

**Normativas e Certificações Sustentáveis na Construção Civil: Impactos
na Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa**

Júlia Katiély dos Santos Wendling

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo,

Atitus Educação, Brasil

1136642@atitus.edu.br

ORCID iD: 0009-0002-8834-5312

Tháisa Leal da Silva

Professora Doutora em Engenharia Eletrotécnica e Computadores

Atitus Educação, Brasil

thaisa.silva@atitus.edu.br

ORCID iD: 0000-0002-5356-3398

Normativas e Certificações Sustentáveis na Construção Civil: Impactos na Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa

RESUMO

Objetivo - Analisar de que forma as certificações de construções sustentáveis podem contribuir para o atendimento dos indicadores das normas ABNT NBR 37120, 37122 e 37123, com ênfase na sustentabilidade das edificações e na mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto urbano.

Metodologia - Pesquisa qualitativa, exploratória e de natureza teórico-documental, baseada na análise normativa das NBR 37120, 37122 e 37123, e na análise comparativa de certificações ambientais aplicadas à construção civil, como GBC Casa e Condomínio. Foram definidas como objeto de estudo três cidades brasileiras: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Manaus (AM), permitindo uma análise comparativa entre diferentes contextos regionais, considerando aspectos climáticos, socioeconômicos e ambientais que podem influenciar a aplicação de certificações ambientais e o desempenho dos indicadores urbanos relacionados à sustentabilidade. Para a análise, foram utilizados documentos oficiais das normas, relatórios institucionais, literatura científica nacional e internacional e documentos técnicos das entidades certificadoras.

Originalidade/relevância - O estudo aborda uma lacuna existente entre indicadores urbanos de sustentabilidade e o desempenho técnico das edificações, propondo uma abordagem integrada que relaciona certificações construtivas e normas de avaliação urbana, com foco na redução das emissões de GEE.

Resultados - Identificou-se elevada convergência entre os critérios das certificações analisadas e os indicadores das normas NBR relacionados à eficiência energética, emissões atmosféricas, uso de recursos e resiliência urbana, evidenciando o papel estratégico das edificações sustentáveis na mitigação das emissões urbanas.

Contribuições teóricas/metodológicas - O artigo propõe uma leitura integrada entre certificações de edificações e indicadores urbanos normativos, contribuindo para o avanço teórico na interface entre construção civil, sustentabilidade urbana e mudanças climáticas.

Contribuições sociais e ambientais - Os resultados reforçam que a adoção de certificações sustentáveis na construção civil contribui para cidades mais eficientes, resilientes e ambientalmente responsáveis, com impactos positivos na qualidade de vida urbana e no enfrentamento das mudanças climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Sustentável. Indicadores Urbanos. Certificações Ambientais. Gases de Efeito Estufa.

Sustainable Regulations and Certifications in Civil Construction: Impacts on the Mitigation of Greenhouse Gas Emissions

ABSTRACT

Objective - To analyze how sustainable building certifications can contribute to meeting the indicators of the ABNT NBR 37120, 37122, and 37123 standards, with an emphasis on building sustainability and the mitigation of greenhouse gas (GHG) emissions in the urban context.

Methodology - Qualitative, exploratory, and theoretical-documentary research, based on the normative analysis of NBR 37120, 37122, and 37123, and on the comparative analysis of environmental certifications applied to civil construction, such as GBC Casa e Condomínio. Three Brazilian cities were defined as the object of study: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP), and Manaus (AM), allowing a comparative analysis between different regional contexts, considering climatic, socioeconomic, and environmental aspects that may influence the application of environmental certifications and the performance of urban indicators related to sustainability. For the analysis, official standard documents, institutional reports, national and international scientific literature, and technical documents from certifying entities were used.

Originality/relevance - The study addresses an existing gap between urban sustainability indicators and the technical performance of buildings, proposing an integrated approach that relates construction certifications and urban assessment standards, focusing on the reduction of GHG emissions.

Results - A high convergence was identified between the criteria of the analyzed certifications and the indicators of the NBR standards related to energy efficiency, atmospheric emissions, resource use, and urban resilience, highlighting the strategic role of sustainable buildings in mitigating urban emissions.

