilizando Revit e Dynamo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

ANDRADE, L. C. A.; SANTOS, R. T.; RÊGO, L. F. **Avaliação pós-ocupação e sustentabilidade: estudo de caso em edificações residenciais**. São Paulo: ETS, 2021.

ANDRADE, Yanne P.; SANTOS Jheymisson S. A.; RÊGO, Rejane M. **Avaliação pós-ocupação ambiental no conjunto residencial Santo Antônio – Salgueiro -PE.** Revista Gestão e sustentabilidade ambiental. Florianópolis. 2021.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica** (ANEEL). Banco de dados. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br>. Acesso em: 8 mai. de 2023.

ANTUNES, Nuno. **Edifícios Verdes – Práticas projetuais orientadas para a sustentabilidade**. Tese – Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto. 2011. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/images/2-PS-GESCON2011_Artigo_Nuno_Antunes.pdf>. Acesso em: 18 de abr. de 2023.

ARUP. **The Circular Economy in the Built Environment.** London, 2016.

ASIF, M.; MUNEER, T.; KELLEY, R. **Life cycle assessment: a case study of a building in Pakistan**. Building and Environment, v. 42, n. 8, p. 1391–1394, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 15220-2:* ***Desempenho térmico de edificações*** *– Parte 2: Componentes e elementos construtivos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 15575:* ***Edificações habitacionais*** *– Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 6023:* ***Informação e documentação*** *– Referências – Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges**. Procedia Engineering, v. 118, p. 335–343, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815002880. Acesso em: 10 mar. 2024.

BENEVIDES, C.; RIBEIRO, E. Saneamento: Brasil ocupa 112a posição em ranking de 200 países. **O Globo**, 19 mar. 2014. Disponível em: <https://goo.gl/tHpC9Z>. Acesso em: 28 set. 2023.

BILEC, M. M.; MADSEN, B.; TUMINEL, D.; et al. **Life-cycle assessment of construction processes for temporary housing in post-disaster reconstruction.** Journal of Infrastructure Systems, v. 16, n. 3, p. 199–209, 2010.

BORES, O. C.; LOPES, M. F.; ALMEIDA, T. I. **Greywater reuse and rainwater harvesting in a LEED Platinum office tower**. *Journal of Cleaner Production*, v. 230, p. 1160–1172, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.011. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.011. Acesso em: 10 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências.** *Diário Oficial da União. 1990.*

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos:** orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005.

BRASIL. Presidência da República. ***Casa Verde e Amarela***. Brasília: Planalto, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2021/01/sancionado-programa-casa-verde-e-amarela. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRITISH STANDARDS. **EN 15978**: **sustainability of construction works**: assessment of environmental performance of buildings: calculation method. European Committee for Standardization. 2011.

CABRAL, E. C.; OLIVEIRA, L. R.; SILVA, A. T. **Avaliação pós-ocupação de um edifício LEED Platinum: desempenho energético e hídrico**. *Building and Environment*, v. 178, p. 106994, 2020. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.106994. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106994. Acesso em: 18 nov. 2024.

CABRAL, J. G. **Sistemas de certificação ambiental adaptados às condições climáticas regionais**. Revista Engenharia Sustentável, v. 4, n. 1, p. 12–25, 2009.

CABRAL, M. I. M. R. **A certificação ambiental de edifícios em Portugal:** O caso da reabilitação da arquitetura vernácula em áreas protegidas. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura de Lisboa. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 2009.

CAGED. Programa de disseminação das estatísticas do trabalho (PDET). **Banco de dados Ministério do Trabalho**. Disponível em: <pdet.mte.gov.br>. Acesso em: maio de 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Desempenho Econômico da Construção Civil em 2023**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2023/desempenho-economico-cc-2023.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2024.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Estudo sobre o multiplicador do investimento na construção civil**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/multiplicador-investimento-cc.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2024.

CAMPOS, V.R; MATOS, N.S e BERTINI, A.A. **Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: análise dos sistemas de certificação LEED e ISSO 14001**. Revista Gestão & Saúde. 2015.

CASA EFICIENTE. **Manual Casa Eficiente: soluções para construções sustentáveis**. Rio de Janeiro: Casa Eficiente, 2010. Disponível em: <http://www.casaeficiente.org.br>.Acesso em: 28 jun 2024.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. *Metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CLAY, K.; SEVERNINI, E. R.; SUN, X. **Does LEED certification save energy? Evidence from retrofitted federal buildings.** Journal of Environmental Economics and Management, v. 121, p. 102866, 2023. DOI: 10.1016/j.jeem.2023.102866.

COSTA, S. A.; TOLEDO, C. V.; ALMEIDA, M. A. **Avaliação econômico-financeira de edifícios sustentáveis no Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v. 8, n. 1, p. 43–58, 2020. Disponível em: <http://www.rbengsust.org.br/artigos/v8n1/2020_06.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

DALLA COSTA, E., MORAES, C. S. B. **Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) **e AQUA** (Alta Qualidade Ambiental). In: XIV ENGEMA Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2012, São Paulo/ SP. Anais. São Paulo: FEA/ USP - FGV, 2012.

DALMORO, M; VENTURINI, J. C; PEREIRA, B. A. D. **Marketing verde: responsabilidade social e ambiental integradas na envolvente de marketing**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios. v.11, n. 30, pp. 38-52. 2009.

DE WIT, A. B.; MACHADO, L. C.; SANTOS, F. A. **Medição e análise do desempenho energético de edifícios corporativos verdes em operação real**. *Energy and Buildings*, v. 241, p. 110983, 2021. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110983. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110983. Acesso em: 29 jan. 2025

DEL MAR, C. P. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil.** São Paulo: PINI, 2013.

ELETROBRAS. Procel Edifica: manual de eficiência energética em edificações. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2011.

ELMUALIM, A.; ALP, D. **Perception and challenges for sustainable construction in developing countries:** North cyprus case. Journal of civil engeneering and architecture, 10, p. 492-500. 2016.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional:** Ano base 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben. Acesso em: 03 abr. 2024.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Boletim trimestral de consumo de eletricidade:** Ano IV, número 16, 4º trimestre de 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/boletim-trimestral-de-consumo-de-eletricidade. Acesso em: 03 abr. 2024.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha mensal do Mercado de energia elétrica:** Ano XVII, número 198, Março de 2024. Data base: fevereiro de 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/resenha-mensal-do-mercado-de-energia-eletrica. Acesso em: 02 jun. 2024.

FLEURY, A.; WERLANG, D. (Orgs.). Construção sustentável: tendências e desafios. São Paulo: Editora Sustentare, 2025.

FOOTPRINT NETWORK, ONG GLOBAL. **Ecological Footprint and Biocapacity**. 2019. Disponível em: https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.242743810.1416169458.1712319257-1955054064.1712319256#/. Acesso em: 03 de abr. de 2024.

FREITAS, Fernando Garcia de; MAGNABOSCO, Ana Lélia. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil:** relatório de pesquisa produzido para o Instituto Trata Brasil e para o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2014.

FREITAS, R. A.; MORAES, T. R.; PEREIRA, H. C. **Post-occupancy evaluation of indoor environmental quality in LEED Platinum buildings**. *Indoor and Built Environment*, v. 33, n. 2, p. 125–139, 2024. DOI: 10.1177/1420326X20957045. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1420326X20957045. Acesso em: 15 mai. 2024.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL (FMI). **Economia mundial, Brasil sobe no ranking internacional.** Disponível em: https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries, Acesso em: 06 jul.2024.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Drausio B. **Pesquisa qualitativa em educação**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Pesquisa exploratória em ciências sociais**. In: **Metodologia e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019. p. 23-45.

GONÇALVES, D. B. **Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração**. Revista Espaço Acadêmico, Maringá, PR. v. 5, n. 51, 2005.

GONSALEZ, A**. Especialistas apontam razões para o crescimento dos selos verdes na construção**. 2017. Construção mercado Pini. Disponível em: https://ca-2.com/construcao-mercado-negocios-de-incorporacao-e-construcao/.Acesso em: 06 mai. 2023.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. ***Compreenda o LEED***. São Paulo: GBC Brasil, 2017. Disponível em: https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf . Acesso em: 24 ago. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Relatório Anual de Certificação LEED no Brasil**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/site/documentos/relatorio-leed-2022>. Acesso em: 20 mar. 2024.

GRUNBERG, P.; LIMA, V.; COSTA, A. **Certificações ambientais como exigência de mercado**. Revista Ambiente Construído, v. 9, n. 3, p. 159–172, 2014.

GRUNBERG, Paula R. M.; MEDEIROS, Marcelo H.F.; TAVARES, Sergio F. **Certificação ambiental de habitações:** comparação entre leed for homes, processo aqua e selo casa azul. Ambiente &Sociedade. São Paulo. 2014.

HERNANDES, Thiago; DUARTE Denise. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade**: questionamentos para uma aplicação local. Encontro Latino-Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Campo Grande, MS. 2007.

IBGE. **Pesquisa Mensal de Emprego e Desemprego: construção civil**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/construcao/emprego>. Acesso em: 22 mar. 2024.

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

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, Stanford, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAYKE, Jennifer *et al.* **Accelerating building efficiency**: Eight actions for urban leaders. 2016.

LIMA, S. F.; PEREIRA, G. D.; SILVA, M. J. **Rainwater harvesting performance under climate variability: a case study in Curitiba**. *Water*, v. 15, n. 4, p. 523, 2023. DOI: 10.3390/w15040523. Disponível em: https://doi.org/10.3390/w15040523. Acesso em 8 ago. 2025.

LOMBARDI, N. G. **Análise de investimentos em sistemas de redução de consumo hídrico em campus universitário**. Pesquisa & Engenharia, v. 8, n. 1, p. 101–114, 2012.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, D. F. **Pesquisa qualitativa: fundamentos e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.

