

# Sustentabilidade Em Obras Públicas: Certificações, Indicadores Técnicos E Governança Integrada

Andrezza Medeiros Teles

Mestranda em Engenharia e Gestão de Infraestruturas – Universidad Europea Del Atlántico – E-mail:  
andrezzateles88@gmail.com

---

## Resumo:

*Este estudo examina a articulação entre certificações ambientais, tecnologias digitais aplicadas à engenharia e instrumentos de governança pública voltados à sustentabilidade em obras de infraestrutura de grande porte no Brasil. A investigação adota abordagem qualitativa, de caráter exploratório-aplicado, estruturada em três eixos analíticos: certificações como ferramentas de rastreabilidade técnica, recursos digitais orientados por indicadores de desempenho ambiental e marcos institucionais que regulam a execução de obras sustentáveis. A base empírica é composta por quinze editais públicos com cláusulas ambientais, seis normativas técnicas de certificação e quatro estudos de caso instrumental relativos a empreendimentos certificados por LEED ou AQUA-HQE. O material foi submetido à análise de conteúdo, conforme Bardin (2011), com categorização manual e validação interna a partir de reinterpretação cruzada. Os achados indicam que apenas 26,6% dos documentos analisados exigem certificações formais, inexistindo padronização de indicadores ou auditorias técnicas independentes. As experiências analisadas revelam ganhos operacionais em projetos que incorporam BIM e avaliação do ciclo de vida, mas evidenciam disparidades normativas entre entes subnacionais. A triangulação entre evidências empíricas, literatura e documentos oficiais resultou na proposição de um modelo analítico integrado, com potencial de aplicação normativa. Conclui-se que a sustentabilidade técnica em obras públicas requer revisão contratual, unificação de métricas ambientais e vinculação a mecanismos de verificação externa, consolidando-se como parâmetro estruturante da engenharia pública contemporânea.*

**Palavras – Chave:** Sustentabilidade. Certificação ambiental. Obras públicas. BIM. Governança técnica.

Date of Submission: 17-05-2025

Date of Acceptance: 27-05-2025

---

## I. Introdução

O setor da construção civil constitui um dos segmentos industriais de maior impacto ambiental no Brasil e no mundo. O ciclo produtivo dessa atividade concentra externalidades negativas, como consumo intensivo de recursos naturais, emissão de gases de efeito estufa e geração massiva de resíduos sólidos, sobretudo em obras de grande escala. Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2023) indicam que o setor gera anualmente mais de 60 milhões de toneladas de resíduos. Além disso, o concreto — insumo estrutural predominante — responde por aproximadamente 7% das emissões globais de dióxido de carbono (IEA, 2022), enquanto toda a cadeia produtiva da construção representa cerca de 42% do consumo energético nacional (MMA, 2021).

Ainda que avanços tenham sido registrados no desenvolvimento de tecnologias construtivas mais eficientes, a consolidação de um modelo sustentável na engenharia civil continua limitada por barreiras normativas, lacunas metodológicas e fragmentação institucional. O uso de materiais alternativos — como adobe estabilizado, madeira certificada, concreto permeável e gesso reciclado — tem sido objeto de avaliação sistemática quanto à viabilidade técnica, ao desempenho termoacústico e à durabilidade estrutural, conforme demonstrado por Agopyan e John (2011). No entanto, a incorporação desses insumos em obras públicas e privadas esbarra na ausência de padronização normativa e na falta de articulação com mecanismos de certificação ambiental.

Certificações como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), AQUA (Alta Qualidade Ambiental), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) e Selo Casa Azul têm sido amplamente utilizadas como instrumentos de rastreabilidade ambiental, definindo parâmetros técnicos objetivos para a avaliação do desempenho construtivo. Contudo, o panorama brasileiro de implementação dessas certificações é ainda heterogêneo. Klein, Oliveira e Andrade (2022) identificam dificuldades operacionais, resistência institucional e restrições econômicas como fatores limitantes para sua consolidação ao nível nacional. Em paralelo, Broggio, Serra e Biotto (2023) alertam para a escassez de métodos quantitativos padronizados que permitam aferir, em canteiros de obras, os indicadores de sustentabilidade prescritos por tais certificações.

A fragmentação entre as exigências legais, os critérios técnicos de sustentabilidade e a prática operacional das obras públicas representa um entrave à consolidação de um modelo sistêmico. Silva, Rodrigues e Lacerda (2022) apontam que a sustentabilidade de obras contratadas pelo poder público depende da integração de critérios ambientais às etapas de projeto, licitação, execução e monitoramento técnico. Quando essa integração falha, os resultados se restringem a ações isoladas, com baixa rastreabilidade e reduzido impacto sistêmico.

Em contextos de alta sensibilidade ecológica, como na região amazônica, as consequências dessa desarticulação podem ser amplificadas. Schmutz (2023) discute os efeitos da construção da Usina de Belo Monte, ressaltando impactos sociais, deslocamentos populacionais e degradação ambiental, mesmo em obras formalmente licenciadas. A ausência de uma abordagem sistêmica, adaptada às condições geográficas e ecológicas locais, compromete a eficácia dos sistemas de mitigação ambiental. Brandão et al. (2023) reforçam a necessidade de tecnologias de suporte, como sensoriamento remoto e modelagem hidrológica, para antecipação de impactos e adaptação dos métodos construtivos às realidades regionais.

A literatura internacional confirma que os desafios enfrentados pelo Brasil também se manifestam em outros contextos geopolíticos. Ochoa, Hendrickson e Matthews (2002), ao analisarem empreendimentos de infraestrutura em países sul-americanos, observaram que a subestimação dos impactos ambientais na etapa de planejamento técnico leva à adoção de soluções construtivas insustentáveis. Tal diagnóstico evidencia que os obstáculos à sustentabilidade não derivam da ausência de normas, mas da desarticulação entre os instrumentos técnicos, as diretrizes públicas e os mecanismos de avaliação.

Por essa razão, a convergência entre políticas públicas, certificações ambientais e inovação tecnológica precisa ser compreendida como requisito técnico e não como diretriz complementar. Marques, Simões e Braga Junior (2025) destacam que o setor da construção sustentável requer o aprimoramento de métodos construtivos **articulado à reformulação das interfaces entre os agentes institucionais, os marcos regulatórios e os sistemas de controle de desempenho**. Essa convergência só será viável mediante o fortalecimento das compras públicas sustentáveis como vetor indutor de padrões técnicos, fiscais e ambientais consistentes.