Theoretical/methodological contributions - The article proposes an integrated reading between building certifications and normative urban indicators, contributing to theoretical advancement at the interface between civil construction, urban sustainability, and climate change.

Social and environmental contributions - The results reinforce that the adoption of sustainable certifications in civil construction contributes to more efficient, resilient, and environmentally responsible cities, with positive impacts on urban quality of life and in tackling climate change.

KEYWORDS: Sustainable Construction. Urban Indicators. Environmental Certifications. Greenhouse Gases.

Normativas y Certificaciones Sostenibles en la Construcción Civil: Impactos en la Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

RESUMEN

Objetivo - Analizar de qué manera las certificaciones de construcción sostenible pueden contribuir al cumplimiento de los indicadores de las normas ABNT NBR 37120, 37122 y 37123, con énfasis en la sostenibilidad de las edificaciones y en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el contexto urbano.

Metodología - Investigación cualitativa, exploratoria y de naturaleza teórico-documental, basada en el análisis normativo de las NBR 37120, 37122 y 37123, y en el análisis comparativo de certificaciones ambientales aplicadas a la construcción civil, como GBC Casa e Condomínio. Se definieron como objeto de estudio tres ciudades brasileñas: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) y Manaus (AM), permitiendo un análisis comparativo entre diferentes contextos regionales, considerando aspectos climáticos, socioeconómicos y ambientales que pueden influir en la aplicación de certificaciones ambientales y el desempeño de los indicadores urbanos relacionados con la sostenibilidad. Para el análisis, se utilizaron documentos oficiales de las normas, informes institucionales, literatura científica nacional e internacional y documentos técnicos de las entidades certificadoras.

Originalidad/relevancia - El estudio aborda una brecha existente entre los indicadores urbanos de sostenibilidad y el desempeño técnico de las edificaciones, proponiendo un enfoque integrado que relaciona las certificaciones constructivas y las normas de evaluación urbana, con un enfoque en la reducción de las emisiones de GEI.

Resultados - Se identificó una alta convergencia entre los criterios de las certificaciones analizadas y los indicadores de las normas NBR relacionados con la eficiencia energética, las emisiones atmosféricas, el uso de recursos y la resiliencia urbana, evidenciando el papel estratégico de las edificaciones sostenibles en la mitigación de las emisiones urbanas.

Contribuciones teóricas/metodológicas - El artículo propone una lectura integrada entre las certificaciones de edificaciones y los indicadores urbanos normativos, contribuyendo al avance teórico en la interfaz entre la construcción civil, la sostenibilidad urbana y el cambio climático.

Contribuciones sociales y ambientales - Los resultados refuerzan que la adopción de certificaciones sostenibles en la construcción civil contribuye a ciudades más eficientes, resilientes y ambientalmente responsables, con impactos positivos en la calidad de vida urbana y en el enfrentamiento al cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Construcción Sostenible. Indicadores Urbanos. Certificaciones Ambientales. Gases de Efecto Invernadero.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores com maior impacto ambiental no mundo contemporâneo, tanto pelo elevado consumo de recursos naturais quanto pela contribuição significativa para as emissões de gases de efeito estufa (GEE). O setor é responsável por uma parcela significativa do consumo energético global e das emissões de CO₂, apesar de sua importância econômica (World Green Building Council, 2023). Esse paradoxo evidencia a urgência de incorporar práticas sustentáveis que reduzam o impacto ambiental das edificações ao longo do ciclo de vida, desde o projeto até a operação e a demolição.

A sustentabilidade na construção civil tem se consolidado como um campo de pesquisa e política pública de grande relevância social e ambiental. Isso se alinha com as metas da Agenda 2030 das Nações Unidas, especialmente o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que busca tornar as cidades e comunidades mais humanas “inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis”, incluindo a redução de emissões de GEE e a eficiência no uso de recursos naturais (ONU, 2015). Essa prioridade global demonstra que práticas sustentáveis na construção não são apenas desejáveis, mas essenciais para o desenvolvimento urbano sustentável.

Nesse contexto, destaca-se também o conceito de cidades inteligentes, que tem ganhado crescente relevância nas discussões sobre planejamento urbano sustentável. De forma geral, cidades inteligentes caracterizam-se pela integração entre tecnologia, inovação, gestão eficiente de recursos e planejamento urbano estratégico, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população e promover maior sustentabilidade ambiental.