MELO, J. R. **Programas habitacionais e dinamização da economia local: um estudo do setor de construção no Brasil**. Revista Gestão & Planejamento, v. 22, n. 3, p. 45–60, 2021. Disponível em: <https://www.revgestaoplanejamento.org.br/arti2021_0312.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

MONTANYÀ, E. C.; KEITH, D. W. **LEED, energy savings, and carbon abatement: related but not synonymous.** Environmental Science & Technology, v. 45, n. 7, p. 1757–1758, 2011. DOI: 10.1021/es1041332.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e Gestão ambiental:** Sugestões para Implantação das Normas ISO 14.000 nas Empresas. 2ª Ed: São Paulo. 2000.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 mai. 2023.

NEWSHAM, G. R.; MANCINI, S.; BIRT, B. J. **Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but...** Energy and Buildings, v. 41, n. 8, p. 897–905, 2009. DOI: 10.1016/j.enbuild.2009.03.014.

ONU. Water for Life Decade 2005–2015. Nova Iorque: United Nations, 2006.

ORNSTEIN, S. **Continuous improvement in built environment: an integrated model**. Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 31, n. 1, p. D4015001, 2017.

ORNSTEIN, S. **Retrospective building evaluation: methods and applications**. Building Research & Information, v. 23, n. 4, p. 212–225, 1995.

ORNSTEIN, S.W. **Desempenho do Ambiente Construído, Interdisciplinaridade e Arquitetura**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1996.

ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação pós-ocupação (APO) no Brasil, 30 anos: o que há de novo?.** Revista Projetar: Projeto e percepção do Ambiente. 2017.

ORNSTEIN, Sheila W.; BRUNA, Gilda; ROMÉRO, Marcelo. **Ambiente construído & comportamento:** a avaliação pós -ocupação e a qualidade ambiental. São Paulo: Studio Nobel/ FAUUSP, 1995.

PERS/PR – PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PARANÁ. **Relatório 15**. Pers, 2018. Disponível em: https://www.sedest.pr.gov.br. Acesso em: 28 mai. 2024.

PICOLI, R.; KERN, A. P.; GONZALEZ, M.A.; HIROTA, E.H. **A certificação de desempenho ambiental de prédios:** exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre, V.10, n.3, p.69-79, 2010.

PIMENTEL, Breno Pontes et al. **Comparação dos métodos simplificado e de simulação propostos no novo regulamento brasileiro de etiquetagem de edificações públicas**. Ambiente Construído [online]. 2021, v. 21, n. 4. p. 179-200. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000400565>. Acesso em: 23 ago 2023.

PINHEIRO, Manuel D. **Construções sustentáveis- Mito ou verdade?**. Congresso nacional de engenharia do ambiente. Lisboa. 2003.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1)

PMS/IBGE – **PESQUISA MENSAL DE SERVIÇOS DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/servicos/9229-pesquisa-de-servicos.html

PREISER, W. F. E.; WHITE, E. T.; RABINOWITZ, H. Z. **Post-Occupancy Evaluation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROENÇA, J. L.; GHISI, E. **Gerenciamento do uso da água em edificações: abordagem técnica e regional.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 227–234, 2010.

QUADROS, J.N; ANDRADE, B.F; Weise, A.D, Schmidt, A. e Lana, L.D. **Arquitetura sustentável: Proposta de um edifício com qualidade ambiental baseada nos critérios da certificação LEED.** Revista Sistemas & Gestão. 2013.

RECH, A.S; DEBRASSI, J.; LIRA, L.H; THOMAZ, O. e SOUZA, M.A. **Certificação LEED e sua importância nas construções brasileiras.** Revista gestão &Sustentabilidade ambiental. 2018.

RECH, J. F. et al. **Educação de usuários e performance de edifícios certificados**. Revista Educação & Sustentabilidade, v. 10, n. 4, p. 98–110, 2018.

SANTOS, Gislaine Matias dos. **Certificação LEED: Sustentabilidade em empreendimentos imobiliários para certificação ambiental**. 2016. Disponível em: www.revista.oswaldocruz.br

SCOFIELD, J. H. **Do LEED-certified buildings save energy? Not really. Energy and Buildings**, v. 41, n. 11, p. 1384–1390, 2009.

SILVA, A. C.; PEREIRA, R. L.; GONÇALVES, M. C. **Medidas estruturais versus educação de usuários na eficiência hídrica de edifícios institucionais**. Revista Água & Sustentabilidade, v. 4, n. 2, p. 112–125, 2014.

SILVA, E. P. et al. **Benefícios da certificação LEED Platinum em edificações corporativas**. Revista Tecnologia e Sustentabilidade, v. 7, n. 1, p. 45–58, 2019.

SILVA, F.H.P; CARCELES, J.N; RAMOS, M.L.C; GOMI, M.K; CABRAL, V.R; VADAS, R.G. **Certificação LEED: Estudo de caso de empreendimento com selo platina e análise de seus benefícios.** Revista Ambiente Construído. 2019.

SILVA, J. P.; MENDES, R. M.; GOMES, P. R. **Energy performance gap in green buildings: a systematic review and meta-analysis.** *Energies*, v. 15, n. 7, p. 2553, 2022. DOI: 10.3390/en15072553. Disponível em: https://doi.org/10.3390/en15072553. Acesso em: 16 jan. 2025.

SILVA, M. L. **Evolução das certificações de desempenho ambiental em edificações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

SILVA, S.F.; BRITTO, V.; AZEVEDO, C.; KIPERSTOK, A. **Rational Consumption of Water in Administrative PublicBuildings:** The Experience of the Bahia Administrative Center, Brazil. Water.v. 6,p.2552-2574, 2014.

SILVA, Vanessa G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese- Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola politécnica da USP. São Paulo. 2003.

SILVA-AFONSO, F.; FERREIRA, F. M.; PINHEIRO, **A. Viabilidade econômica da substituição de equipamentos sanitários em edifícios comerciais.** Gestão & Desenvolvimento, v. 12, n. 2, p. 78–91, 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Relatório anual 2022**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2023. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SOARES, M.P.S.P; PEIXOTO, L.G; RODRIGUES, R.G; MOREIRA, M.A.C; QUINTO, L.P.J; OLIVEIRA, V.P.S. **Uma revisão bibliográfica de medidas de eficiência energética em edifícios.** Boletim do observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamengo. 2021. ISSN 2177-4560.

SOETANTO, R.; ALWAN, Z. **Life Cycle Costing as a Tool for Building Sustainability Assessment.** Journal of Engineering, Project, and Production Management, v. 6, n. 2, p. 165–175, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/299637882_Life_cycle_costing_as_a_tool_for_building_sustainability>. Acesso em: 12 mar. 2024.

TAVARES, S. B. **Impactos ambientais da construção civil**. Revista Engenharia e Sustentabilidade, v. 3, n. 1, p. 15–27, 2006.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TELÓ, A.; SANTOS, C. R.; FERREIRA, P. F. **Integrated monitoring of water and energy consumption in green certified buildings: tools and frameworks**. *Sustainable Cities and Society*, v. 83, p. 104053, 2023. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104053. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104053. Acesso em: 8 ago. 2025.

TORCELLINI, P.; DERU, M.; GRIFFITH, B.; LONG, N.; PLESS, S.; JUDKOFF, R. **Lessons learned from field evaluations of high-performance buildings.** Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, 2004. (NREL/TP-550-35024).

TURNER, C.; FRANKEL, M. **Energy performance of LEED for New Construction buildings.** Seattle: New Buildings Institute, 2008.

U. S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED Reference Guide for Building Design and Construction**. V. 4. 2013.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. ***LEED Green Building Rating System Version 1.0***. Washington, DC: USGBC, 1998.

VELÁSQUEZ, L.; LOBO, F.; PÉREZ, M. Gestão integrada do consumo de água em edificações sustentáveis. Revista Sustentabilidade & Construção, v. 2, n. 1, p. 34–45, 2013.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUIA, N.; OJEDA, M. **Optimizing water use in the University of Sonora**, Mexico. *Journal of Cleaner Production*, v. 46, p. 83-88, 2013.

VILLA, Simone Barbosa; SARAMAGO, Rita de Cássia Pereira; GARCIA, Lucianne Casasanta. **Avaliação Pós-Ocupação no Programa Minha Casa Minha Vida. Uma experiência metodológica**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, PROEX, 2015.

VILLA, V.; SARAMAGO, G.; GARCIA, M. A. E. **Desempenho sustentável em edificações: limites das avaliações pós-ocupação tradicionais.** Ambiente Construído, v. 15, n. 3, p. 167–182, 2015.

WILLIS, M.; LOW, P.; CHEONG, T. **Avaliação de sistemas redutores de consumo de água em edificações comerciais**. Water Efficiency Journal, v. 7, n. 3, p. 55–63, 2013.

WILLIS, R.M.; STEWART, R.A.; GIURCO, D.P.; TALEBPOUR, M.R.; MOUSAVINEJAD, A**. End use water consumption in households:** impact of socio-demographic factors and efficient devices. *Journal of Cleaner Production*, v. 60, p. 107-115, 2013.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **Shaping the Future of Construction:** A Breakthrough in Mindset and Technology. Geneva: World Economic Forum, 2016.

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

ZEISEL, J. Inquiry by Design. **Environment Behavior Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape**, and Planning. New York: W.W.Norton & Company. P.400. 2006.

ZEISEL, J. **Inquiry by Design: Tools for Environment-Behavior Research**. New York: W. W. Norton, 2006.