As contribuições aqui apresentadas se alinham aos compromissos internacionais estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11 e 12, que tratam da promoção de cidades resilientes e do consumo responsável de recursos naturais. A construção civil, como setor estratégico para o desenvolvimento urbano, ocupa papel central nessas metas, exigindo novos arranjos institucionais e operacionais que integrem tecnologia, normatização e avaliação técnica em um modelo estruturado e verificável.

Este estudo parte da constatação de que as estratégias atuais de sustentabilidade em grandes obras de engenharia civil permanecem tecnicamente fragmentadas, normativamente difusas e institucionalmente desarticuladas. Com base nessa constatação, propõe-se investigar como as obras de infraestrutura de grande porte podem incorporar de maneira sistemática e mensurável os indicadores técnicos de sustentabilidade, os selos de certificação ambiental e as diretrizes de políticas públicas. O objetivo consiste em evidenciar as interdependências críticas entre esses elementos e formular um modelo analítico que subsidie decisões técnicas, contratuais e regulatórias voltadas à sustentabilidade estruturada na engenharia civil contemporânea.

## II. Referencial Teórico

### Certificações Ambientais como Instrumentos Técnicos de Rastreabilidade

As certificações ambientais constituem dispositivos técnico-normativos voltados à verificação do desempenho sustentável de soluções construtivas. Fundamentadas em critérios padronizados, elas operam como mecanismos de rastreabilidade e conformidade técnica, assegurando que os projetos atendam a parâmetros verificáveis de eficiência energética, gestão hídrica, controle de resíduos e qualidade ambiental interna. A credibilidade desses sistemas decorre de sua adesão aos princípios de cientificidade, transparência metodológica, imparcialidade e revisão contínua, aspectos essenciais para sua aceitação institucional (VIERRA, 2016).

No cenário internacional, os sistemas LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) e CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*) figuram entre os mais consolidados. Eles atribuem pontuações com base no atendimento a requisitos técnicos que abrangem desde o uso de materiais renováveis até a eficiência nos sistemas construtivos e operacionais. A partir dessas métricas, é possível classificar as edificações conforme seu grau de sustentabilidade, permitindo análises comparativas e tomada de decisão baseada em desempenho (BROGGIO; SERRA; BIOTTO, 2023).

No contexto brasileiro, a consolidação de sistemas análogos pode ser observada em certificações como o Selo Casa Azul Caixa, o Procel Edifica e o AQUA-HQE (*Alta Qualidade Ambiental*), todos adaptados às especificidades regulatórias e climáticas do país. Segundo a Tera Ambiental (2024), o Brasil conta com 378 projetos certificados pelo selo AQUA-HQE, abrangendo 717 edificações distribuídas em 15 estados, incluindo

áreas residenciais, comerciais e institucionais. Esses projetos demonstram ganhos concretos em eficiência energética, economia de água, conforto ambiental e gestão de resíduos, evidenciando o potencial transformador das certificações quando aplicadas integralmente ao planejamento técnico.

Exemplo notável é o Centro Max Feffer Cultura e Sustentabilidade, localizado em Pardinho (SP), a primeira construção da América Latina a obter a certificação LEED. O projeto, elaborado pelo escritório Amima Arquitetura, incorpora soluções como ventilação cruzada, iluminação natural em quase 80% dos espaços e redução de 25,6% no consumo energético em relação a edifícios convencionais. Além de sua eficiência operacional, a edificação obteve reconhecimento nacional por sua abordagem bioclimática e uso racional de materiais renováveis, como o bambu (GALERIA DA ARQUITETURA, 2015; SUSTENTARQUI, 2023).

O impacto estratégico das certificações não se limita à dimensão técnica. Barros, Calil e Sette Junior (2022) demonstram que sua adoção tem implicações diretas no posicionamento competitivo de construtoras e incorporadoras, na atração de investidores e no acesso a mercados regulados por critérios de desempenho ambiental. Trata-se de um diferencial técnico que, além de reduzir custos operacionais no ciclo de vida da edificação, contribui para a valorização patrimonial e institucional do projeto certificado.

Entretanto, a literatura técnica indica que a efetividade dessas certificações depende da existência de indicadores ambientais padronizados, capazes de permitir análises comparativas entre diferentes soluções construtivas. Broggio, Serra e Biotto (2023) identificaram que, mesmo entre projetos certificados pelo mesmo sistema, há divergências nos métodos de quantificação do consumo hídrico, da eficiência térmica e do reaproveitamento de materiais, comprometendo a consistência dos dados e limita a rastreabilidade técnica dos resultados.

Tais fragilidades se tornam mais críticas quando se trata de obras públicas. Apesar do potencial das certificações como ferramenta de governança técnica, sua adoção ainda depende de ações voluntárias e carece de normatização vinculante nos processos licitatórios. Silva, Rodrigues e Lacerda (2022) destacam que a inclusão de critérios de sustentabilidade nos editais deve ser acompanhada por mecanismos de controle técnico-institucional, formação das equipes públicas envolvidas e auditoria contínua, sob pena de descaracterização do selo como instrumento estruturante.

Ao mesmo tempo, iniciativas já consolidadas no território nacional indicam o potencial de expansão desses sistemas. Dados do US Green Building Council (GALERIA DA ARQUITETURA, 2016) mostram que o Brasil possui 268 certificações LEED e mais de 1.000 registros de novos projetos, totalizando 24,5 milhões de metros quadrados. Entre as edificações certificadas figuram residências de alta eficiência energética, centros de pesquisa, instalações industriais e equipamentos culturais, como o Museu de Arte e o Centro de Pesquisa Siemens, ambos no estado do Rio de Janeiro.

Conclui-se, portanto, que as certificações ambientais não devem ser tratadas como selos complementares, mas como dispositivos normativos capazes de induzir padrões técnicos em larga escala. Sua efetividade, no entanto, exige integração com políticas públicas, incentivos fiscais, marcos legais e plataformas de monitoramento padronizados. Quando concebidas dessa forma, tornam-se catalisadores de racionalidade técnica, de governança sistêmica e de desempenho ambiental mensurável no setor da construção civil.

