

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS. UMA ALIANÇA ESTRATÉGICA ENTRE O BIM E LEED PARA MITIGAÇÃO DE PROBLEMAS AMBIENTAIS

SUSTAINABLE BUILDINGS. A STRATEGIC ALLIANCE BETWEEN BIM AND LEED TO MITIGATE ENVIRONMENTAL PROBLEMS

EDIFICIOS SOSTENIBLES. UNA ALIANZA ESTRATÉGICA ENTRE BIM Y LEED PARA MITIGAR LOS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Ludmilla Gonçalves Costa ¹
Ranieri Marinho Paes ²

Resumo

Segundo o IPCC, a mudança climática é um dos maiores desafios do século XXI. O aquecimento global provavelmente atingirá 1,5°C entre 2021 e 2040, mesmo em cenários de baixas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e pode ultrapassar esse limite em cenários de emissões mais altas. Esse aumento das temperaturas globais, causado pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento e processos industriais, trará consequências graves, como eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar e perda de biodiversidade. A construção civil, responsável por cerca de 40% das emissões globais de GEE e 30% do consumo de energia, tem um papel crucial nesse cenário. Ferramentas como BIM aplicadas em conjunto o sistema de certificação LEED, promovem construções mais sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental. Empresas que adotarem essas práticas se destacarão no mercado, à medida que a sustentabilidade se torna uma prioridade global.

Palavras-chave: LEED, BIM, sustentabilidade, construção sustentável, eficiência energética e de recursos naturais.

Abstract

According to the IPCC, climate change is one of the greatest challenges of the 21st century. Global warming is likely to reach 1.5°C between 2021 and 2040, even under low greenhouse gas (GHG) emissions scenarios, and could exceed this limit under higher emissions scenarios. This increase in global temperatures, caused by the burning of fossil fuels, deforestation, and industrial processes, will have serious consequences, such as extreme weather events, rising sea levels, and loss of biodiversity. Civil construction, responsible for about 40% of global GHG emissions and 30% of energy consumption, plays a crucial role in this scenario. Tools such as BIM applied together with the LEED certification system, promote more sustainable constructions, reducing environmental impact. Companies that adopt these practices will stand out in the marketplace as sustainability becomes a global priority.

Keywords: LEED, BIM, sustainability, sustainable construction, energy and natural resource efficiency.

Resumen

Según el IPCC, el cambio climático es uno de los mayores desafíos del siglo XXI. Se espera que el calentamiento global alcance 1,5°C entre 2021 y 2040, incluso bajo escenarios de bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y podría superar este límite en escenarios de emisiones más altas. Este aumento de las temperaturas globales, causado por la quema de combustibles fósiles, la deforestación y los procesos industriales, tendrá consecuencias graves, como fenómenos meteorológicos extremos, subida del nivel del mar y pérdida de biodiversidad. La construcción civil, responsable de aproximadamente el 40% de las emisiones globales de GEI y el 30% del consumo energético, desempeña un papel crucial en este escenario. Herramientas como BIM, aplicadas junto con el sistema de certificación LEED, promueven construcciones más sostenibles, reduciendo el impacto

¹ Graduanda do curso de Bacharelado em Eng. Civil pela UNINTER.

² Professor orientador do curso de Bacharelado em Engenharia Civil pela UNINTER.

medioambiental. Las empresas que adopten estas prácticas destacarán en el mercado a medida que la sostenibilidad se convierta en una prioridad global.

Palabras clave: LEED, BIM, sostenibilidad, construcción sostenible, eficiencia energética y de recursos naturales.

1 Introdução

A preocupação crescente com a sustentabilidade e o impacto ambiental das ações humanas, particularmente na indústria da construção, tem estimulado a implementação de novas estratégias e instrumentos com o objetivo de atenuar os prejuízos causados ao meio ambiente. Dentro desse cenário, a união entre o Building Information Modeling (BIM) e a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) se sobressai como uma parceria estratégica para a construção sustentável. Essa parceria proporciona soluções práticas para atingir objetivos globais, tais como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), voltados para cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e medidas contra a alteração climática global (ODS 13).