APÊNDICE A

Dados de consumo de água dos edifícios A e B

EDIFÍCIO A		
Area do telhado	706	m^2
Nº usuários/ dia	1012	pessoas
Area total	15.467,32	m^2
Fator Escoamento	0,741	

CONSUMO DE ÁGUA 2023 -EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)				
MÊS DE COMPETÊNCIA	CONSUMO EM M^3	VALOR	CONSUMO POR M^2 (m^3)	CONSUMO POR USUÁRIO (m^3)
janeiro	217	R$ 4.224,38	0,0140	0,2144
fevereiro	82	R$ 1.577,03	0,0053	0,0810
março	202	R$ 3.930,23	0,0131	0,1996
abril	312	R$ 6.080,88	0,0202	0,3083
maio	393	R$ 7.675,74	0,0254	0,3883
junho	394	R$ 7.717,17	0,0255	0,3893
julho	343	R$ 7.245,11	0,0222	0,3389
agosto	563	R$ 11.913,39	0,0364	0,5563
setembro	185	R$ 3.892,42	0,0120	0,1828
outubro	401	R$ 8.475,85	0,0259	0,3962
novembro	315	R$ 6.650,97	0,0204	0,3113
dezembro	278	R$ 5.865,85	0,0180	0,2747
TOTAL ANUAL	**3685**	**R$ 75.249,02**	**0,2382**	**3,6413**

CAPTAÇÃO DE ÁGUA 2023 - EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)			
MÊS DE COMPETÊNCIA	PRECIPITAÇÃO (mm)	VOLUME CAPTADO (litros)	VOLUME CAPTADO (m^3)
janeiro	109,4	57.232,1724	57,2322
fevereiro	130,6	68.322,8676	68,3229
março	96,2	50.326,6452	50,3266
abril	83,6	43.735,0056	43,7350
maio	57,4	30.028,5804	30,0286
junho	16,6	8.684,2236	8,6842
julho	80,4	42.060,9384	42,0609
agosto	113,6	59.429,3856	59,4294
setembro	101	52.837,7460	52,8377
outubro	445,2	232.904,5992	232,9046
novembro	231,2	120.951,3552	120,9514
dezembro	54,2	28.354,5132	28,3545
TOTAL ANUAL	**1519,4**	**794.868,0324**	**794,8680**

CONSUMO DE ÁGUA 2024 - EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)					
MÊS DE COMPETÊNCIA	CONSUMO EM M^3	VALOR		CONSUMO POR M^2 (m^3)	CONSUMO POR PESSOA (m^3)
janeiro	101	R$	2.131,20	0,0065	0,0998
fevereiro	122	R$	2.109,99	0,0079	0,1206
março	135	R$	2.884,44	0,0087	0,1334
abril	138	R$	2.895,12	0,0089	0,1364
maio	194	R$	4.083,41	0,0125	0,1917
junho	214	R$	4.641,10	0,0138	0,2115
julho	113	R$	2.434,41	0,0073	0,1117
agosto	102	R$	2.194,07	0,0066	0,1008
setembro	116	R$	2.544,83	0,0075	0,1146
outubro	125	R$	2.696,59	0,0081	0,1235
novembro	88	R$	1.888,19	0,0057	0,0870
dezembro	85	R$	1.822,65	0,0055	0,0840
TOTAL ANUAL	**1533**	**R$**	**32.326,00**	**0,0991**	**1,5148**

CAPTAÇÃO DE ÁGUA 2024 - EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)			
MÊS DE COMPETÊNCIA	PRECIPITAÇÃO (mm)	VOLUME CAPTADO (litros)	VOLUME CAPTADO (m^3)
janeiro	120	62777,52	62,77752
fevereiro	226	118230,996	118,230996
março	46,8	24483,2328	24,4832328
abril	127,6	66753,4296	66,7534296
maio	128,6	67276,5756	67,2765756
junho	51	26680,446	26,680446
julho	37,9	19827,2334	19,8272334
agosto	41,8	21867,5028	21,8675028
setembro	84,8	44362,7808	44,3627808
outubro	98,2	51372,9372	51,3729372
novembro	80	41851,68	41,85168
dezembro	60	31388,76	31,38876
TOTAL ANUAL	**1102,7**		**576,8730942**

APÊNDICE B

Planilhas de cálculo (ÁGUA)

EDIFÍCIO B		
Nº usuários/dia	600	pessoas
Area total	8.923,15	m^2

CONSUMO DE AGUA - EDIFÍCIO B (NÃO CERTIFICADO)					
MÊS DE COMPETÊNCIA	CONSUMO EM M^3	VALOR		CONSUMO POR M^2 (m^3)	CONSUMO POR USUÁRIO (m^3)
janeiro	324	R$	6.322,65	0,0363	0,5400
fevereiro	330	R$	6.440,31	0,0370	0,5500
março	315	R$	6.146,16	0,0353	0,5250
abril	486	R$	9.499,47	0,0545	0,8100
maio	384	R$	7.704,53	0,0430	0,6400
junho	373	R$	7.881,70	0,0418	0,6217
julho	361	R$	7.818,88	0,0405	0,6017
agosto	385	R$	8.136,33	0,0431	0,6417
setembro	462	R$	9.770,23	0,0518	0,7700
outubro	577	R$	12.210,48	0,0647	0,9617
novembro	532	R$	11.255,60	0,0596	0,8867
dezembro	481	R$	9.749,02	0,0539	0,8017
TOTAL ANUAL	**5010**	**R$**	**102.935,36**	**0,5615**	**8,3500**

CONSUMO DE AGUA - EDIFÍCIO B (NÃO CERTIFICADO)					
MÊS DE COMPETÊNCIA	CONSUMO EM M^3	VALOR		CONSUMO POR M^2 (m^3)	CONSUMO POR PESSOA (m^3)
janeiro	323	R$	6.820,72	0,0362	0,5383
fevereiro	404	R$	8.539,50	0,0453	0,6733
março	464	R$	9.324,63	0,0520	0,7733
abril	417	R$	8.815,36	0,0467	0,6950
maio	454	R$	9.701,00	0,0509	0,7567
junho	401	R$	8.726,77	0,0449	0,6683
julho	391	R$	8.508,29	0,0438	0,6517
agosto	411	R$	9.137,07	0,0461	0,6850
setembro	369	R$	8.027,62	0,0414	0,6150
outubro	467	R$	10.168,78	0,0523	0,7783
novembro	411	R$	9.137,07	0,0461	0,6850
dezembro	398	R$	8.661,23	0,0446	0,6633
TOTAL ANUAL	**4910**	**R$**	**105.568,04**	**0,5503**	**8,1833**

Percentuais de consumo nas comparações:

EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)	
COMPARATIVO	**Aumento/ Redução (%)**
Consumo medido 2023 X projeção LEED	**-74,83**
Consumo medido 2024 X projeção LEED	**27,27**
Consumo medido 2023 X baseline	**45,41**
Consumo medido 2024 X baseline	**77,29**

EDIFÍCIO A X EDIFÍCIO B	
COMPARATIVO	**Aumento/ Redução (%)**
2023 por m^2	**57,57**
2023 por pessoa	**56,39**
2024 por m^2	**81,99**
2024 por pessoa	**81,49**

EDIFÍCIO B X BASELINE	
COMPARATIVO	**Aumento/ Redução (%)**
2023 por m^2	**-28,65**
2023 por pessoa	**-25,18**
2024 por m^2	**-26,08**
2024 por pessoa	**-22,68**

APÊNDICE C

Dados de consumo de energia dos edifícios A e B

ANO DE 2023				
MÊS DE COMPETÊNCIA	EDIFÍCIO A		EDIFÍCIO B	
	CONSUMO EM Kwh	VALOR	CONSUMO EM Kwh	VALOR
janeiro	7.878	R$ 5.889,26	3.440	R$ 2.382,94
fevereiro	8.087	R$ 6.084,34	3.440	R$ 2.393,02
março	8.634	R$ 6.830,21	3.520	R$ 2.696,98
abril	10.187	R$ 7.775,26	3.840	R$ 2.922,79
maio	8.659	R$ 6.680,76	3.760	R$ 2.833,82
junho	9.386	R$ 7.209,43	3.920	R$ 2.948,45
julho	8.763	R$ 7.070,16	3.920	R$ 3.080,58
agosto	9.560	R$ 8.395,68	4.000	R$ 3.350,75
setembro	9.704	R$ 8.598,29	3.760	R$ 3.176,21
outubro	8.626	R$ 8.649,90	3.760	R$ 3.171,66
novembro	9.438	R$ 8.334,06	3.920	R$ 3.308,60
dezembro	9.204	R$ 8.111,12	4.080	R$ 3.425,17
TOTAL ANUAL	**108.126**	**R$ 89.628,47**	**45.360**	**R$ 35.690,97**

ANO DE 2024				
MÊS DE COMPETÊNCIA	EDIFÍCIO A		EDIFÍCIO B	
	CONSUMO EM Kwh	VALOR	CONSUMO EM Kwh	VALOR
janeiro	8.842	R$ 7.844,61	3.520	R$ 2.980,89
fevereiro	9.261	R$ 8.184,96	4.000	R$ 3.358,62
março	8.969	R$ 7.928,00	4.000	R$ 3.367,06
abril	9.726	R$ 8.360,88	3.920	R$ 3.320,03
maio	9.638	R$ 8.431,26	4.240	R$ 3.599,67
junho	9.007	R$ 8.024,90	3.920	R$ 3.351,83
julho	9.276	R$ 8.236,76	3.840	R$ 3.292,47
agosto	9.430	R$ 8.710,56	4.000	R$ 3.523,99
setembro	9.855	R$ 8.792,86	4.000	R$ 3.478,99
outubro	8.941	R$ 8.649,90	4.060	R$ 3.765,76
novembro	10.028	R$ 9.895,75	3.920	R$ 3.707,49
dezembro	8.933	R$ 8.418,05	3.660	R$ 3.461,59
TOTAL ANUAL	**111.906**	**R$ 101.478,49**	**47.080**	**R$ 41.208,39**

APÊNDICE D

Planilha de cálculos (ENERGIA)

ANO DE 2023						
MÊS	CONSUMO TOTAL (kWh)		POR PESSOA (kWh)		POR M^2 (kWh)	
	A	B	A	B	A	B
Janeiro	7.878	3.440	7,78	5,73	1,37	3,04
Fevereiro	8.087	3.440	7,99	5,73	1,41	3,04
Março	8.634	3.520	8,53	5,87	1,50	3,11
Abril	10.187	3.840	10,07	6,40	1,77	3,39
Maio	8.659	3.760	8,56	6,27	1,51	3,32
Junho	9.386	3.920	9,27	6,53	1,63	3,46
Julho	8.763	3.920	8,66	6,53	1,52	3,46
Agosto	9.560	4.000	9,45	6,67	1,66	3,53
Setembro	9.704	3.760	9,59	6,27	1,69	3,32
Outubro	8.626	3.760	8,52	6,27	1,50	3,32
Novembro	9.438	3.920	9,33	6,53	1,64	3,46
Dezembro	9.204	4.080	9,09	6,80	1,60	3,60
TOTAL ANUAL	**108.126**	**45.360**	**106,84**	**75,60**	**18,79**	**40,03**