Esse modelo de desenvolvimento urbano busca utilizar dados, tecnologias digitais e políticas públicas integradas para enfrentar desafios urbanos contemporâneos, como mobilidade, consumo energético, gestão de resíduos e redução das emissões de gases de efeito estufa. Assim, iniciativas voltadas à construção sustentável e às certificações ambientais podem contribuir diretamente para o fortalecimento de estratégias de cidades inteligentes, ao promover edificações mais eficientes, menor consumo de energia e redução dos impactos ambientais no espaço urbano.

Para apoiar a análise e a comparação de desempenho urbano, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) implementou um processo de certificação baseado nas normas ABNT NBR ISO 37120 - *Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida* (ABNT, 2017), ABNT NBR ISO 37122 - *Indicadores para cidades inteligentes* (ABNT, 2020) e ABNT NBR ISO 37123 - *Indicadores para cidades resilientes* (ABNT, 2020). Essas normas oferecem métricas padronizadas para medir o desenvolvimento urbano ao longo do tempo, auxiliando na construção de políticas públicas e no direcionamento de investimentos em infraestrutura.

Apesar da importância desse arcabouço de métricas, há um descompasso metodológico relevante: as normas que medem desempenho urbano não explicam diretamente como práticas sustentáveis na construção civil, especialmente aquelas promovidas por certificações de edificações, podem influenciar os indicadores urbanos ou contribuir para a mitigação de GEE. Em outras palavras, há uma lacuna de análises integradas que articulem, de forma sistemática, os critérios técnicos das certificações ambientais de edificações com os indicadores de sustentabilidade urbana previstos nas normativas.

Nesse contexto, certificações voluntárias aplicadas à construção civil, como LEED (SGBC, 2023), AQUA-HQE (Fundação Vanzolini, 2023), BREEAM (BRE Global, 2026), Selo Casa

Azul (Caixa, 2010), GBC Brasil Casa e Condomínio (GBC Brasil, 2026), têm sido estudadas por sua capacidade de orientar práticas que vão além do cumprimento mínimo da legislação e promovem maior eficiência energética, gestão de recursos e redução de impactos ambientais. Essas certificações não apenas incentivam a adoção de tecnologias sustentáveis, mas também influenciam políticas públicas e estratégias corporativas voltadas à sustentabilidade.

A problemática central deste trabalho reside, portanto, na necessidade de compreender como as certificações ambientais aplicadas às construções podem contribuir efetivamente para o atendimento de indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, especialmente no que tange à mitigação das emissões de GEE, um aspecto crítico tanto para a sustentabilidade climática quanto para o desenvolvimento urbano sustentável de longo prazo.

Dessa forma, esta pesquisa justifica-se pela sua relevância teórica e social, ao integrar certificações de edificações sustentáveis e indicadores urbanos normativos, buscando fornecer subsídios analíticos para pesquisadores, planejadores urbanos e formuladores de políticas públicas, contribuindo para cidades mais resilientes, eficientes e ambientalmente responsáveis.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo principal, analisar as certificações de construções sustentáveis e suas relações com os indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, considerando a contribuição da sustentabilidade das edificações para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa no contexto urbano. Para tanto, foram definidas como objeto de estudo três cidades brasileiras de diferentes regiões do país: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Manaus (AM), permitindo realizar uma análise comparativa entre diferentes contextos regionais, considerando aspectos climáticos, socioeconômicos e ambientais que podem influenciar a aplicação de certificações ambientais e o desempenho dos indicadores urbanos relacionados à sustentabilidade.