A motivação para este projeto provém da urgência em reconsiderar práticas tradicionais da construção civil, que historicamente privilegiaram o lucro sem levar em conta os efeitos ambientais e sociais. Com a crescente pressão de investidores e consumidores por práticas mais responsáveis, a indústria é forçada a conciliar o lucro financeiro com o impacto positivo, conforme ressaltado pelo Green Building Council Brasil. Certificações como o LEED valorizam as construções e aprimoram a visão de mercado, proporcionando vantagens financeiras e de reputação para os projetos.

Neste contexto, a questão de pesquisa que orienta este estudo é: De que maneira a combinação do BIM e do LEED pode auxiliar na diminuição de efeitos ambientais na construção civil e na elaboração de construções mais sustentáveis? A pesquisa procura compreender as vantagens dessa convergência e como ela pode revolucionar a indústria da construção, seja no que diz respeito à eficiência energética ou ao impacto ambiental.

O propósito principal deste artigo é examinar a integração do BIM com o LEED no processo de edificação sustentável, examinando como essa combinação pode ser empregada para atenuar os problemas ambientais causados pela indústria da construção civil. Os objetivos específicos para atingir esse objetivo são:

I - Examinar as vantagens do uso do BIM na elaboração e implementação de projetos sustentáveis;

II - Examinar o papel da certificação LEED na diminuição dos efeitos ambientais;

III - Reconhecer os benefícios econômicos e de mercado de construções que aderem às diretrizes ESG (Ambiental, Social e Governança);

IV - Examinar estudos de caso que ilustrem a aplicação conjunta do BIM e LEED em projetos concretos.

A base da pesquisa baseia-se na demanda crescente por construções que cumpram normas sustentáveis, não só por uma questão de aderência às normas ambientais, mas também pelo potencial de lucro financeiro e reputação que tais empreendimentos podem proporcionar. A avaliação dessa integração não só contribui para a redução dos efeitos ambientais, mas também possibilita a abertura de novas oportunidades de investimento e mercado para as empresas.

Finalmente, a organização do trabalho será segmentada em cinco seções. A seção inicial discutirá os conceitos BIM e LEED. Posteriormente, a integração do BIM com o LEED será examinada, ressaltando suas sinergias. Na terceira parte, examinaremos os estudos de caso e os desdobramentos práticos dessa integração. A quarta parte abordará as consequências financeiras e de mercado para os projetos que implementam práticas sustentáveis. Por fim, a última parte apresentará as conclusões e sugestões para pesquisas e implementações futuras no campo.

2 Fundamentação teórica

A indústria da construção tem um papel fundamental na economia mundial, contudo, também é uma das principais causadoras de impactos ambientais negativos, como o alto uso de energia, água e materiais, além da expressiva liberação de gases de efeito estufa (GEE). Dentro desse cenário, a combinação do Building Information Modeling (BIM) com a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) se apresenta como uma alternativa estratégica para a edificação de edifícios sustentáveis.

2.1 Definição BIM (Building Information Modeling)

BIM (Building Information Modeling) se caracteriza como um processo colaborativo para a criação, gerenciamento e compartilhamento de informações sobre um projeto de construção. Essa tecnologia se baseia em modelos tridimensionais inteligentes que contém dados detalhados sobre as características físicas e funcionais de um edifício, desde sua concepção até a demolição.

O produto passa a ser uma reprodução fiel dos objetos reais contendo parâmetros geométricos, além de informações capazes de fundamentar simulações virtuais em todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento, desde a sua concepção até a sua desconstrução (Almeida; Bonaldo, 2023, p. 10).

Entre todas as vantagens, podemos citar a melhora na comunicação e a colaboração entre as equipes do projeto, a capacidade de simular e examinar diversos aspectos da construção, tais como eficiência energética e desempenho térmico, além da otimização de recursos materiais e humanos.

2.2 Definição LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

A certificação LEED é reconhecida mundialmente como um padrão de excelência em construção sustentável. Edifícios com certificação LEED não apenas demonstram um compromisso com práticas ambientais responsáveis, mas também oferecem uma série de benefícios financeiros e operacionais. Atualmente no Brasil, uma das principais certificações que constata o grau de comprometimento das edificações com o meio ambiente e a responsabilidade social é o selo Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). “O sistema foi criado internacionalmente para certificar e orientar ambientalmente as edificações, através do incentivo de transformação dos projetos, obras e operação dos edifícios” (Almeida; Bonaldo, 2023, p. 103).