ANO DE 2024						
MÊS	CONSUMO TOTAL (kWh)		POR PESSOA (kWh)		POR M^2 (kWh)	
	A	B	A	B	A	B
Janeiro	8.842	3.520	8,74	5,87	1,54	3,11
Fevereiro	9.261	4.000	9,15	6,67	1,61	3,53
Março	8.969	4.000	8,86	6,67	1,56	3,53
Abril	9.726	3.920	9,61	6,53	1,69	3,46
Maio	9.638	4.240	9,52	7,07	1,68	3,74
Junho	9.007	3.920	8,90	6,53	1,57	3,46
Julho	9.276	3.840	9,17	6,40	1,61	3,39
Agosto	9.430	4.000	9,32	6,67	1,64	3,53
Setembro	9.855	4.000	9,74	6,67	1,71	3,53
Outubro	8.941	4.060	8,83	6,77	1,55	3,58
Novembro	10.028	3.920	9,91	6,53	1,74	3,46
Dezembro	8.933	3.660	8,83	6,10	1,55	3,23
TOTAL ANUAL	**111.906**	**47.080**	**110,58**	**78,47**	**19,45**	**41,55**

	EDIFÍCIO A	EDIFÍCIO B
AREA TOTAL	15.467,32	8.923,15
AREA COMUM	5.753,39	1.133,15
Nº DE USUÁRIOS	1.012	600

CONSUMO NO 13º PAVIMENTO		
	2023	2024
Consumo total (kWh)	41682	39750
Consumo total (mWh)	41,682	39,75
PROJEÇÃO		
Por pessoa	1054,5546	1005,675
Por m^2	626,8392	597,7846

PROJEÇÕES DE CONSUMO EDIFICIO A				
CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA	BASELINE (MWh/ano)	PROJEÇÃO LEED (MWh/ano)	EFETIVO proj. 2023 (MWh/ano)	EFETIVO proj. 2024 (MWh/ano)
Projeção por m^2	1497	943	734,9652	709,6906
Projeção por pessoa	2.714,9900	1.710,2400	1.162,6806	1.117,5810
Por m^2	0,1755	0,1106	0,0475	0,0459
Por pessoa	2,6828	1,6900	1,1489	1,1043

EDIFÍCIO A (CERTIFICADO)	
COMPARATIVO	Aumento/ Redução (%)
2023 X proj. leed (total)	32,02
2023 X proj. leed (por m^2)	57,03
2023 X proj. leed (por pessoa)	32,02
2024 X proj. leed (total)	34,65
2024 X proj. leed (por m^2)	58,5
2024 X proj. leed (por pessoa)	34,65
2023 x Baseline (total)	57,18
2023 x Baseline (por m^2)	72,93
2023 x Baseline (por pessoa)	57,18
2024 x Baseline (total)	58,84
2024 x Baseline (por m^2)	73,86
2024 x Baseline (por pessoa)	58,84

EDIFÍCIO A X EDIFÍCIO B	
COMPARATIVO	Aumento/ Redução (%)
2023 por m^2	53,05
2023 por pessoa	-41,33
2024 por m^2	53,19
2024 por pessoa	-40,92

EDIFÍCIO B X BASELINE	
COMPARATIVO	Aumento/ Redução (%)
2023 por m^2	77,19
2023 por pessoa	97,18
2024 por m^2	76,33
2024 por pessoa	97,08

ANEXO A
Check list de pontuação LEED

Checklist de Pontuação

LEED CS 2009

S	S?	N?	N			
21	0	0	7	**Terrenos Sustentáveis (SS)**	Possível Pontuação:	28
				Pré-req. 1	Prevenção da Poluição na Atividade da Construção	---
1				Crédito 1	Seleção do Terreno	1
5				Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade*	5
			1	Crédito 3	Remediação de Áreas Contaminadas	1
6				Crédito 4.1	Transporte Alternativo: Acesso ao Transporte Público*	6
2				Crédito 4.2	Transporte Alternativo: Bicicletário e Vestiário Para os Ocupantes*	2
3				Crédito 4.3	Transporte Alternativo: Uso de Veículos de Baixa emissão*	3
			2	Crédito 4.4	Transporte Alternativo: Área de Estacionamento*	2
			1	Crédito 5.1	Desenvolvimento do Espaço: Proteção e Restauração do Habitat*	1
			1	Crédito 5.2	Desenvolvimento do Espaço: Maximizar Espaços Abertos*	1
1				Crédito 6.1	Projeto Para Águas Pluviais: Controle da Quantidade*	1
			1	Crédito 6.2	Projeto Para Águas Pluviais: Controle da Qualidade*	1
1				Crédito 7.1	Redução da Ilha de Calor: Áreas Descobertas*	1
1				Crédito 7.2	Redução da Ilha de Calor: Áreas Cobertas*	1
			1	Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1
1				Crédito 9	Guia de Projeto e Construção Para Inquilinos	1
10	0	0	0	**Eficiência no Uso da Água (WE)**	Possível Pontuação:	10
				Pré-req. 1	Redução do Consumo de Água	---
4				Crédito 1	Uso Eficiente de Água no Paisagismo	4
2				Crédito 2	Tecnologias Inovadoras Para Águas Servidas*	2
4				Crédito 3	Redução do Consumo de Água – 30% a 40%*	4
27	0	8	2	**Energia e Atmosfera (EA)**	Possível Pontuação:	37
				Pré-req. 1	Comissionamento dos Sistemas de Energia	---
				Pré-req. 2	Desempenho Mínimo de Energia	---
				Pré-req. 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	---
21				Crédito 1	Otimização do Desempenho Energético*	21
4				Crédito 2	Geração Local de Energia Renovável*	4
		2		Crédito 3	Comissionamento Avançado*	2
			2	Crédito 4	Melhoria na Gestão de Gases Refrigerantes	2
		3		Crédito 5.1	Medições e Verificações – Base do Edifício	3
		3		Crédito 5.2	Medições e Verificações – Sub Medição de Inquilinos	3
2				Crédito 6	Energia Verde	2

6	1	0	6	**Materiais e Recursos (MR)**	Possível Pontuação:	13
				Préreq. 1	Depósito e Coleta de Recicláveis	---
			5	Crédito 1	Manutenção de Paredes, Pisos e Telhados Existentes*	5
2				Crédito 2	Gerenciamento de Resíduos da Construção*	2
			1	Crédito 3	Reuso de Materiais*	1
1	1			Crédito 4	Conteúdo Reciclado*	2
2				Crédito 5	Materiais Regionais*	2
1				Crédito 6	Madeira Certificada*	1

7	1	1	4	**Qualidade do Ambiente Interno (IEQ)**	Possível Pontuação:	12
				Pré-req. 1	Qualidade Mínima do Ar Interno	---
				Pré-req. 2	Controle Ambiental do Fumo	---
			1	Crédito 1	Monitoramento da Qualidade da Captação de Ar Externo	1
1				Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
1				Crédito 3	Plano de Cont. da Qualidade do Ar Interno – Durante Construção*	1
1				Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão – Adesivos e Selantes	1
1				Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão – Tintas e Revestimentos	1
1				Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão – Sistemas de Piso	1
	1			Crédito 4.4	Mat. de Baixa Emissão – Compostos de Madeira e Agrofibra	1
			1	Crédito 5	Controle de Partículas Químicas e Poluidoras	1
1				Crédito 6	Controlabilidade de Sistemas – Conforto Térmico*	1
			1	Crédito 7	Conforto Térmico - Projeto	1
			1	Crédito 8.1	Luz Natural e Visibilidade Externa – Luz Natural*	1
1				Crédito 8.2	Luz Natural e Visibilidade Externa – Visibilidade Externa*	1

6	0	0	0	**Inovação & Design (ID)**	Possível Pontuação:	6
5				Crédito 1	Inovação em Design	5
1				Crédito 2	Profissional Acreditado LEED	1

4	0	1	0	**Prioridade Regional (RP)**	Possível Pontuação:	4
1				Crédito 1	WEc3 - Redução do Consumo de Água – 40%	1
1				Crédito 2	EAc2 - Geração Local de Energia Renovável - 1%	1
1				Crédito 3	MRc2 - Gerenciamento de Resíduos da Construção – 75%	1
1				Crédito 4	MRc6 - Madeira Certificada – 100%	1

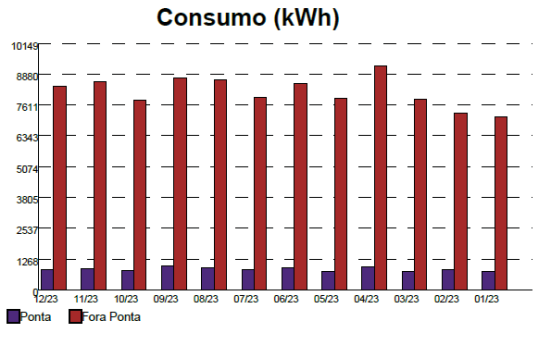
81	2	8	19	**Total**	Possível Pontuação:	110