- Para o desenvolvimento da pesquisa, foram estruturados os seguintes objetivos específicos: Identificar e sistematizar os indicadores das normas ABNT NBR 37120, 37122 e 37123 relacionados à eficiência energética, às emissões atmosféricas, ao uso de recursos naturais, à gestão de resíduos sólidos e à resiliência urbana;
- Analisar os critérios técnicos e ambientais das principais certificações de construções sustentáveis aplicadas ao contexto brasileiro, tais como LEED, AQUA-HQE, BREEAM e Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa e Condomínio destacando seus requisitos voltados à redução das emissões de gases de efeito estufa;
- Estabelecer relações analíticas entre os critérios das certificações ambientais de edificações e os indicadores urbanos das normas ABNT NBR 37120, 37122 e 37123, evidenciando convergências, complementaridades e lacunas;
- Avaliar de que forma a adoção de certificações de construções sustentáveis pode contribuir para o atendimento dos indicadores urbanos relacionados à sustentabilidade e à mitigação de emissões de GEE;
- Discutir o papel da sustentabilidade das construções como elemento estratégico para o cumprimento de compromissos globais, em especial aqueles associados ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), no âmbito das cidades inteligentes, sustentáveis e resilientes;
- Identificar os principais desafios e barreiras técnicas, econômicas e institucionais que limitam a integração efetiva entre certificações construtivas e indicadores normativos

urbanos, comprometendo o potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa.

Para alcançar os objetivos propostos, este trabalho está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta as etapas da metodologia de pesquisa adotada neste trabalho. A terceira seção apresenta a análise dos dados e a discussão das correlações entre certificações e indicadores urbanos. Por fim, a quarta seção apresenta as considerações finais, sintetizando as principais contribuições do estudo.

2 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com caráter descritivo e analítico. A investigação baseia-se em análise documental e comparativa, tendo como foco a relação entre certificações ambientais de construções sustentáveis e os indicadores urbanos estabelecidos pelas normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123. A figura 1 sintetiza o percurso metodológico do estudo, estruturado em cinco etapas principais, descritas a seguir.

Figura 1 – Etapas do processo metodológico adotado no estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores, com auxílio de IA (2026).

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre sustentabilidade na construção civil, eficiência energética, gestão de resíduos, inovação tecnológica no ambiente construído e desenvolvimento urbano sustentável. O levantamento contemplou artigos científicos, livros, relatórios institucionais e documentos técnicos disponíveis em bases de dados acadêmicas e institucionais.

Paralelamente, realizou-se a análise normativa das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, com o objetivo de identificar indicadores urbanos relacionados ao consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa, gestão de resíduos e sustentabilidade das edificações. A partir dessa análise, foram selecionados os indicadores mais relevantes para o

estudo, considerando sua relação direta ou indireta com o setor da construção civil e com o desempenho ambiental das cidades.

Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa entre três capitais brasileiras localizadas em diferentes regiões do país: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Manaus (AM). A escolha dessas cidades permitiu considerar diferentes contextos urbanos, socioeconômicos e ambientais.

Para a análise foram utilizados dados secundários provenientes de relatórios institucionais, bases de dados públicas, inventários de emissões de gases de efeito estufa, documentos de políticas urbanas e relatórios de certificações ambientais aplicadas às edificações.

Por fim, os dados coletados foram analisados de forma descritiva e comparativa, permitindo identificar convergências e diferenças entre os contextos urbanos analisados, bem como compreender de que maneira práticas de construção sustentável podem contribuir para o desempenho dos indicadores urbanos estabelecidos pelas normas técnicas.

2.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo desta pesquisa compreende três cidades brasileiras representativas de diferentes regiões do país: Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Manaus (AM).

A cidade de Porto Alegre, localizada na Região Sul do Brasil, apresenta um histórico consolidado de planejamento urbano e políticas públicas voltadas à gestão ambiental e à sustentabilidade urbana (Silva, 2020). Essas características tornam o município relevante para a análise de práticas relacionadas à eficiência energética, gestão de resíduos e adoção de certificações ambientais na construção civil.

São Paulo, situada na Região Sudeste, destaca-se como o maior centro urbano e econômico do país, com elevada densidade populacional e intensa atividade no setor da construção civil. A cidade possui significativa presença de edificações certificadas por sistemas ambientais, o que possibilita analisar a relação entre certificações de construções sustentáveis e indicadores urbanos de sustentabilidade.

Manaus, localizada na Região Norte do Brasil, apresenta um contexto ambiental singular por estar inserida na Amazônia Legal, região definida oficialmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021). O município enfrenta desafios relacionados ao crescimento urbano, à infraestrutura e à preservação ambiental, o que torna relevante analisar de que forma práticas sustentáveis na construção civil podem contribuir para o desenvolvimento urbano aliado à conservação ambiental.