### **Inovação Tecnológica e Sustentabilidade Aplicada à Engenharia Civil**

O avanço da sustentabilidade no setor da construção civil depende de uma reestruturação metodológica dos processos de projeto, execução e operação das edificações. Essa reestruturação passa, necessariamente, pela adoção de tecnologias construtivas inovadoras e ferramentas digitais integradas, capazes de traduzir princípios ambientais em decisões técnicas verificáveis. A inovação não se resume à substituição de materiais, mas envolve a concepção de sistemas construtivos baseados na lógica da eficiência, durabilidade e compatibilidade ambiental (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Esta subseção concentra-se nos materiais construtivos de baixo impacto ambiental, suas propriedades técnicas e os desafios normativos associados à sua aplicação em escala. Para tanto, analisa-se também o papel da Análise de Ciclo de Vida (ACV) como método de mensuração dos impactos ambientais ao longo do uso dos materiais. No entanto, sua adoção em escala contínua restrita, em virtude da ausência de normalização, desconhecimento técnico e barreiras logísticas (SIMÃO et al., 2013). A resistência dos setores produtivos a essas tecnologias decorre, em parte, da dificuldade em quantificar os ganhos de desempenho ambiental e estrutural em ambientes operacionais de média e alta complexidade.

O modelo de análise do ciclo de vida (ACV) surge como instrumento essencial para avaliar o impacto ambiental das soluções técnicas desde a concepção até a operação da edificação. Esse modelo considera, integralmente, as emissões, o consumo de energia, a durabilidade dos materiais, a manutenibilidade e a geração de resíduos em todas as fases do ciclo construtivo. A literatura especializada indica que o uso da ACV como critério de projeto ainda é limitado no Brasil, sobretudo em função da ausência de bases de dados técnicas consolidadas e de ferramentas paramétricas integradas ao ambiente de projeto (REVISTA UNIPACTO, 2025).

Nesse contexto, as tecnologias digitais emergentes representam um ponto de inflexão no paradigma construtivo. O uso do BIM (*Building Information Modeling*), quando articulado a sistemas de gestão geoespacial como o GIS (*Geographic Information System*), permite modelar interferências técnicas, simular fluxos de energia e prever impactos ambientais em tempo real. A integração entre BIM e GIS **amplia a acurácia dos projetos ao mesmo tempo em que possibilita** a otimização da ocupação territorial e a racionalização de recursos naturais durante a execução (SILVA et al., 2022).

Além do BIM, recursos baseados em Internet das Coisas (IoT) são aplicados no monitoramento contínuo de variáveis ambientais em obras de infraestrutura, como temperatura, umidade, concentração de gases e vibração estrutural. Esses dados são processados em tempo real por meio de algoritmos de inteligência artificial (IA), capazes de detectar padrões de desempenho e gerar alertas preventivos de falhas técnicas.

A literatura aponta que tais sistemas permitem antecipar desvios operacionais e estabelecer rotinas de manutenção preditiva, reduzindo perdas materiais e aumentando a vida útil das estruturas (REVISTA UNIPACTO, 2025). Contudo, a incorporação dessas tecnologias exige reformulação das práticas tradicionais de projeto e construção. É necessário promover a integração entre arquitetos, engenheiros civis, consultores ambientais e gestores públicos, a fim de alinhar objetivos de sustentabilidade com requisitos técnicos e operacionais.

Simão et al. (2013) destacam que a fragmentação entre as fases de projeto, orçamento, execução e operação é um dos principais obstáculos à adoção sistêmica de inovações técnicas, uma vez que compromete a continuidade das decisões sustentáveis ao longo do ciclo de vida da edificação.

Além disso, a difusão dessas tecnologias enfrenta limitações estruturais, como o custo de aquisição de softwares especializados, a falta de capacitação técnica das equipes e a inexistência de políticas públicas que incentivem a digitalização de obras civis sustentáveis. A ausência de instrumentos financeiros que valorizem projetos com maior nível de inovação ambiental reduz a competitividade das soluções tecnológicas no mercado da construção. Esse cenário contrasta com experiências internacionais, nas quais o uso de tecnologias digitais já é critério de elegibilidade para financiamentos e certificações de alto desempenho (BARROS et al., 2022).

Nesse panorama, a inovação tecnológica na construção civil deve ser compreendida não como um fim em si, mas como uma plataforma técnica para operacionalizar os princípios de sustentabilidade. A eficácia dessa plataforma dependerá da capacidade dos agentes do setor em integrar processos, adotar métricas compartilhadas e alinhar variáveis ambientais, técnicas e econômicas. A inovação só se consolida quando transforma a lógica do projeto, rompe com práticas obsoletas e estabelece padrões reprodutíveis de eficiência ambiental.

### **Inovação Tecnológica e Sustentabilidade Aplicada à Engenharia Civil**

A consolidação de práticas sustentáveis na engenharia civil requer a reformulação metodológica dos processos que estruturam o ciclo de vida das edificações. Essa reformulação ultrapassa a simples substituição de insumos e envolve a incorporação de tecnologias e ferramentas digitais capazes de traduzir variáveis ambientais em decisões técnicas verificáveis. A sustentabilidade, neste contexto, depende da racionalização de materiais, da otimização energética e da integração sistêmica de agentes e processos (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Ao contrário da seção anterior, que se dedicou aos insumos materiais, esta subseção trata das tecnologias digitais de suporte à sustentabilidade, com destaque para sistemas de modelagem (BIM), gestão geoespacial (GIS) e simulações em tempo real, articuladas à tomada de decisão projetual. Embora esses insumos apresentem desempenho satisfatório sob critérios estruturais e térmicos, sua adoção em escala encontra barreiras normativas, logísticas e operacionais, especialmente na ausência de políticas públicas de incentivo e de plataformas de normalização técnica (SIMÃO et al., 2013).

Nesse cenário, a análise do ciclo de vida (ACV) torna-se uma ferramenta central. A metodologia permite quantificar os impactos ambientais associados a todas as etapas de um projeto construtivo, abrangendo desde a extração das matérias-primas até a operação e o descarte final da estrutura. No entanto, a utilização da ACV em larga escala no Brasil ainda é incipiente, seja pela carência de bancos de dados técnicos padronizados, seja pela limitação dos instrumentos paramétricos integrados às rotinas de projeto (REVISTA UNIPACTO, 2025).