Trata-se de um programa de certificação global que avalia e reconhece edifícios verdes de alto desempenho em uma variedade de categorias, como: a sustentabilidade do local e dos meios de transporte, edifícios internos com qualidade do ar e saúde, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos necessários e inovação em projetos e construções sustentáveis.

A certificação é dividida em diferentes níveis (Certified, Silver, Gold e Platinum) e categorias (como BD+C para novas construções e O+M para operações e manutenção de edificações existentes), que avaliam o grau de comprometimento de uma edificação com as práticas de sustentabilidade.

A LEED tem como intuito reduzir os danos ambientais causados pelo setor de construção civil e também melhorias na saúde e bem-estar dos funcionários. De acordo com a GBCBrasil (2014, p. 11) o objetivo LEED é maximizar oportunidades integrando, estratégias financeiras de projeto e construção verdes, enfatizando a saúde humana como um critério de avaliação do projeto.

Em países desenvolvidos, edifícios certificados LEED podem se qualificar para diversos incentivos fiscais, como abatimentos e créditos de impostos, resultando em economias

significativas, segundo Rezende e Shirasawa (2022, p. 8), "A valorização da base do desenvolvimento sustentável é essencial para a implementação de um modelo de vida mais saudável, extinguindo a cultura do consumismo e permitindo que inovações movimentem a sociedade para o futuro." Estados como Maryland, Nova York e Virgínia, nos Estados Unidos, oferecem programas de incentivo para recompensar edifícios e comunidades que se esforçam para serem sustentáveis. Modelo que é referência para adoção por outros países, inclusive o Brasil.

Outra vantagem trata-se da economia nos custos operacionais. Edifícios LEED operam de forma mais eficiente, gerando economias substanciais em custos de energia e manutenção. Segundo o USGBC (2019) edifícios certificados LEED relataram uma economia de \$1,2 bilhões em energia e \$715,3 milhões em manutenção. Esses edifícios através do método construtivo, escolhas de materiais e processos, reduziram significativamente os custos operacionais ao longo do tempo.

A redução do uso de energia e emissões de carbono também é uma vantagem. A certificação LEED incentiva práticas de construção que reduzem o consumo de energia e as emissões de carbono. Isso não apenas ajuda a mitigar os impactos ambientais, mas também pode resultar em economias de custo substanciais para os proprietários dos edifícios. A construção sustentável é uma necessidade crescente em um mundo que busca reduzir a pegada de carbono.

A atração de inquilinos e investidores é um ponto positivo, já que edifícios certificados LEED são mais atrativos para inquilinos e investidores. Eles são vistos como mais modernos, eficientes e responsáveis do ponto de vista ambiental. Isso pode resultar em taxas de ocupação mais altas e em uma maior valorização do imóvel. Inquilinos e investidores estão cada vez mais procurando edifícios que se alinhem com seus próprios compromissos com a sustentabilidade.

A melhoria na saúde e bem-estar dos ocupantes ocupa destaque. Ambientes de construção LEED são projetados para melhorar a qualidade do ar interno, a iluminação natural e outros fatores que contribuem para a saúde e o bem-estar dos ocupantes. Isso pode resultar em menor absenteísmo e maior produtividade entre os ocupantes, beneficiando tanto empregadores quanto os próprios ocupantes.

A certificação LEED ajuda empresas a cumprirem seus objetivos ESG (Ambientais, Sociais e de Governança), demonstrando compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade corporativa. Isso não só melhora a reputação da empresa, mas também pode atrair investidores que estão cada vez mais focados em critérios ESG ao tomar decisões de investimento.

2.3 Uma abordagem estratégica para a integração de BIM e LEED

As vantagens na utilização da metodologia BIM, alinhadas ao programa de certificação global LEED, resultam em um processo construtivo que alcança os objetivos dispostos no IPCC, como a redução de emissão de gases nocivos e diminuição de danos ao meio ambiente.