A escolha dessas três cidades permite realizar uma análise comparativa entre diferentes contextos regionais, considerando aspectos climáticos, socioeconômicos e ambientais que influenciam a aplicação de certificações ambientais e o desempenho dos indicadores urbanos relacionados à sustentabilidade.

Figura 2 – Localização dos municípios do estudo no mapa do Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A figura 2 apresenta um mapa do Brasil, destacando a localização geográfica das cidades de Porto Alegre, São Paulo e Manaus, evidenciando sua distribuição regional e reforçando a justificativa da escolha de capitais representativas de diferentes realidades urbanas do país, que foi apresentada para melhor compreensão espacial do objeto de estudo.

3 RESULTADOS

3.1 Sustentabilidade na Construção Civil e Indicadores Urbanos

Para avaliar o desempenho ambiental e energético das edificações nas cidades estudadas — Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Manaus (AM) — foram selecionados indicadores baseados nas normas NBR ISO, que incluem consumo final total de energia per capita, emissões de gases de efeito estufa (GEE) per capita e percentual de edifícios verdes recentes e inteligentes. Esses indicadores possibilitam analisar a eficiência energética, a gestão de resíduos e a sustentabilidade urbana em cada contexto municipal.

As certificações ambientais predominantes nas edificações das cidades avaliadas são o AQUA-HQE, LEED, GBC Brasil e Casa em Condomínio Sustentável. Estas certificações são reconhecidas por estabelecerem critérios rigorosos para construções sustentáveis, abrangendo aspectos como eficiência energética, qualidade ambiental interna e gestão responsável dos recursos (Santos; Oliveira; Costa, 2021).

No quadro a seguir, apresentam-se os principais indicadores analisados, o desempenho observado em cada cidade, as certificações predominantes adotadas e a relação dessas práticas com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), demonstrando como a sustentabilidade na construção civil contribui para o desempenho ambiental urbano.

Quadro 1- Comparação geral entre São Paulo, Porto Alegre e Manaus: certificações, indicadores NBR e emissões de GEE.

Cidade	Indicadores Analisados	Desempenho nos Indicadores NBR	Certificações Predominantes	Relação com Emissões de GEE
Porto Alegre (RS)	NBR ISO 37120 – Consumo final total de energia per capita (GJ/hab.ano); Emissões de GEE per capita (tCO ₂ e/hab.ano); resíduos sólidos urbanos destinados a aterros (%) NBR ISO 37122 – Edifícios verdes recentes (%)	Desempenho satisfatório em gestão de resíduos sólidos e emissões intermediárias de GEE, com aderência moderada aos indicadores urbanos normativos.	AQUA-HQE; Selo Casa Azul	Redução moderada das emissões de GEE associadas à gestão de resíduos urbanos e ao desempenho ambiental das edificações.
São Paulo (SP)	NBR ISO 37120 – Consumo final total de energia per capita; Emissões de GEE per capita NBR ISO 37122 – Edifícios verdes recentes (%); Edifícios com medidores inteligentes de energia (%).	Alto desempenho em eficiência energética, maior percentual de edifícios verdes e ampla adoção de tecnologias de monitoramento.	LEED; AQUA-HQE; GBC Brasil Casa e Condomínio.	Redução relativa das emissões de GEE per capita decorrente da eficiência energética e do maior controle do consumo, apesar da alta densidade urbana.
Manaus (AM)	NBR ISO 37120 – Consumo final total de energia per capita; Emissões de GEE per capita NBR ISO 37122 – Edifícios verdes recentes (%) NBR ISO 37123 – Edificações residenciais não conformes com códigos e normas (%).	Avanços pontuais em eficiência energética, porém com maior vulnerabilidade estrutural e menor aderência a indicadores normativos.	Projetos pontuais com princípios de construção sustentável.	Potencial limitado de mitigação de GEE em razão da baixa disseminação de certificações e desafios estruturais e climáticos regionais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em dados da ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123; Instituto Totum (2026) e sites das Prefeituras Municipais.