O uso de tecnologias digitais emergentes, como o BIM (*Building Information Modeling*), tem expandido significativamente as possibilidades de monitoramento ambiental e controle de desempenho nas edificações. Quando associado a sistemas de georreferenciamento (GIS) e sensores em tempo real, o BIM permite simular a eficiência energética de fachadas, prever o comportamento térmico de ambientes e estimar o consumo hídrico de forma dinâmica. Tais aplicações reduzem o desperdício de recursos e, simultaneamente, facilitam a identificação de pontos críticos durante o processo construtivo (SILVA et al., 2022).

Exemplo emblemático dessa aplicação é o edifício corporativo da Siemens, no Rio de Janeiro, certificado pelo sistema LEED, que integrou o uso de BIM com sensores automatizados para controle de consumo energético e eficiência luminotécnica. O projeto se destaca pela adoção de ventilação cruzada,

iluminação natural otimizada, sensores de presença e um sistema de monitoramento centralizado que permite acompanhar variáveis térmicas, acústicas e de umidade relativa, promovendo redução expressiva no consumo de energia e assegurando a estabilidade ambiental interna (GALERIA DA ARQUITETURA, 2016).

Essas tecnologias viabilizam construir indicadores técnicos de desempenho ambiental (Key Performance Indicators – KPIs), como taxa de reaproveitamento de resíduos sólidos, intensidade energética por metro quadrado, emissão específica de CO<sub>2</sub> e consumo hídrico per capita. A literatura especializada ressalta que a ausência desses indicadores ou sua formulação inconsistente compromete a avaliação de sustentabilidade e a rastreabilidade dos resultados projetados (BROGGIO; SERRA; BIOTTO, 2023).

A integração entre tecnologias digitais e metodologias de ACV tem sido, inclusive, reconhecida por sistemas de certificação como o LEED e o AQUA-HQE. Em ambos os casos, o uso de ferramentas como BIM, simulações energéticas e sensores em tempo real agrega pontos no sistema de avaliação e também se configura como critério mandatário para a obtenção de níveis superiores de certificação.

Assim, inovação e rastreabilidade convergem como pilares complementares para a qualificação ambiental de soluções construtivas (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2020; TERA AMBIENTAL, 2024).

Todavia, o aproveitamento pleno dessas tecnologias requer o redesenho das estruturas operacionais que regem o setor. A fragmentação entre as etapas de projeto, execução, monitoramento e manutenção constitui um dos principais entraves à sua consolidação. Simão et al. (2013) argumentam que, enquanto as decisões técnicas permanecerem setorizadas, a sustentabilidade continuará a ser tratada como diretriz periférica, e não como eixo central do desempenho construtivo.

A ausência de políticas públicas voltadas à digitalização de obras e à capacitação técnica de profissionais também limita a difusão dessas ferramentas. Em contraste com experiências internacionais — onde editais públicos e linhas de financiamento consideram o grau de inovação como critério de elegibilidade — o cenário brasileiro ainda carece de instrumentos institucionais que valorizem a adoção de tecnologias ambientais avançadas (BARROS et al., 2022).

Dessa forma, a governança técnica das obras públicas sustentáveis depende da convergência entre instrumentos regulatórios, plataformas de certificação e capacidade institucional. A sustentabilidade torna-se operacional quando essas dimensões se articulam sob um mesmo referencial técnico e normativo. Para que isso ocorra, é necessário que o Estado atue proativamente, estruturando dispositivos de apoio, avaliação e controle que garantam a transição do setor construtivo para um modelo de desempenho ambiental verificável, auditável e comparável.

### **Políticas Públicas e Governança Técnica de Obras Sustentáveis**

A estruturação de uma política de sustentabilidade na construção civil requer a atuação convergente de normatização, fiscalização técnica e indução institucional. O poder público, em sua função contratante e reguladora, desempenha papel central na consolidação de modelos técnicos de alto desempenho ambiental. Instrumentos como compras públicas sustentáveis, editais com cláusulas socioambientais e incentivos fiscais ambientais configuram mecanismos estratégicos para orientar o setor produtivo (SALES; BIANCA, 2022).

No contexto brasileiro, alguns municípios vêm adotando diretrizes que articulam ordenamento territorial e sustentabilidade. O caso de São Paulo é exemplar, com a inclusão de incentivos para construções sustentáveis em seu Plano Diretor Estratégico (2014), que prevê o uso do Coeficiente de Aproveitamento Máximo Adicional para edificações que comprovem desempenho ambiental superior, especialmente em eficiência energética e uso racional da água. Essa política está associada a exigências técnicas que permitem reduzir a pegada ecológica de grandes intervenções urbanas, com reflexos diretos nos parâmetros de licenciamento e outorga onerosa.

As políticas federais também têm avançado na regulamentação da sustentabilidade aplicada à habitação social. O Programa Casa Verde e Amarela, instituído em substituição ao Minha Casa Minha Vida, introduziu diretrizes socioambientais mais robustas para obras contratadas com recursos públicos. Entre os critérios técnicos previstos estão o uso de materiais de menor impacto, a eficiência hídrica e energética, e o estímulo ao reuso de águas cinzas e à iluminação natural. Contudo, dados recentes demonstram que somente 5% dos projetos habitacionais financiados com recursos federais possuem certificações ambientais ativas (CAIXA, 2023), demonstrando a lacuna entre a normatização e a implementação.

Um dos principais instrumentos de articulação entre política pública e certificação técnica é o Selo Casa Azul + Caixa, citado anteriormente, que estabelece uma matriz de critérios técnicos obrigatórios e opcionais para obras financiadas pela instituição. Essa matriz avalia desde o desempenho térmico da edificação até a destinação final de resíduos sólidos, vinculando a pontuação obtida a vantagens operacionais e acesso prioritário ao crédito. Sua institucionalização representa um passo importante na consolidação da sustentabilidade como critério técnico nos contratos públicos (TERA AMBIENTAL, 2024).

Além das iniciativas federais, destacam-se os editais verdes elaborados por estados e municípios, nos quais critérios técnicos de sustentabilidade tornam-se contratuais. Tais editais incluem cláusulas que obrigam a apresentação de indicadores ambientais, como a intensidade energética da edificação (kWh/m<sup>2</sup>), a taxa de reaproveitamento de resíduos da construção (TRRC) e a razão de eficiência hídrica por ocupante (L/dia/pessoa). A formalização desses indicadores permite o acompanhamento técnico do desempenho ambiental da obra e viabiliza auditoria de conformidade por órgãos de controle (BROGGIO; SERRA; BIOTTO, 2023).