O modelo BIM permite a simulação de uma variedade de elementos relacionados à sustentabilidade de uma construção, através dele torna-se possível avaliar o consumo de recursos e eficiência energética, os materiais de construção e seu desempenho ambiental e também o impacto da obra no ambiente local. Essa análise possibilita a tomada de decisões inteligentes para melhorar o projeto e reduzir o impacto ambiental. A informação necessária para a certificação LEED é organizada e facilitada pelo modelo BIM, ambos conversam entre si, unindo objetivos similares em prol de um projeto sustentável.

Através do BIM pode-se simular e administrar as características dos materiais utilizados na construção, os sistemas implantados que utilizam menos energia, as soluções que ajudam a economizar água e planos de qualidade do ar interno, assim todos esses itens são levantados e entregues para avaliação e obtenção da certificação LEED. Além do benefício documental, traremos para o projeto a otimização de uso de materiais, e diminuição de resíduos gerados em atividades de construção, oriundos nativamente da metodologia BIM.

O sistema LEED estabelece o roteiro do que deve ser realizado e define os objetivos finais, enquanto o BIM oferece as ferramentas necessárias para a implementação desses requisitos.

3 Metodologia

Para a realização deste estudo, foi adotado o método qualitativo. “A evidência também é um conceito importante do estabelecimento de uma justificativa ou possibilidade de ação” (Robert, 2011 p. 135) baseando-se em resultados, ideias e experiências do projeto PRIMAVERA OFFICE para estudo de caso a fim de avaliar detalhadamente a eficácia da integração entre o Building Information Modeling (BIM) e a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) em um projeto concreto. O caso de estudo selecionado recebeu a certificação LEED PLATINUM, resultando em significativas reduções nos impactos ambientais. Será examinado com base em informações qualitativas, com o objetivo de entender o potencial de mitigação ambiental proporcionado por essa combinação de ferramentas e diretrizes.

O objetivo principal do estudo é determinar de que maneira a combinação do BIM e do LEED pode auxiliar na diminuição de efeitos ambientais na construção civil e na elaboração de construções mais sustentáveis, bem como reconhecer as vantagens tangíveis e intangíveis resultantes dessa combinação. O estudo de caso foi realizado nas seguintes etapas:

I - Recolha de Dados: dados relacionados ao projeto em questão foram coletados, incluindo detalhes sobre os meios construtivos e energéticos aplicados. As fontes de informação abrangem documentos técnicos produzidos pela equipe do projeto, pesquisas prévias e recursos disponibilizados virtualmente.

II - Análise dos Benefícios: as vantagens foram avaliadas em duas principais perspectivas: vantagens para o meio ambiente como a diminuição do uso de recursos naturais, redução das emissões de CO₂ e outros efeitos ambientais resultantes da adoção de práticas sustentáveis; e vantagens econômicas e de mercado que abrangem a elevação do valor do negócio, aprimoramento da eficiência operacional, redução de despesas a longo prazo e o reconhecimento da marca junto a clientes.

III - Análise dos Resultados: com base nos dados recolhidos e nas comparações efetuadas, realizou-se uma avaliação crítica dos resultados para confirmar se a implementação do BIM e das diretrizes LEED realmente resultou na diminuição dos impactos ambientais e na produção de vantagens econômicas, sociais e ambientais no projeto em questão.

Esta abordagem possibilitou um entendimento detalhado do papel das ferramentas sustentáveis na indústria da construção e forneceu evidências para validar a integração entre BIM e LEED como uma tática eficiente para atenuar questões ambientais em construções.

4 Resultados e discussões

Estudo de caso realizado no projeto PRIMAVERA OFFICE a primeira edificação com certificação leed platinum de Florianópolis/SC. Projeto arquitetônico realizado pela ARK7 Arquitetos. Área: 20856 m².

Figura 1: Edifício Primavera Office



Fonte: https://www.archdaily.com.br/br/1001974/primavera-office-ark7-arquitetos?ad_source=search&ad_medium=projects_tab (2020)

As soluções de eficiência que foram implantadas no projeto incluem sistemas de ar-condicionado e fachada eficientes, iluminação LED nas áreas comuns e ventilação por demanda nas garagens. Outros benefícios incluem o sistema fotovoltaico para geração de energia solar; 84 módulos fotovoltaicos instalados no telhado têm a capacidade de gerar 33,8 megawatts-hora por ano como um todo. A combinação desses fatores resulta em uma redução anual de 45% no consumo de energia da edificação; isso resulta em uma economia de R\$ 350 mil para os inquilinos a cada ano.