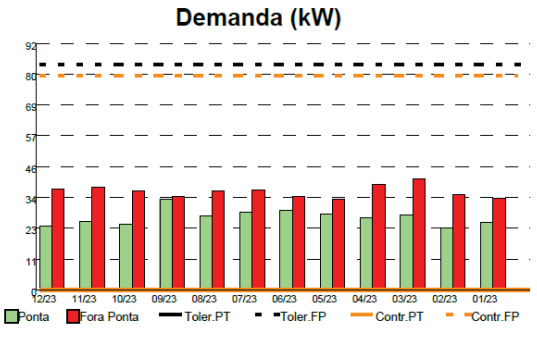
ANEXO B

Histórico de consumo de energia Empreendimento A

ANO DE 2023

Histórico de Consumo e Pagamentos

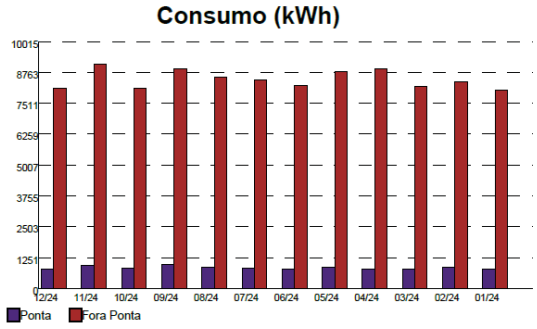


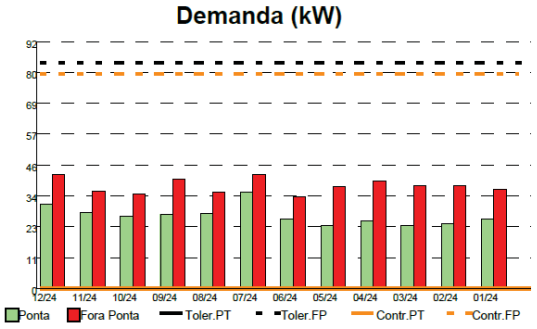


Mês/Ano	Valor da Fatura	Data de Vencimento	Data de Pagamento	Consumo Ponta	Consumo Fora Pta.	Demanda Ponta	Demanda Fora Pta.	Dem.Cont. Ponta	Dem.Cont. Fora Pta.	Dem.Tol. Ponta	Dem.Tol. Fora Pta.
12/2023	8.111,12	28/12/2023		837	8367	23.96	37.78	0	80	0	84
11/2023	8.334,06	28/11/2023	28/11/2023	875	8563	25.68	38.32	0	80	0	84
10/2023	7.751,34	28/10/2023	30/10/2023	797	7796	24.4	36.9	0	80	0	84
09/2023	8.598,29	28/09/2023	28/09/2023	975	8729	33.89	34.78	0	80	0	84
08/2023	8.395,68	28/08/2023	28/08/2023	931	8629	27.79	36.8	0	80	0	84
07/2023	7.070,16	28/07/2023	28/07/2023	845	7918	29.02	37.19	0	80	0	84
06/2023	7.209,43	28/06/2023	28/06/2023	909	8477	29.71	34.78	0	80	0	84
05/2023	6.680,76	28/05/2023	29/05/2023	760	7899	28.48	33.75	0	80	0	84
04/2023	7.775,26	28/04/2023	28/04/2023	960	9227	26.91	39.26	0	80	0	84
03/2023	6.830,21	28/03/2023	28/03/2023	775	7859	28.04	41.57	0	80	0	84
02/2023	6.084,34	28/02/2023	28/02/2023	828	7259	23.12	35.47	0	80	0	84
01/2023	5.889,26	28/01/2023	30/01/2023	767	7111	25.19	34.34	0	80	0	84

ANO DE 2024

Histórico de Consumo e Pagamentos



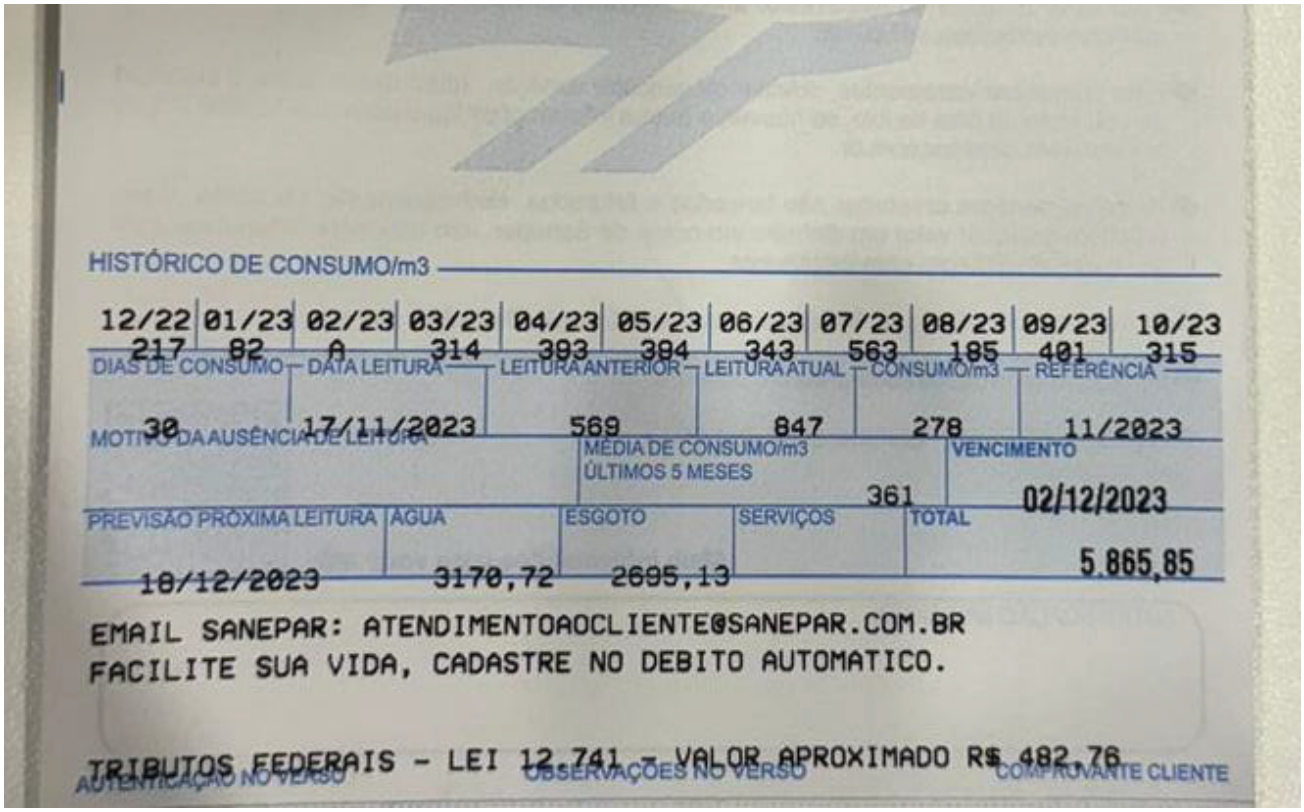


Mês/Ano	Valor da Fatura	Data de Vencimento	Data de Pagamento	Consumo Ponta	Consumo Fora Pta.	Demanda Ponta	Demanda Fora Pta.	Dem.Cont. Ponta	Dem.Cont. Fora Pta.	Dem.Tol. Ponta	Dem.Tol. Fora Pta.
12/2024	8.418,05	28/12/2024		807	8126	31.53	42.5	0	80	0	84
11/2024	9.895,75	28/11/2024	28/11/2024	923	9105	28.19	36.4	0	80	0	84
10/2024	8.649,90	28/10/2024	28/10/2024	830	8111	27.01	35.17	0	80	0	84
09/2024	8.792,86	28/09/2024	30/09/2024	959	8896	27.74	40.59	0	80	0	84
08/2024	8.710,56	28/08/2024	28/08/2024	846	8584	27.94	35.86	0	80	0	84
07/2024	8.236,76	28/07/2024	29/07/2024	822	8454	35.76	42.55	0	80	0	84
06/2024	8.024,90	28/06/2024	28/06/2024	782	8225	26.07	34.29	0	80	0	84
05/2024	8.431,26	28/05/2024	28/05/2024	859	8779	23.61	38.03	0	80	0	84
04/2024	8.360,88	28/04/2024	29/04/2024	808	8918	25.04	39.95	0	80	0	84
03/2024	7.928,18	28/03/2024	28/03/2024	791	8178	23.51	38.27	0	80	0	84
02/2024	8.184,96	28/02/2024	28/02/2024	879	8382	24.2	38.17	0	80	0	84
01/2024	7.844,61	28/01/2024	29/01/2024	783	8059	25.78	36.85	0	80	0	84

ANEXO C

Histórico de consumo de água Empreendimento A

ANO DE 2023



HISTÓRICO DE CONSUMO/m3

12/22	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23
217	82	A	314	393	394	343	563	185	401	315

DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO/m3	REFERÊNCIA
30	17/11/2023	569	847	278	11/2023

MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA

MÉDIA DE CONSUMO/m3 ÚLTIMOS 5 MESES: 361

VENCIMENTO: 02/12/2023

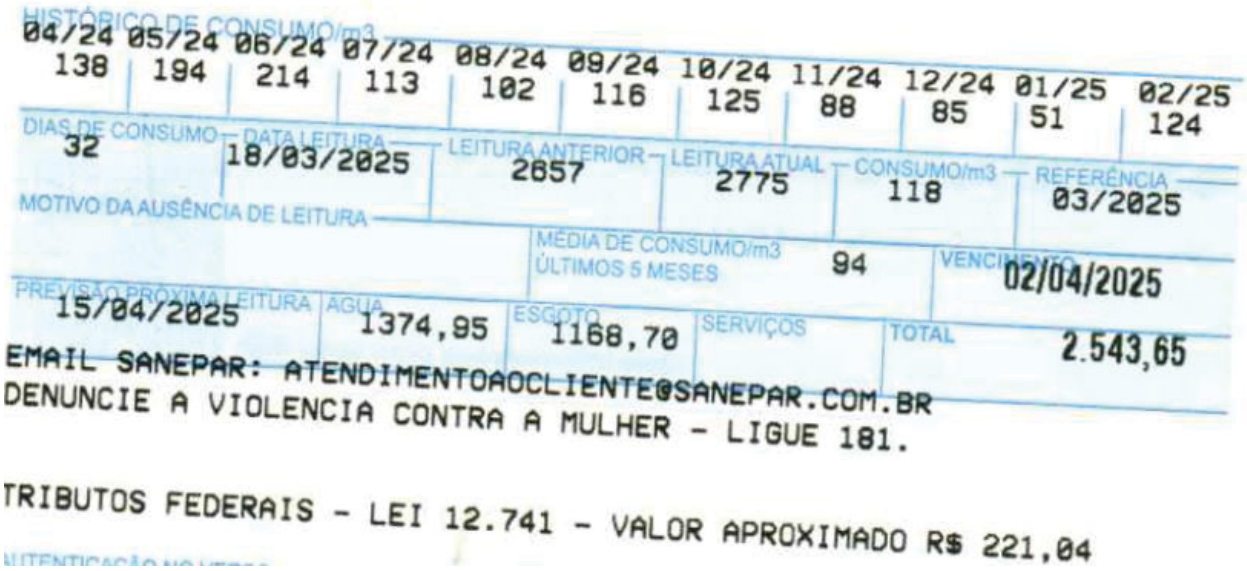
PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL
18/12/2023	3170,72	2695,13		5.865,85

EMAIL SANEPAR: ATENDIMENTOAOCLIENTE@SANEPAR.COM.BR
FACILITE SUA VIDA, CADASTRE NO DEBITO AUTOMATICO.