No entanto, a eficácia dessas políticas depende da capacidade institucional de implementá-las com coerência técnica e continuidade orçamentária. Muitas administrações locais não dispõem de quadros técnicos habilitados para fiscalizar obras com base em critérios ambientais, fragilizando os instrumentos legais e impedindo sua efetivação. Marques, Simões e Braga Junior (2025) alertam que a fragilidade na governança técnica compromete a credibilidade das políticas públicas e reduz a efetividade dos programas, mesmo quando formalmente estruturados.

A experiência internacional comprova que a sustentabilidade se torna operacional quando vinculada a critérios técnicos objetivos e a mecanismos de indução econômica. Contratos financiados por organismos multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) já exigem o uso de certificações ambientais reconhecidas, simulações energéticas obrigatórias e monitoramento em tempo real de variáveis de impacto. O uso desses critérios viabiliza a integração entre desempenho ambiental e elegibilidade financeira, transformando a sustentabilidade em vetor de competitividade contratual (BARROS et al., 2022).

A ausência de políticas adaptadas a contextos regionais limita a eficácia dos modelos tradicionais. Em biomas de alta complexidade, como a Amazônia Legal, Brandão et al. (2023) destacam que políticas genéricas resultam em obras que não respondem às variáveis ambientais locais. A solução proposta envolve traçados técnicos alternativos, uso de materiais regionais de baixo impacto e controle contínuo de emissões e efluentes. Nesse cenário, a governança técnica exige metodologias específicas, auditoria ambiental multiescalar e integração entre órgãos ambientais, projetistas e contratantes públicos.

Diante dessas constatações, observa-se que a sustentabilidade em obras públicas de grande escala não se resume à existência de dispositivos normativos. Sua viabilidade operacional depende da convergência entre políticas públicas, capacidade técnica, critérios de avaliação padronizados e articulação com sistemas de certificação reconhecidos. A ausência de um modelo que unifique essas dimensões limita a institucionalização da sustentabilidade como parâmetro estruturante no setor construtivo.

Essa lacuna fornece o ponto de partida para a metodologia deste estudo, que se propõe a investigar de forma sistemática como obras de grande porte podem incorporar indicadores técnicos de sustentabilidade, certificações ambientais e diretrizes públicas de forma integrada e verificável. A seção seguinte detalhará os procedimentos adotados, os critérios de análise e os marcos empíricos utilizados para compreender essa integração.

### **III. Metodologia**

Este estudo adota abordagem qualitativa, exploratória e aplicada, com foco na análise de políticas públicas, instrumentos normativos e experiências técnicas relacionadas à sustentabilidade em grandes obras públicas de infraestrutura. A pesquisa foi orientada pelo método de estudo de caso instrumental, conforme as diretrizes propostas por Yin (2015), com o objetivo de compreender a articulação entre certificações ambientais, tecnologias digitais e governança técnico-institucional.

A seleção da abordagem qualitativa justifica-se pelo caráter interpretativo do objeto de estudo, uma vez que se buscou compreender as dinâmicas normativas, operacionais e técnicas que influenciam a implementação da sustentabilidade como critério verificável em obras públicas. A análise foi organizada em três eixos estruturantes: certificações ambientais como instrumentos de rastreabilidade técnica, tecnologias digitais associadas à medição de desempenho ambiental e políticas públicas enquanto mecanismos de institucionalização normativa.

Para a análise empírica, adotou-se a técnica de análise documental, aplicada a quinze editais de contratação pública com cláusulas ambientais publicadas entre 2018 e 2025, abrangendo os níveis federal, estadual e municipal. Os documentos foram selecionados com base em critérios de disponibilidade pública, diversidade geográfica (representação das cinco regiões brasileiras) e detalhamento técnico das exigências de sustentabilidade. Complementarmente, foram examinadas seis normativas técnicas nacionais e internacionais de certificação ambiental (LEED v4.1, AQUA-HQE, Procel Edifica, Selo Casa Azul+), bem como relatórios técnicos de desempenho de quatro obras públicas certificadas no Brasil, pertencentes aos setores de educação, saúde e administração pública.

Os dados documentais foram submetidos à análise de conteúdo, segundo o modelo temático de Bardin (2011), com codificação indutiva e construção categorial emergente. A codificação manual foi conduzida com aplicação sistemática dos critérios de categorização, sendo posteriormente reavaliada para consistência semântica e validação interna, à luz do modelo de triangulação analítica de Bardin (2011) e Flick (2009).

A revisão de literatura, por sua vez, foi conduzida com base em estratégia de busca sistemática em bases indexadas (Periódicos CAPES, Scielo, Redalyc, ScienceDirect e DOAJ), contemplando publicações entre 2011 e 2025. Foram considerados estudos teóricos e empíricos sobre certificações ambientais, indicadores técnicos, inovação digital aplicada à construção civil e políticas públicas de infraestrutura sustentável. Os critérios de inclusão abrangeram trabalhos com abordagem metodológica definida, vínculo institucional reconhecido e relevância temática comprovada. Foram excluídos textos opinativos, duplicados ou sem fundamentação científica verificável.

As informações coletadas permitiram a elaboração de um modelo analítico integrador, articulando os três vetores investigativos a partir das evidências empíricas observadas. Para assegurar a integridade ética da pesquisa, os dados utilizados referem-se exclusivamente a documentos públicos ou disponíveis por meio da Lei nº 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação), respeitando os princípios de confidencialidade técnica e anonimato institucional.

As limitações da metodologia concentram-se na ausência de coleta primária com agentes públicos e no recorte geográfico concentrado nas regiões Sudeste e Sul, em razão da maior disponibilidade de dados. Ainda assim, os procedimentos adotados conferem validade interna ao estudo e oferecem bases metodológicas robustas para sua replicação em contextos análogos.