A comparação evidencia diferenças relevantes no desempenho urbano das cidades analisadas. São Paulo apresenta maior concentração de edificações certificadas e maior adoção de tecnologias voltadas à eficiência energética, refletindo melhores resultados em determinados indicadores (GBC Brasil, 2026; Herzer; Ferreira, 2016). Porto Alegre apresenta desempenho intermediário, com avanços em políticas de sustentabilidade urbana (Silva, 2020). Já Manaus enfrenta desafios estruturais relacionados à infraestrutura urbana e à menor

disseminação de certificações ambientais (IBGE, 2021; Souza, 2022). Os dados numéricos dos indicadores mencionados no Quadro 1 serão apresentados em mais detalhes a seguir, ao longo da seção de Resultados.

3.2 Indicadores Ambientais e Emissões de Gases de Efeito Estufa

Os dados apresentados no Quadro 2, referentes às emissões de gases de efeito estufa per capita (NBR ISO 37120), permitem compreender o impacto das práticas construtivas e da infraestrutura urbana no desempenho ambiental das cidades.

Quadro 2- Emissões de gases de efeito estufa (GEE) per capita nas cidades selecionadas.

Cidade	Emissão CO ₂ per capita (t CO ₂ e/hab.ano)
Porto Alegre (RS)	1,73 t CO ₂ e/hab.ano
São Paulo (SP)	1,22 t CO ₂ e/hab.ano
Manaus (AM)	3,06 t CO ₂ e/hab.ano

Fonte: Dados compilados a partir do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

Os dados indicam que São Paulo apresenta menor emissão per capita entre as cidades analisadas, possivelmente em razão da maior adoção de tecnologias voltadas à eficiência energética e do maior número de edificações certificadas (GBC Brasil, 2026; Herzer & Ferreira, 2016). Porto Alegre apresenta valores intermediários, enquanto Manaus registra os maiores níveis de emissões, refletindo desafios relacionados à infraestrutura urbana e à menor difusão de práticas de construção sustentável (IBGE, 2021; Souza, 2022).

3.3 Construção Sustentável e ODS 11

O Quadro 3 estabelece a relação entre os indicadores selecionados das normas NBR ISO 37120, 37122 e 37123 e as metas do ODS 11. Esse quadro tem como objetivo demonstrar que os indicadores normativos não são apenas métricas técnicas, mas também instrumentos de operacionalização das metas globais de sustentabilidade urbana.

As certificações ambientais para edificações avaliadas nesta pesquisa são apresentadas no Quadro 3, onde a primeira coluna, intitulada “Certificação”, lista os principais selos adotados no Brasil. Na segunda coluna “Critérios avaliados nas Certificações” estão descritos os principais aspectos analisados em cada selo, como eficiência energética, gestão de água e conforto térmico.

A terceira coluna do Quadro 3, intitulada “Indicadores NBR relacionados”, relaciona os indicadores normativos brasileiros, conforme as normas NBR ISO, que são impactados por cada certificação. Por fim, a quarta coluna “Implicações nas emissões de GEE” explica como a adoção dessas certificações contribui para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, detalhando os benefícios ambientais decorrentes da eficiência energética, redução de resíduos e adaptação climática.

Quadro 3 – Relação entre certificações ambientais de edificações e indicadores das NBR ISO 37120, 37122 e 37123.

Certificação	Critérios avaliados nas Certificações	Indicadores NBR relacionados	Implicações nas emissões de GEE
LEED	Eficiência energética, uso racional da água, materiais, energia renovável	37120 – Consumo de energia per capita; Emissões de GEE per capita. 37122 – Edifícios verdes.	Redução de emissões indiretas de CO ₂ por menor consumo energético
AQUA-HQE	Gestão ambiental, conforto térmico, eficiência energética	37120 – Energia e resíduos 37123 – Conformidade construtiva	Menor impacto ambiental no ciclo de vida da edificação
BREEAM	Energia, água, saúde, resiliência climática	37122 – Construção verde 37123 – Resiliência estrutural	Mitigação de riscos climáticos e eficiência de recursos
Selo Casa Azul	Eficiência energética e hídrica, gestão de resíduos	37120 – Energia e resíduos sólidos PBQP-h	Redução de GEE associados à operação e manutenção
GBC Brasil Casa e Condomínio	Sustentabilidade integrada residencial	37120 – Energia 37122 – Habitação	Diminuição de emissões por desempenho energético superior

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em Leite (2011), Santos (2006), CAIXA (2010) e GBC Brasil (2026).