TRIBUTOS FEDERAIS - LEI 12.741 - VALOR APROXIMADO R$ 482,76

AUTENTICAÇÃO NO VERSO OBSERVAÇÕES NO VERSO COMPROVANTE CLIENTE

ANO DE 2024



HISTÓRICO DE CONSUMO/m3

04/24	05/24	06/24	07/24	08/24	09/24	10/24	11/24	12/24	01/25	02/25
138	194	214	113	102	116	125	88	85	51	124

DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO/m3	REFERÊNCIA
32	18/03/2025	2657	2775	118	03/2025

MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA

MÉDIA DE CONSUMO/m3 ÚLTIMOS 5 MESES: 94

VENCIMENTO: 02/04/2025

PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL
15/04/2025	1374,95	1168,70		2.543,65

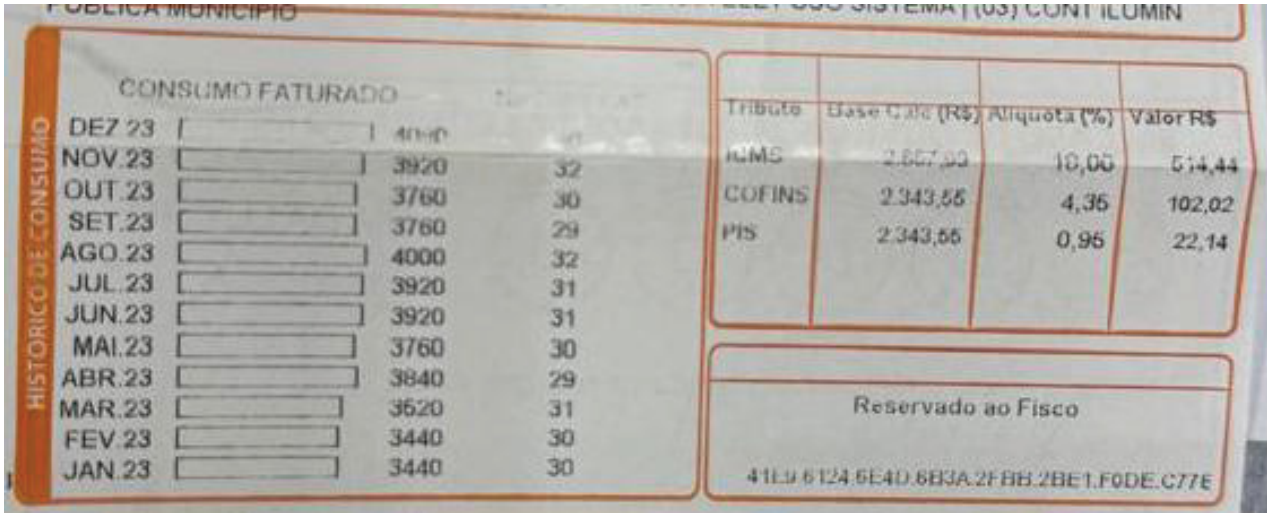
EMAIL SANEPAR: ATENDIMENTOAOCLIENTE@SANEPAR.COM.BR
DENUNCIE A VIOLENCIA CONTRA A MULHER - LIGUE 181.

TRIBUTOS FEDERAIS - LEI 12.741 - VALOR APROXIMADO R$ 221,04

ANEXO D

Histórico de consumo de energia Empreendimento B

ANO DE 2023



HISTÓRICO DE CONSUMO

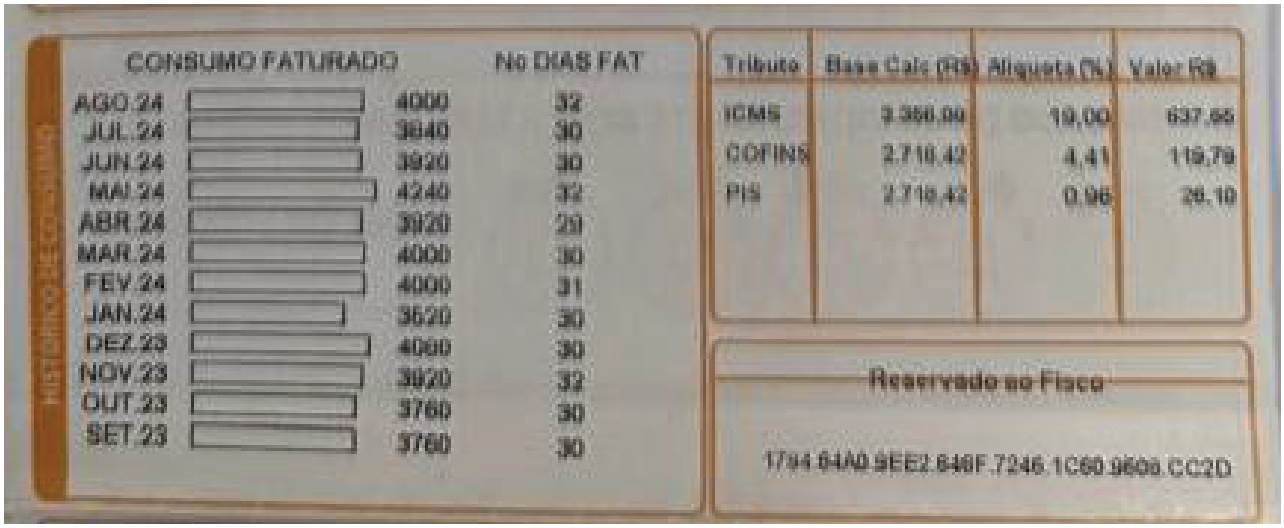
CONSUMO FATURADO		
DEZ.23	[illegible]	[illegible]
NOV.23	3920	32
OUT.23	3760	30
SET.23	3760	29
AGO.23	4000	32
JUL.23	3920	31
JUN.23	3920	31
MAI.23	3760	30
ABR.23	3840	29
MAR.23	3520	31
FEV.23	3440	30
JAN.23	3440	30

Tributo	Base Calc (R$)	Alíquota (%)	Valor R$
ICMS	[illegible]	18,00	514,44
COFINS	2.343,55	4,35	102,02
PIS	2.343,55	0,95	22,14

Reservado ao Fisco

41E9.6124.6E4D.6B3A.2FBB.2BE1.F0DE.C77E

ANO DE 2024



HISTÓRICO DE CONSUMO

CONSUMO FATURADO		Nº DIAS FAT
AGO.24	4000	32
JUL.24	3840	30
JUN.24	3920	30
MAI.24	4240	32
ABR.24	3920	29
MAR.24	4000	30
FEV.24	4000	31
JAN.24	3520	30
DEZ.23	4000	30
NOV.23	3920	32
OUT.23	3760	30
SET.23	3760	30

Tributo	Base Calc (R$)	Alíquota (%)	Valor R$
ICMS	3.360,00	19,00	637,65
COFINS	2.710,42	4,41	119,79
PIS	2.710,42	0,96	26,10

Reservado ao Fisco

1794.64A0.9EE2.848F.7246.1C60.9608.CC2D

ANEXO E

Histórico de consumo de água Empreendimento B

ANO DE 2023

HISTÓRICO DE CONSUMO/m3

01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23
A	330	A	486	384	373	361	385	462	577	532

DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO/m3	REFERÊNCIA
28	27/12/2023	19268	19729	461	12/2023

MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA

MÉDIA DE CONSUMO/m3 ÚLTIMOS 5 MESES: 463

VENCIMENTO: 10/01/2024

PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL
26/01/2024	5269,73	4479,29		9 749,02

EMAIL SANEPAR: ATENDIMENTOAOCLIENTE@SANEPAR.COM.BR
FACILITE SUA VIDA, CADASTRE NO DEBITO AUTOMATICO.

ANO DE 2024

HISTÓRICO DE CONSUMO/m3

11/23	12/23	01/24	02/24	03/24	04/24	05/24	06/24	07/24	08/24	09/24
532	461	323	404	441	417	454	401	391	411	369

DIAS DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO/m3	REFERÊNCIA
32	28/10/2024	3139	3606	467	10/2024

MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA

MÉDIA DE CONSUMO/m3 ÚLTIMOS 5 MESES: 405

VENCIMENTO: 10/11/2024

PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL
27/11/2024	5496,64	4672,14		10.168,78

EMAIL SANEPAR: ATENDIMENTOAOCLIENTE@SANEPAR.COM.BR
COMBATE AO MOSQUITO DA DENGUE: DEVER DE TODOS.

ANEXO F

Diagnóstico LEED

Fornecido pela empresa certificadora – Apresentado parcialmente somente as categorias de Eficiência no uso da água e Energia e Atmosfera

				Eficiência no Uso da Água (WE)	Pontuação Possível:	10

				Pré-req. 1	Redução do Consumo de Água	X

Reduzir o consumo de água em 20%.

Reduzir o consumo de água potável através da instalação de metais e louças eficientes e/ou equipamentos secos.