#### IV. Resultados E Discussões

A análise dos dados permitiu a identificação de padrões recorrentes, divergências técnicas e pontos críticos em três dimensões estruturantes: (i) certificações ambientais e rastreabilidade técnica; (ii) uso de tecnologias digitais e indicadores de desempenho ambiental; e (iii) políticas públicas e exigências normativas em obras públicas de grande porte. Os resultados foram organizados conforme essas categorias e discutidos à luz da literatura e dos documentos técnicos examinados.

##### **Certificações Ambientais e Rastreabilidade Técnica**

A análise dos 15 editais revelou que, embora a sustentabilidade apareça como diretriz discursiva em 100% dos casos, somente 4 documentos (26,6%) exigem certificações ambientais formais, como o Selo Casa Azul Caixa ou o LEED. Quando presentes, as exigências estão restritas à fase de projeto, sem detalhamento das etapas de verificação, controle e monitoramento durante a execução e operação.

A ausência de indicadores objetivos de verificação compromete a rastreabilidade técnica das exigências sustentáveis. A Tabela 1 sintetiza os tipos de certificações exigidas por nível federativo:

**Tabela 1 – Distribuição das certificações exigidas nos editais analisados (2018–2025)**

Nível de Governo	N.º de Editais Analisados	Com Certificação Exigida	Tipo de Certificação Mencionada
Federal	3	1	Selo Casa Azul + (CAIXA)
Estadual	6	2	AQUA-HQE; LEED
Municipal	6	1	Selo Casa Azul + ou equivalente
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>4 (26,6%)</b>	-

Fonte: elaboração própria com base na análise documental (2025).

Esses resultados indicam um descompasso entre a retórica institucional da sustentabilidade e sua tradução técnica em instrumentos de contratação pública. A literatura confirma essa lacuna: Klein et al. (2022) e Barros et al. (2022) já haviam advertido para o uso periférico das certificações como mero elemento reputacional, sem vínculo contratual efetivo ou mecanismos de auditoria técnica.

Nos casos em que as certificações foram exigidas, também se identificou a ausência de mecanismos de auditoria técnica por terceiros. Os documentos analisados carecem de cláusulas sobre comprovação do nível de certificação, laudos técnicos ou exigência de consultorias ambientais credenciadas, fragilizando a rastreabilidade e reduzindo o papel técnico do certificado.

##### **Tecnologias Digitais e Indicadores Técnicos de Sustentabilidade**

Entre os editais analisados, apenas 3 (20%) mencionam explicitamente o uso de ferramentas digitais como BIM ou plataformas de simulação energética. Em todos os casos, a exigência se restringe à fase de projeto, não se estendendo à execução, operação ou monitoramento técnico.

Os estudos de caso demonstraram, no entanto, que projetos certificados (LEED e AQUA-HQE) com uso de BIM apresentaram ganhos mensuráveis em desempenho ambiental, incluindo a redução de resíduos e a otimização de consumo energético. As métricas utilizadas nos relatórios de desempenho, quando presentes, seguiram padrões internacionais de KPI, como indicado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Indicadores de desempenho ambiental identificados em projetos certificados**

Indicador Técnico (KPI)	Unidade de Medida	Média Observada nos Casos Certificados
Eficiência energética da edificação	kWh/m <sup>2</sup> /ano	87,4
Taxa de reaproveitamento de resíduos	%	68,2%
Consumo hídrico por usuário	L/dia/pessoa	105
Fator de iluminação natural	% de ambientes com luz natural	78,6%
Volume de CO <sub>2</sub> evitado com materiais reciclados	tCO <sub>2</sub>	12,1

*Fonte: elaboração própria com base em relatórios técnicos das obras analisadas (2025).*

Os dados indicam que, quando integradas às certificações ambientais, as tecnologias digitais potencializam o controle técnico e ampliam a previsibilidade dos impactos ambientais. No entanto, a ausência de normatização para uso de indicadores e padronização de relatórios de desempenho reduz a capacidade de comparar e replicar os resultados entre projetos distintos.

A literatura corrobora esses achados. Sugahara e Da Cruz (2021) e Broggio et al. (2023) ressaltam a necessidade de consolidar uma matriz de indicadores técnicos padronizados, vinculada a marcos regulatórios e aos critérios das certificações, a fim de assegurar que a sustentabilidade opere como critério técnico verificável e não como diretriz genérica.

### **Políticas Públicas, Governança e Limites de Implementação**

A análise dos documentos institucionais revelou que, embora existam diretrizes federais como o Programa Casa Verde e Amarela, com previsões socioambientais estruturadas, sua aplicação prática ainda é fragmentada. Apenas 3 dos 15 editais analisados fazem menção direta ao programa ou a seus critérios de sustentabilidade.

O Plano Diretor Estratégico de São Paulo, quando analisado isoladamente, demonstra maior maturidade normativa. A exigência de desempenho ambiental como contrapartida para a outorga onerosa representa um exemplo bem-sucedido de governança técnica integrada, associando política urbana, certificação e controle institucional. No entanto, iniciativas similares são exceções e não regra.

A governança técnica nos municípios menores ainda é fortemente comprometida pela ausência de corpo técnico especializado, recursos orçamentários limitados e desconhecimento sobre as exigências normativas das certificações ambientais. A triangulação com as obras estudadas confirma essa assimetria: as experiências bem-sucedidas concentram-se nas regiões Sul e sudeste, onde há maior capacitação técnica e disponibilidade de consultorias especializadas.

### **Modelos de Auditoria Técnica e Padrões Comparados**

A fragilidade na verificação do desempenho ambiental das obras públicas é uma das lacunas mais críticas identificadas no corpus documental. Em 100% dos editais analisados, mesmo naqueles que mencionam certificações, não há exigência de auditoria técnica independente por entidade terceira ou consultoria ambiental credenciada. A ausência de mecanismos formais de validação compromete a rastreabilidade técnica das metas ambientais declaradas.

Modelos internacionais, como o utilizado pelo International Finance Corporation (IFC), exigem contratar auditorias externas para validação da conformidade socioambiental em contratos superiores a 10 milhões de dólares. O mesmo ocorre nas diretrizes do ONU-Habitat, que recomenda a inserção de cláusulas contratuais vinculando o repasse de recursos à emissão de parecer técnico por verificador independente — técnica já aplicada em projetos de infraestrutura urbana na Colômbia e no México. Tais experiências podem servir como base para a estruturação de uma matriz nacional de auditoria técnica sustentável no Brasil.