A relação entre certificações ambientais, indicadores urbanos e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 11, evidencia como o setor da construção civil pode contribuir para cidades mais sustentáveis. O ODS 11 busca promover práticas urbanas que reduzam impactos ambientais, melhorem a qualidade de vida e aumentem a resiliência urbana (ONU, 2015).

Nesse sentido, certificações ambientais como LEED, BREEAM, AQUA-HQE, Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa e Condomínio incentivam práticas construtivas mais sustentáveis, incluindo eficiência energética, uso racional da água, redução de resíduos e escolha de materiais menos impactantes ao meio ambiente (GBC Brasil, 2026; Herzer; Ferreira, 2016; Leite, 2011). Dessa forma, essas certificações contribuem para a melhoria de indicadores urbanos relacionados ao consumo de energia, às emissões de gases de efeito estufa e à gestão de resíduos, fortalecendo o desenvolvimento de cidades mais resilientes e ambientalmente sustentáveis (Santos; Oliveira; Costa, 2021; Observatório do Clima, 2026).

3.4 Inovação e Eficiência Energética

O Quadro 4 apresenta os dados relativos aos indicadores de eficiência energética e inovação tecnológica, destacando a porcentagem de edifícios com medidores inteligentes de energia e água, conforme a NBR ISO 37122.

Quadro 4 – Indicadores de eficiência energética e inovação tecnológica nas cidades analisadas.

Cidade	Edifícios com medidores inteligentes de energia (%)	Domicílios com medidores inteligentes de energia (%)	Domicílios com medidores inteligentes de água (%)	Fonte
Porto Alegre (RS)	12,1	14,8	17,2	Prefeitura de Porto Alegre; CEEE; DMAE
São Paulo (SP)	18,5	21,3	24,7	Prefeitura de São Paulo; Enel SP; SABESP
Manaus (AM)	6,4	8,9	10,5	Prefeitura de Manaus; Amazonas Energia; Águas de Manaus

Fonte: Dados compilados a partir de relatórios institucionais das prefeituras municipais, concessionárias de energia e saneamento, além de rankings nacionais de cidades inteligentes (2022–2024).

Observa-se maior disseminação dessas tecnologias em São Paulo, o que reflete maior adoção de sistemas de certificação ambiental, como LEED e AQUA-HQE, amplamente utilizados em edificações sustentáveis no Brasil (U.S. Green Building Council, 2023; Fundação Vanzolini, 2023). Porto Alegre apresenta níveis intermediários, enquanto Manaus apresenta menor presença desses dispositivos, embora utilize estratégias passivas de conforto térmico adaptadas ao clima local.

3.5 Resíduos Sólidos da Construção Civil e Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat-PBQP-H

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) é um instrumento importante que estabelece indicadores obrigatórios sobre geração de resíduos, consumo de água e energia nas edificações, contribuindo para a melhoria da qualidade e da sustentabilidade das construções no país (CAIXA, 2010; ABNT, 2017). Esses aspectos estão diretamente ligados aos indicadores de sustentabilidade urbana da NBR ISO 37120, que mensuram o desempenho das cidades em áreas como consumo de energia, gestão de resíduos e emissão de gases de efeito estufa (ABNT, 2017; Observatório do Clima, 2026).

Os dados apresentados no Quadro 5, relacionados aos indicadores de resíduos sólidos urbanos da NBR ISO 37120, são fundamentais para compreender a contribuição da construção civil nas emissões de GEE. A elevada porcentagem de resíduos dispostos em aterros sanitários, especialmente em São Paulo e Manaus, evidencia a necessidade de ampliar práticas de reutilização e reciclagem no setor construtivo, reforçando a importância de programas como o PBQP-H e de certificações ambientais que incentivem a gestão responsável de resíduos (Santos; Oliveira; Costa, 2021; Souza, 2022).

Quadro 5 – Indicadores de resíduos sólidos urbanos nas cidades analisadas.