Para a conquista do pré-requisito WEp1 e crédito WEc3, devem ser especificados louças e metais com as seguintes vazões:

- Vasos Sanitários: 6/3 L dual-flush;
- Mictório: 0,7 L/acionamento
- Chuveiros: 6 L/min;
- Torneiras de banheiros de uso comum: temporizador mecânico com ciclo de 12 segundos e arejador de 1,8 L/min;.
- Torneiras de cozinha/copa: arejador de 4 L/min.

Observação: É possível conquistar o pré-requisito apenas com a especificação dos equipamentos acima, gerando uma demanda de 1622,54m³/ano, e redução de **38%** no consumo de água do edifício. No entanto, para a conquista do créditos WEc2 é necessária a utilização de águas pluviais ou águas de reúso para operação de descargas, de forma a totalizar uma redução mínima de 50% na demanda de água potável para condução de esgoto.

Caso seja utilizado o vaso dual-flush 3/4,8L, a demanda é de 1460m³/ano, e a redução obtida é de **43%** e é são garantidos os 4 pontos do crédito WEc3. Porém, apenas com essa solução, o crédito WEc2 não é pontuado, e não é obtida a performance exemplar do crédito WEc3.

Custo unitário 3/4,8L = R$650,00

Diagnóstico

LEED CS 2009

				Eficiência no Uso da Água (WE)	Pontuação Possível:	10

4				Crédito 1	Uso Eficiente de Água no Paisagismo	4

Opção 1: Redução de 50% (2 pontos)

Reduzir o consumo de água potável para irrigação em 50%.

Essa redução deve ser resultado de qualquer combinação das medidas abaixo:

- **Projeto de paisagismo (fatores relacionados a espécies de plantas, densidade e microclima).**
- **Eficiência da irrigação.**
- **Uso de águas pluviais;**
- **Uso de águas cinzas;**
- **Uso de água tratada e distribuída por uma instituição pública destinada especificamente a usos não potáveis.**

Opção 2: ZERO de água potável para irrigação (4 pontos)

Método 1

Utilizar para irrigação apenas água de chuva, ou águas cinzas, ou água destinada especificamente a usos não potáveis.

Método 2

Implementar paisagismo que não requeira sistema permanente de irrigação.

Para a conquista de 4 pontos neste crédito, a opção 2 deve ser perseguida e indica-se a necessidade do projeto de paisagismo utilizar plantas nativas e adaptadas que não necessitem de irrigação. Sugere-se a instalação de apenas torneiras de uso restrito que devem ser abastecidas com água de chuva.

Para documentação deste crédito deve ser entregue pelo paisagista à PETINELLI, uma relação das espécies indicadas no projeto.

Diagnóstico

LEED CS 2009

			Eficiência no Uso da Água (WE)		Pontuação Possível:	10
		2	Crédito 2	Tecnologias Inovadoras Para Águas Servidas*		2

Opção 1:
Reduzir em 50% o uso de água potável para geração de esgoto através do uso de louças e metais sanitários (vasos e mictórios) eficientes e do reuso de águas pluviais e/ou águas cinzas.

Opção 2:
Tratar 50% das águas servidas. Essa água deve ser reutilizada no edifício ou infiltrada no próprio terreno.

Performance exemplar:
100% de redução da água potável utilizada nas descargas dos banheiros ou tratamento no site com reuso e/ou infiltração do efluente gerado.

A eficiência dos metais e louças deve seguir as premissas estabelecidas em WEp1. Ademais, deve ser instalado um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e/ou reuso de água cinza para abastecimento da demanda de descargas do empreendimento.

Premissas de cálculo:

- Ocupação da loja do térreo: 13 ocupantes fixos e 55 visitantes;
- Ocupação do escritório: 490 ocupantes fixos
- Consumo anual de descargas (PROPOSTO): 1623 m³;
- Consumo anual de descargas (BASELINE): 2434 m³.

O sistema de abastecimento por fonte alternativa instalado deve ser capaz de abastecer pelo menos 50% da demanda de descargas do empreendimento, com um volume anual mínimo de 812 m³. Sugere-se a utilização da área de cobertura (560m²) para captação de água da chuva e instalação de uma cisterna de aproveitamento para distribuição. O potencial de volume captado desse sistema, anualmente, seria de 840 m³, e dessa forma, a redução do consumo de água potável para as descargas seria de 68%, atendendo ao crédito e conquistando 2 pontos. Além de obter redução de 61% no consumo total de água potável do edifício, o que garante pontuação máxima em WEc3.

O volume de reservatório estimado para esse sistema é de 62 m³, considerando uma capacidade que atenda a demanda de 10 dias do edifício. O custo estimado para a ETA de água da chuva é de R$15.000-R$20.000.

Outra estratégia é o tratamento e reuso de águas cinzas geradas no edifício. A partir desse sistema, considerando o tratamento de toda oferta de águas cinzas que

corresponde a 677 m³, e dessa forma, a redução no consumo de água potável para descargas seria de 61%, atendendo ao crédito e conquistando 2 pontos. Além de obter redução de 56% no consumo total de água potável do edifício, o que também garante a pontuação máxima em WEc3.

O volume de reservatório estimado para esse sistema é de 26 m³, considerando uma capacidade que atenda a demanda de 10 dias do edifício. O custo estimado para a ETE de águas cinzas é de R$30.000 a R$40.000.

É importante ressaltar que caberá ao projetista hidráulico definir a rede de distribuição e armazenamento para o sistema de aproveitamento. O projeto hidráulico deve ser validado pelos consultores da PETINELLI de forma a garantir a eficiência do sistema e consequente conquista do crédito

Diagnóstico

LEED CS 2009

				Eficiência no Uso da Água (WE)	Pontuação Possível:	10
3		1		Crédito 3	Redução do Consumo de Água – 30% a 40%	4

Reduzir o consumo de água em 30% (2 pontos), 35% (3 pontos), ou 40% (4 pontos)

<u>Performance exemplar:</u>
45% de redução no uso de água potável.

A partir da substituição dos metais e louças, conforme a especificação para atender ao pré-requisito WEp1, a redução no consumo de água potável é de aproximadamente 38%. Dessa forma, são conquistados 3 pontos neste credito.

Todavia, ao utilizar água de chuva para abastecimento de descargas e atender aos requisitos do crédito WEc2, a pontuação máxima é atingida. Neste cenário, a redução no consumo de água potável é de 60%, e são conquistados 4 pontos + 1 ponto de performance exemplar.

Caso seja utilizado sistema de reúso de águas cinzas para atender a demanda de descargas do crédito WEc2, a pontuação máxima também é atingida. Neste cenário, a redução no consumo de água potável é de 56%, e são conquistados 4 pontos + 1 ponto de performance exemplar.

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37

				Pré-req. 1	Comissionamento dos Sistemas de Energia	X

Verificar que os sistemas de energia do edifício foram instalados e calibrados de acordo com os requerimentos do proprietário (OPR), as especificações fornecidas pelos projetistas (BOD) e os projetos executivos. Deverá ser contratado um profissional habilitado para executar o processo de comissionamento fundamental.

Esse processo deve cobrir no mínimo os seguintes sistemas:

- **HVAC&R e respectivos controles;**
- **Controles de iluminação (natural e artificial);**
- **Sistemas de aquecimento de água;**
- **Sistemas de energia renovável.**

O objetivo final do processo de comissionamento é garantir que os sistemas comissionados, na conclusão da obra, atendam às expectativas do proprietário e dos usuários do edifício quanto à sua operacionalidade e eficiência energética, de modo que todas as etapas do comissionamento, desde o registro da primeira versão do OPR até a entrega do edifício, sejam voltadas unicamente para esse objetivo.

O comissionamento fundamental já está incluso na proposta da PETINELLI para certificação.

Diagnóstico

LEED NC 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37
				Pré-req. 2	Desempenho Mínimo de Energia	X

Demonstrar por meio de uma simulação que o edifício proposto consome menos energia que o padrão de referência modelado segundo os requisitos do Apêndice G da norma ASHRAE 90.1-2007. Essa redução deve ser de 10% (em custos) para edifícios novos e 5% para grandes reformas de edifícios existentes.

Atender os requisitos obrigatórios estabelecidos pela norma ASHRAE 90.1-200-7:

5.4) Envoltória: Descreve as exigências mínimas para a envoltória do empreendimento.

6.4) HVAC: Descreve exigências mínimas para o sistema de HVAC do empreendimento. As exigências desta seção vão desde a eficiência mínima dos equipamentos utilizados até o sistema de controle utilizado para o sistema.

7.4) Sistema de Água Quente: Descreve as exigências mínimas para o projeto de aquecimento de água.

8.4) Queda de tensão: Descreve as exigências de queda de tensão máxima na instalação elétrica.

9.4) Iluminação: Descreve as exigências mínimas para o projeto elétrico/luminotécnico. As exigências desta seção vão desde os sistemas de controle à eficiência da iluminação externa.

10.4) Equipamentos: Descreve a eficiência mínima dos motores elétricos.

A PETINELLI realizou simulações termo-energéticas mediante uso de modelagens computacionais para analisar o consumo de energia dos edifícios quanto a envoltória, climatização, ventilação, iluminação artificial/natural e cargas de processos dos prédios, visando a seleção das melhores alternativas para atender ao LEED e às premissas do proprietário.

A consultoria da PETINELLI elaborou Estudo de Viabilidade Tecnico Economica (EVTE) para avaliação e comprovação do desempenho energético do empreendimento de acordo com as metodologias especificadas pelo USGBC em LEED NC 2009, bem como as referidas normas.

A Petinelli desenvolveu também benchmarking de consumo de energia, identificação de medidas de eficiência energética, quantificação e documentação das economias.
Alguns critérios que já podem direcionar projetos são:

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37

				Pré-req. 2	Desempenho Mínimo de Energia	X

• Envoltória: As principais oportunidades de medidas de eficiência energética relacionadas à envoltória do edifício são soluções inteligentes de arquitetura. Elas deverão proporcionar melhor aproveitamento de iluminação natural, além de soluções em conjunto com os projetos luminotécnico e HVAC.
Além disso, o edifício deve proporcionar soluções de envoltória que minimizem o ganho de calor, proporcionando conforto térmico aos ocupantes. Estas soluções abrangem desde medidas de baixo ou nenhum custo (como telhado branco) até medidas com necessidade de análise de viabilidade, como aplicação de isolamento e utilização de vidros de alta performance.