Ao nível municipal, iniciativas como os editais de habitação e equipamentos públicos de Curitiba (PR), Belo Horizonte (MG) e Campinas (SP) já incorporaram, entre 2020 e 2024, a exigência do Selo Casa Azul+ CAIXA como critério eliminatório. Nessas cidades, o selo foi associado a métrica de avaliação técnica, como desempenho térmico, consumo hídrico e redução de resíduos. A replicabilidade desses modelos em outros municípios pode representar uma estratégia viável de escalabilidade técnica das certificações ambientais no setor público.

A perspectiva internacional também reforça a urgência de padronização de indicadores. O sistema BREEAM, adotado no Reino Unido, e o CASBEE, do Japão, operam com matrizes de indicadores comparáveis e auditoráveis, vinculadas a parâmetros de análise do ciclo de vida, qualidade do ambiente interno e impacto urbano. A comparação revela que, enquanto o Brasil avança na adoção de selos, ainda carece de um sistema unificado de KPIs técnico-normativos, que permita auditoria, replicação e aprendizado institucional.

### **Encerramento da Discussão e Transição Analítica**

Os dados apresentados demonstram que, embora a sustentabilidade figure nos discursos institucionais e nos programas federais de habitação e infraestrutura, sua efetivação em obras públicas de grande porte continua condicionada por entraves técnicos, normativos e operacionais. A ausência de padronização de indicadores, a lacuna de mecanismos de auditoria técnica e a dispersão dos critérios de certificação comprometem consolidar um modelo sistêmico de sustentabilidade técnica.

A triangulação entre análise documental, estudo de casos certificados e literatura técnica permitiu validar o modelo analítico integrado proposto, o qual será apresentado na próxima seção. Este modelo organiza, articuladamente, os fatores críticos para a institucionalização da sustentabilidade nas obras públicas, conectando os três vetores analíticos centrais: certificação, inovação e governança.

## **V. Considerações Finais**

A análise empreendida demonstrou que a sustentabilidade em grandes obras públicas no Brasil ainda opera sob forte fragmentação entre diretrizes institucionais e mecanismos técnicos de verificação. Embora certificações ambientais e políticas públicas apresentem avanços pontuais, sua tradução em exigências operacionais auditáveis permanece limitada, refletindo um distanciamento entre o discurso normativo e a rastreabilidade efetiva das metas ambientais declaradas.

Verificou-se que uma parcela reduzida dos editais analisados incorpora certificações ambientais formais e, mesmo nesses casos, inexistem cláusulas que assegurem auditorias independentes ou comprovação de desempenho validado por terceiros. Essa ausência de rastreabilidade compromete a transparência contratual e fragiliza a institucionalização da sustentabilidade como critério técnico. A inexistência de indicadores padronizados também limita comparações entre projetos e impede a replicação de boas práticas, uma vez que os dados apresentados pelas obras não obedecem a uma matriz técnica nacional de KPIs ambientais auditáveis, como ocorre em modelos aplicados no Reino Unido e no Japão.

A governança técnica demonstra assimetrias regionais relevantes. Regiões com maior estrutura institucional, como o Sudeste e o Sul, apresentam experiências com integração de critérios sustentáveis em contratos públicos, enquanto municípios com menor capacidade operacional enfrentam dificuldades para aderir a processos de certificação, fiscalização e monitoramento. Esse cenário reforça desigualdades estruturais já apontadas em estudos do Tribunal de Contas da União e de organismos multilaterais, como o BID.

O modelo analítico desenvolvido neste estudo propõe a integração de três dimensões operacionais: as certificações ambientais como instrumento técnico de validação e não como recurso retórico; o uso de tecnologias digitais aplicadas à medição e ao monitoramento contínuo do desempenho ambiental; e a reconfiguração das políticas públicas para inclusão de cláusulas vinculantes, incentivos fiscais e critérios técnicos padronizados em editais. A triangulação entre literatura, documentos oficiais e estudo de casos certificados permitiu identificar fatores críticos para consolidação de um modelo replicável, auditável e tecnicamente aplicável em diferentes escalas institucionais.

Destacam-se como medidas prioritárias a exigência de verificação técnica independente em processos licitatórios com base em modelos adotados pelo IFC, a criação de uma matriz nacional de indicadores de desempenho ambiental para obras públicas, e a capacitação sistemática de equipes técnicas do setor público para análise de desempenho, auditoria contratual e interpretação normativa com base em parâmetros reconhecidos internacionalmente.

As limitações metodológicas decorrem do recorte geográfico e temporal adotado, com maior concentração de obras certificadas em regiões específicas, e da ausência de entrevistas com agentes públicos e técnicos diretamente envolvidos nas fases de contratação e execução. Tais limites, no entanto, não comprometem a validade interna do modelo, mas apontam caminhos para continuidade da investigação. Recomenda-se ampliar a amostra para setores de infraestrutura energética e viária, incorporar instrumentos de coleta primária e desenvolver protocolos regionais adaptados a biomas sensíveis como a Amazônia, com critérios técnicos compatíveis com realidades socioambientais locais.

A pesquisa aqui apresentada contribui não somente para o debate acadêmico sobre sustentabilidade em engenharia civil, mas oferece subsídios concretos para engenheiros, projetistas, gestores públicos e formuladores de política. Ao permitir a incorporação sistemática da análise de ciclo de vida e de certificações ambientais desde as fases iniciais de concepção, o estudo viabiliza práticas de contratação pública mais alinhadas com a rastreabilidade técnica, a eficiência operacional e os compromissos climáticos contemporâneos. A sustentabilidade em obras públicas, quando estruturada com base em parâmetros verificáveis, configura-se como um componente técnico essencial e não como diretriz acessória. Sua institucionalização é condição necessária para a implementação de infraestruturas resilientes, auditáveis e compatíveis com os desafios ambientais do século XXI.