Além disso, foram instalados na edificação metais e louças mais eficientes e um sistema de reaproveitamento de água da chuva, garantindo economia de 78% de água. Já a fachada recebeu vidros com proteção solar para garantir o conforto térmico em qualquer estação do ano, reduzindo a dependência do ar-condicionado. Através de infraestrutura para carregamento de veículos elétricos e bicicletários, há o Incentivo ao uso de meios de transporte alternativos.

A certificação LEED Platinum trouxe valor agregado para o Primavera Office, empreendimento da Pedra Branca Empreendimentos Imobiliários; segundo o diretor-executivo da empresa, o resultado foi o aumento da velocidade de locação e, conseqüentemente, a baixa vacância das unidades.

4.1 Lições aprendidas e melhores práticas

4.1.1 Eficiência energética e economia

A integração de sistemas eficientes pode resultar em significativa economia de energia, demonstrando que a eficiência energética deve ser uma prioridade desde a fase de planejamento. A adoção de iluminação LED e ventilação por demanda podem ser levantadas e simuladas através do modelo BIM, não só reduzindo o consumo de energia, mas também melhorando a sustentabilidade operacional do edifício.

As melhores práticas estão em implementar uma auditoria energética inicial para identificar áreas de melhoria. Investir em tecnologias avançadas de gerenciamento de energia para monitorar e otimizar o consumo em tempo real.

4.1.2 Geração de energia solar

A energia solar pode fornecer uma parte substancial das necessidades energéticas de um edifício, contribuindo para uma redução significativa nos custos operacionais. A utilização de energia renovável é uma abordagem eficaz para alcançar metas de sustentabilidade e reduzir a pegada de carbono.

As melhores práticas constituem em realizar estudos através do modelo BIM a fim de verificar a viabilidade e determinar o potencial solar do local antes da instalação e integrar sistemas de armazenamento de energia para maximizar a utilização da energia gerada.

4.1.3 Economia de água

A eficiência hídrica pode ser significativamente melhorada através da escolha de equipamentos adequados, isso pode ser calculado melhor e levantado através da metodologia BIM, como também o estudo e a implementação de sistemas de reutilização de água. A redução no consumo de água não só beneficia o meio ambiente, mas também proporciona economias financeiras consideráveis para os ocupantes.

Com adoção de tecnologias de detecção de vazamentos para evitar desperdícios e a promoção do uso de paisagismo sustentável que requer menos água, é possível garantir a certificação LEED nesse quesito.

4.1.4 Conforto térmico

Vidros de alta performance podem melhorar significativamente o conforto dos ocupantes e reduzir os custos com climatização. A escolha de materiais adequados para a fachada é crucial para a eficiência térmica do edifício.

Utilizando-se simulações térmicas durante a fase de projeto torna-se possível escolher os melhores materiais, como também sistemas de sombreamento externo para complementar o desempenho dos vidros de proteção solar.

4.1.5 Certificação LEED

Além do benefício ambiental, certificações de sustentabilidade como o LEED podem aumentar significativamente a atratividade e o valor de mercado de um empreendimento. A certificação reconhece e valida os esforços sustentáveis, proporcionando vantagens competitivas e de marketing,

Através de compatibilização, simulações e estudos obtidos na utilização BIM, norteados pela diretriz LEED, é possível alcançar o objetivo proposto, reduzindo os danos ambientais além de agregar diversos benefícios em conjunto.

5 Considerações finais

Este artigo revelou que a combinação do BIM (Modelagem de Informações da Construção) com o sistema de certificação LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental) é uma tática eficiente para fomentar a sustentabilidade no ramo da construção civil. A utilização conjunta desses instrumentos permite não só a diminuição considerável do impacto ambiental, mas também a otimização de recursos, a eficiência energética e hídrica, além de proporcionar vantagens financeiras e operacionais.

Através do BIM, podemos executar simulações minuciosas que possibilitam uma avaliação acurada do uso de energia, dos materiais empregados e dos sistemas implementados, simplificando o processo de obtenção da certificação LEED. O estudo de caso do Primavera Office, o primeiro prédio com certificação LEED Platinum em Florianópolis, evidenciou as vantagens dessa integração, que resultaram em uma diminuição de 45% no uso de energia e 78% no uso de água, além de um incremento na atratividade comercial do projeto.