• Iluminação: Devem ser projetados sistemas de iluminação eficientes em todas as áreas comuns, com redução mínima de DPI (Densidade de Potência Instalada) de 50% para ambientes internos e externos, em relação à ASHRAE 90.1 - 2007, dependendo da aplicação. Além disso, poderá ser avaliada a utilização de controles que integrem a iluminação artificial ao aproveitamento de iluminação natural, quando aplicável. Todo o sistema de iluminação deve possuir controles para desligamento automático por meio de sensores de presença ou programadores horários. A iluminação externa deve possuir relés fotoelétricos para seu acionamento apenas na ausência de iluminação natural.

• HVAC: Os sistemas de ar condicionado devem possuir eficiência em conformidade com a norma ASHRAE 90.1 - 2007. O escopo de consultoria da PETINELLI inclui auxílio à INVESCON nas análises preliminares a fim de definir os sistemas de HVAC que atendam às suas necessidades operacionais e atendam, de forma inteligente,às premissas de eficiência energética e qualidade do ambiente interno.
A solução adotada deverá levar em consideração os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) apresentados pela PETINELLI.

Os resultados da simulação preliminar estão no documento Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE).

Diagnóstico

LEED NC 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37

				Pré-req. 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	X

Nenhum equipamento do sistema de climatização ou prevenção de incêndio deve utilizar gases refrigerantes à base de CFC.

O critério para avaliação deste pré-requisito é o tipo de gás refrigerante utilizado. Deve-se garantir que nenhum equipamento utilizado possua gás refrigerante do tipo CFC. A restrição quanto ao uso de gás refrigerante do tipo CFC deve constar no contrato de locação/convenção condominial.

A PETINELLI irá acompanhar a seleção de equipamentos e o desenvolvimento do projeto de climatização para assessorar no cumprimento das exigências do pré-requisito.

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37

	21			Crédito 1	Otimização do Desempenho Energético*	21

Previsto no EAp2 (pré-requisito 2).

*** Performance exemplar se: o prédio se enquadrar na opção1 do crédito (performance de energia comparada ao baseline LEED). Prédios novos 50% e prédios com grandes reformas 46%.**

Previsto no EAp2 (pré-requisito 2). Ver EVTE.

Diagnóstico

LEED CS 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível:	37
		4		Crédito 2	Geração Local de Energia Renovável*	4

Gerar energia renovável in loco. O LEED confere até 4 pontos para projetos que alcancem reduções de custos de operação de até 1% com o emprego desse tipo de sistema.

A conquista deste crédito depende exclusivamente da decisão do cliente sobre investir na geração local de energia renovável.
Oportunidades para geração local de energia renovável:
- Painéis fotovoltáicos;
- Aerogeradores;
- Aquecimento solar de água;
- Certos tipos de biomassa;
- Biogás.

De acordo com a simulação do consumo de energia, no cenário de 37% de redução em cima do baseline do LEED, o BBC possui uma demanda de 943 MWh/ano. Para geração de 1%, que representa 9,43 MWh/ano, é necessário um sistema de painéis fotovoltaicos de 7 kWp.

O custo aproximado do sistema é de R$59.000, referente a 27 módulos fotovoltaicos, e ocupa em torno de 45 m² da área disponível na cobertura. Da casa de maquinas

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37
		2		Crédito 3	Comissionamento Avançado*	2

Iniciar o processo de comissonamento ainda na fase de projeto e estender as atividades até a fase de ocupação incluindo, no mínimo, as seguintes atividades:

- **Executar ao menos uma revisão dos projetos;**
- **Revisar documentação de construção/instalação;**
- **Auxiliar na elaboração de manuais dos sistemas;**
- **Acompanhar treinamento;**
- **Revisar operação do edifício até 10 meses após ocupação.**

O agente comissionador (CxA) deverá ser um profissional independente das empresas contratadas para construção e projeto, que desta forma irá verificar com imparcialidade se o ediicio opera como esperado e de acordo com as necessidades do proprietário.

Enquanto no comissionamento fundamental o CxA é inserido somente na fase de construção, no comissionamento avançado o CxA deve participar já na fase de projeto, executando revisões de projetos e validação de OPR e BoD.

Na fase de instalação o CxA deve participar tanto da revisão da documentação desenvolvida pelos terceiros, como também no desenvolvimento de manuais de operação e manutenção dos sistemas comissionados. O CxA finaliza o processo de instalação acompanhando o treinamento dos responsáveis pela operação dos sistemas do edifício.

O processo de comissionamento avançado é encerrado apenas 8 a 10 meses após a entrega do empreendimento, quando a operação do edifício é revisada pelo CxA.

Na prática, no mercado brasileiro não é comum encontrar o comissionamento como parte do projeto. Porém, nota-se que o envolvimento maior do agente comissionador pode tornar a instalação, em média, 5 % mais eficiente em relação a custos operacionais e a problemas detectados no início das atividades de produção. No entanto, apesar da ausência de uma barreira técnica, esse aumento do escopo de serviço do CxA exige um investimento considerável.

Para Comissionamento Avançado deste edifício a PETINELLI possui um orçamento de R$22.000

Diagnóstico

LEED NC 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível:	37
			2	Crédito 4	Melhoria na Gestão de Gases Refrigerantes	2

Reduzir o aquecimento global e a degradação da camada de ozônio.

<u>Opção 1</u>
Não utilizar gases refrigerantes.

<u>Opção 2</u>
Selecionar refrigerantes e equipamentos que minimizem ou eliminem a emissão de compostos que agridam a camada de ozônio. A adequação ou não dessa seleção é verificada através de uma equação presente no *LEED Reference Guide*, onde as características dos gases e equipamentos são comparados a um valor de referência determinado pelo LEED.

Os critérios para avaliação são: tipo de gás utilizado, relação entre carga de gás utilizado e capacidade do equipamento; e taxas de vazamento (de gás refrigerante) dos sistemas.

Quanto menor a necessidade de gás refrigerante do sistema de refrigeração adotado, mais fácil de conquistar o crédito. No entanto, nem sempre o sistema que demanda menor carga de gás é o mais eficiente energeticamente para um dado edifício.

A viabilidade deste crédito depende muito do sistema de ar condicionado a ser utilizado no prédio.

Em sistemas centralizados, como expansão indireta (água gelada), por exemplo, que necessita de menor carga de gás refrigerante por capacidade de resfriamento, ou que utiliza gás refrigerante natural como a amônia, estes atendem ao crédito com maior facilidade. Já o sistema tipo VRF, por via de regra, não atende aos requisitos deste crédito.

Visto que este prédio deverá utilizar sistemas de expansão direta, este crédito não se viabilizaria.

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37
		3		Crédito 5.1	**Medições e Verificações** – Base do Edifício	3

<u>Opção 1:</u>
Desenvolver e implementar um plano de M&V consistente com a opção D: *Calibrated Simulation (Saving Estimation Method 2),* como especificado no protocolo IPMVP Volume III.

<u>Opção 2:</u>
Desenvolver e implementar um plano de M&V consistente com a opção B: *Energy Conservation Measure Isolation*, como especificado no protocolo IPMVP Volume III.

Para conquistar o crédito é necessário desenvolver e implementar por no mínimo 12 meses um Plano de M&V de acordo com o volume III do International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP).

Esse item não faz parte do escopo de serviços contratado e exigirá um investimento adicional em consultoria. Caso haja interesse em buscar o crédito, a PETINELLI fornecerá uma proposta de consultoria e escopo de submedição.

Além disso, é necessário fornecer infraestrutura de medição para subsistemas como iluminação, ar condicionado, ventilação e equipamentos.

Em geral, para prédios novos, o custo de equipamentos de medição não é significativo quando o projeto elétrico é desenvolvido de modo a facilitar a submedição.

Em razão do investimento adicional necessário, a conquista do crédito depende exclusivamente da decisão cliente.

Para Medição e Verificação deste edifício a PETINELLI possui um orçamento de R$40.000 com medidores e R$25.000 sem os medidores.

Diagnóstico

LEED CS 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37
		3		Crédito 5.2	**Medições e Verificações** – Sub Medição de Inquilinos	3

Incluir um sistema eletrônico de medição com monitoramento central que possa ser expandido para acomodar a submedição de espaços de inquilinos, como requerido pelo LEED 2009 for *Commercial Interiors*.

Desenvolver um plano de Medição e Verificação (M&V) que documente e aconselhe os futuros inquilinos sobre essa oportunidade e sobre os meios de aproveitá-la.

Prover um processo de ações corretivas no caso dos resultados do M&V indicarem que a economia de energia desejada não está sendo atingida.

Com os medidores de energia da concessionária (COPEL) para cada inquilino é o suficiente para o atendimento do crédito.

A PETINELLI fornece adicionalmente ao escopo da certificação o plano de M&V para o crédito ser atendido.

Em razão do investimento adicional necessário, a conquista do crédito depende exclusivamente da decisão cliente.

Para Medição e Verificação deste edifício a PETINELLI possui um orçamento de R$40.000 com medidores e R$25.000 sem os medidores. (O valor inclui o plano para os dois créditos, EAc5.1 e EAc5.2)

Diagnóstico

LEED NC 2009

				Energia e Atmosfera (EA)	Pontuação Possível: 37
2				Crédito 6	Energia Verde	2

Contratar por no mínimo 2 anos uma empresa fornecedora de energia renovável para fornecer no mínimo 35% da energia elétrica consumida no edifício.

Esta é uma decisão futura do INVESCON. Trata-se de um crédito de baixo custo e a decisão pode ser tomada ao final dos estudos de energia.

O Orçamento para a conquista dos 2 pontos ficou em R$1.300