### Referências Bibliográficas

- [1] AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. Materiais E Tecnologias Sustentáveis Na Construção Civil. São Paulo: Oficina De Textos, 2011.
- [2] BARROS, Mallú De Mendonça; CALIL, Francine Neves; SETTE JUNIOR, Carlos Roberto. Cienciometria Aplicada À Certificação Ambiental Como Instrumento De Alta Performance Em Sustentabilidade Ambiental No Campo. EIGEDIN, [S. L.], 2022.
- [3] BID – Banco Interamericano De Desenvolvimento. Relatórios Técnicos E Normativos Sobre Obras Públicas Sustentáveis. Washington: BID, Diversos Anos.
- [4] BRANDÃO, A. S. P. Et Al. Sustentabilidade Em Grandes Obras De Infraestrutura Na Amazônia. Revista Brasileira De Engenharia Civil, V. 30, N. 2, P. 45–60, 2023.
- [5] BROGGIO, Lucas; SERRA, Sheyla Mara Baptista; BIOTTO, Clarissa Notariano. Certificações De Sustentabilidade Em Canteiro De Obras: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. Cidades Verdes, V. 10, N. 2, P. 45–62, 2023. Disponível Em: [https://Publicacoes.Amigosdanatureza.Org.Br/Index.Php/Cidades\\_Verdes/Article/Download/3535/3478](https://Publicacoes.Amigosdanatureza.Org.Br/Index.Php/Cidades_Verdes/Article/Download/3535/3478). Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [6] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Selo Casa Azul +: Critérios Técnicos De Sustentabilidade Para Habitação De Interesse Social. Brasília: CAIXA, 2023.
- [7] FLICK, Uwe. Introdução À Pesquisa Qualitativa. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [8] GALERIA DA ARQUITETURA. Centro Max Feffer Cultura E Sustentabilidade. 2015. Disponível Em: <https://www.galeriadaarquitectura.com.br/projeto/amima/centro-max-feffer-cultura-e-sustentabilidade/1695>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [9] GALERIA DA ARQUITETURA. Brasil Tem 268 Projetos Com Certificação LEED. 2016. Disponível Em: <https://blog.galeriadaarquitectura.com.br/2016/06/02/brasil-tem-268-projetos-com-certificacao-leed-conheca-10-deles/>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [10] GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Guia De Certificação Ambiental Para Grandes Obras. São Paulo: GBC Brasil, 2020.
- [11] INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION – IFC. Environmental And Social Performance Standards. Washington: World Bank Group, 2012.
- [12] KLEIN, Carlos Henrique; OLIVEIRA, Giovana Cristina; ANDRADE, Aline Ramos De. Desafios Da Certificação Ambiental No Brasil: Análise Comparada Entre Sistemas Internacionais. Revista De Estudos Ambientais, V. 24, N. 1, P. 37–58, 2022.
- [13] LEI Nº 12.527, De 18 De Novembro De 2011. Lei De Acesso À Informação Pública. Diário Oficial Da União, Brasília, DF, 18 Nov. 2011.
- [14] LOEB, M. Casa AQUA: Inovação E Sustentabilidade Na Construção Civil. Revista Construção Sustentável, V. 4, N. 1, P. 10–18, 2018.
- [15] MACQUEEN, Kathleen M. Et Al. Codebook Development For Team-Based Qualitative Analysis. Cultural Anthropology Methods, V. 10, N. 2, P. 31–36, 2008.
- [16] MARQUES, Mauricio Dias; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Sustentabilidade Na Construção Civil: Possibilidades E Dificuldades. New Science, V. 7, N. 3, P. 1–18, 2025. Disponível Em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/Arace/Article/Download/3707/4870/14296>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [17] MIOTTO, L. B. Sustentabilidade Em Obras De Construção Civil: Avanços E Desafios. Engenharia Ambiental, V. 10, N. 1, P. 23–35, 2013.
- [18] OCHOA, Carlos; HENDRICKSON, Chris; MATTHEWS, H. Scott. Environmental Impacts Of Construction In Developing Countries: Case Comparison Between Brazil And The USA. Journal Of Construction Engineering And Management, V. 128, N. 5, P. 375–381, 2002.
- [19] ONU. Objetivos Do Desenvolvimento Sustentável: ODS 11 E 12. Nova York: Nações Unidas, 2015.
- [20] ONU-HABITAT. Guidelines On Urban And Territorial Planning. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2015.
- [21] SALES, M. C.; BIANCA, S. S. Políticas Públicas E Certificações Ambientais Na Construção Civil Brasileira. Revista De Políticas Públicas, V. 26, N. 1, P. 77–92, 2022.
- [22] SCHMUTZ, J. Infraestrutura E Sustentabilidade Na Amazônia: Desafios Contemporâneos Da Engenharia Civil. Revista Amazônica De Engenharia Aplicada, V. 15, N. 2, P. 112–128, 2023.
- [23] SILVA, Diego Henrique Oliveira Da; RODRIGUES, Thainara Castro Alves; LACERDA, Benício De Moraes. Sustentabilidade Em Obras Públicas. Revista Fator, V. 7, N. 2, P. 1–15, 2022. DOI: 10.5281/Zenodo.7372628. Disponível Em: <https://revistaft.com.br/sustentabilidade-em-obras-publicas/>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [24] SIMÃO, V. G. R. Et Al. Gestão Sustentável Na Construção Civil: Diretrizes Para O Ciclo De Vida Do Projeto. In: ENEGEP 2013 – Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Anais [...]. Salvador: ABEPRO, 2013.
- [25] SUGAHARA, R.; FREITAS, A.; CRUZ, L. Certificações Ambientais Na Construção Civil: Análise Crítica E Perspectivas. Revista TEC-USU, V. 12, N. 2, P. 67–84, 2021.
- [26] SUGAHARA, R.; DA CRUZ, L. Limitações Contextuais De Aplicação De Certificações Ambientais No Brasil. Revista Verde Urbana, V. 9, N. 1, P. 45–63, 2021.
- [27] SUSTENTARQUI. Centro De Cultura Max Feffer Em SP Tem Certificação LEED. 2023. Disponível Em: <https://sustentarqui.com.br/centro-de-cultura-max-feffer-certificacao-leed/>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [28] TERA AMBIENTAL. Certificação AQUA: O Que É O Reconhecimento De Alta Qualidade Ambiental. 2024. Disponível Em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/certificacao-aqua-reconhecimento-de-alta-qualidade-ambiental>. Acesso Em: 19 Maio 2025.
- [29] VIERRA, Letícia. Certificação Ambiental Na Construção Civil: Critérios Técnicos De Confiabilidade. Revista Engenharia & Meio Ambiente, V. 13, N. 2, P. 89–101, 2016.
- [30] YIN, Robert K. Estudo De Caso: Planejamento E Métodos. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.