Assim, a implementação dessas práticas sustentáveis é não só imprescindível para lidar com os desafios trazidos pelas alterações climáticas, mas também uma chance de inovação e

competitividade para as empresas do ramo. A aplicação dessas tecnologias é um progresso na procura por edificações mais eficazes e ambientalmente responsáveis, em consonância com as orientações mundiais para a redução dos impactos do aquecimento global e a utilização responsável dos recursos naturais.

Portanto, a adoção de práticas sustentáveis apoiadas por BIM e LEED em projetos de construção civil devem ser incentivadas, não só para satisfazer as necessidades ambientais, mas também para oferecer vantagens competitivas. As construções que adotam essa abordagem não apenas auxiliam na construção de um futuro mais sustentável, mas também geram lucros financeiros para as empresas participantes. A fim de fomentar maior conhecimento sobre o tema proposto, sugere-se as pesquisas e implementações a seguir.

Ampliação de Estudos Comparativos: Conduzir mais estudos de caso para avaliar a efetividade da integração BIM-LEED em variados tipos de construções (comerciais, residenciais, industriais) e em variados cenários geográficos e climáticos. Isso auxiliaria na análise de como essas práticas podem ser ajustadas a diversas circunstâncias.

Avaliação do Ciclo de Vida Completo das Edificações: investigar a utilização do BIM e LEED na gestão do ciclo de vida integral de uma construção, desde a sua concepção até a sua demolição, assegurando que as vantagens sustentáveis permaneçam ao longo de toda a sua durabilidade.

Integração com Outras Certificações: investigar a combinação do BIM com outras certificações ambientais, tais como a BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ou AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental), com o objetivo de examinar as sinergias entre variadas normas de sustentabilidade.

Automação e Inteligência Artificial no BIM: analisar a aplicação de inteligência artificial e aprendizado de máquina para intensificar a automatização dos processos de otimização energética e de recursos no BIM, simplificando a conquista de certificações como a LEED e outras diretrizes ambientais.

Adoção em Países em Desenvolvimento: examinar os obstáculos e as possibilidades para a adoção em grande escala dessas práticas em nações em desenvolvimento, com o objetivo de permitir construções sustentáveis em regiões com recursos escassos e infraestrutura restrita.

Impacto Social das Edificações Sustentáveis: examinar como edificações sustentáveis com certificação LEED podem afetar o bem-estar de comunidades e trabalhadores, ampliando a compreensão dos benefícios sociais dessa estratégia.

Referências

ARK7 Arquitetos. **Primavera Office ArchDaily Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1001974/primavera-office-ark7-arquitetos>. Acesso em: 7 out. 2024.

ALMEIDA, M.; BONALDO, E. **Building Information Modeling (BIM) Princípios e Tendências**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2023.

BOEHM, S.; SCHUMER, C. **10 conclusões do Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas de 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/10-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-sobre-mudancas-climaticas-de-2023#:~:text=O%20IPCC%20conclui%2C%20entre%20os,cedo%20%E2%80%93%20entre%202018%20e%202037>. Acesso em 29 nov. 2024.

GBCBrasil. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios (building design and construction)**. 2014. Disponível em: https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2019/08/LEED_v4_BDC_10_01_14_PT_3_24_17.pdf. Acesso em: 29 nov. 2024.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **MUDANÇA DO CLIMA 2023 Relatório Síntese**. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.

REZENDE, G.; SHIRASAWA, M. Sustentabilidade na construção civil: Os edifícios verdes e a certificação ambiental. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Teresina/PI, 13., 2022 **Anais....** Teresina: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2022. p. 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.V-002>. Acesso em: 7 out. 2025.

Robert E. S. **Pesquisa qualitativa estudando como as coisas funcionam**. São Paulo: Editora Penso, 2011.

U.S. Green Building Council. **LEED by the numbers: 16 years of steady growth**. 2019. Disponível em: <https://www.usgbc.org/articles/leed-numbers-16-years-steady-growth>. Acesso em: 29 nov. 2024.

Data de submissão: 22/01/2025

Data de aceite: 10/11/2025