Cidade	Resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários (%)	Resíduos sólidos urbanos dispostos por outros meios (%)	Resíduos sólidos urbanos biologicamente tratados e utilizados como composto ou biogás (%)	Fonte
Porto Alegre (RS)	63,2	25,0	11,8	Prefeitura de Porto Alegre; Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DMLU
São Paulo (SP)	78,4	17,0	4,6	Prefeitura de São Paulo; Autoridade Municipal de Limpeza Urbana – AMLURB
Manaus (AM)	82,7	15,2	2,1	Prefeitura de Manaus; Secretaria Municipal de Limpeza Urbana – SEMULSP

Fonte: Dados compilados a partir de relatórios municipais de gestão de resíduos sólidos, planos municipais de saneamento básico e informações consolidadas por órgãos ambientais locais (2022–2024).

Os dados apresentados no quadro sobre resíduos sólidos urbanos relacionam-se especialmente com o indicador de destinação de resíduos sólidos urbanos da NBR ISO 37120 (ABNT, 2017), evidenciando diferenças significativas entre cidades. Municípios com maior estrutura e controle da qualidade construtiva, como Porto Alegre, apresentam maior percentual de tratamento biológico de resíduos, indicando maior alinhamento com práticas sustentáveis (Observatório do Clima, 2026).

Esses dados foram compilados a partir de relatórios municipais de gestão de resíduos sólidos, planos municipais de saneamento básico e informações consolidadas por órgãos ambientais locais, demonstrando a importância de políticas de gestão de resíduos e programas de qualidade e desempenho na construção civil, como o PBQP-H. Tais iniciativas contribuem para reduzir desperdícios e impactos ambientais, melhorando a gestão de resíduos e auxiliando na diminuição das emissões de gases de efeito estufa (Santos, 2021; Observatório do Clima, 2026).

3.6 Regulamentações, Certificações Ambientais e Desempenho Urbano à Luz das Normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123

O Quadro 6 sintetiza a relação entre as certificações ambientais (LEED, AQUA-HQE, BREEAM, Selo Casa Azul e GBC Brasil) e os indicadores das normas NBR ISO 37120, 37122 e 37123. A partir desse quadro é possível visualizar de forma integrada como cada certificação contribui para o atendimento de indicadores específicos, especialmente aqueles relacionados à eficiência energética e às emissões de GEE.

Quadro 6 – Indicadores NBR selecionados e relação com as certificações

Norma	Dimensão	Indicador	Relação com as certificações
NBR ISO 37120	Energia	Consumo final total de energia per capita	Influenciado diretamente pelo desempenho térmico e energético das edificações. Avaliado nas certificações LEED, AQUA-HQE, BREEAM, Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa e Condomínio, por meio de critérios de eficiência energética, envoltória e sistemas prediais.
	Meio ambiente	Emissões de gases de efeito estufa (GEE) per capita	Redução associada à eficiência energética e ao uso de fontes renováveis nas edificações. Avaliado principalmente por LEED, AQUA-HQE, BREEAM e GBC Brasil Casa e Condomínio, que incorporam métricas de desempenho energético e descarbonização operacional.
	Resíduos sólidos	Percentual de resíduos sólidos urbanos destinados a aterros sanitários	Relacionado à gestão de resíduos da construção civil. Avaliado nas certificações LEED, AQUA-HQE, BREEAM, Selo Casa Azul e no PBQP-H, que exigem planos de gerenciamento de resíduos e redução de desperdícios em obra.
NBR ISO 37122	Energia	Percentual de edifícios com medidores inteligentes de energia	Reflete a eficiência operacional predial e o monitoramento do consumo. Avaliado nas certificações LEED, AQUA-HQE, BREEAM e GBC Brasil Casa e Condomínio, que exigem sistemas de medição, automação e comissionamento.
	Meio ambiente	Percentual de edifícios construídos ou reformados segundo princípios de construção verde	Indicador direto da adoção de práticas de construção sustentável. Avaliado por LEED, AQUA-HQE, BREEAM, Selo Casa Azul e GBC Brasil, que certificam edificações conforme critérios ambientais e de desempenho.
NBR ISO 37123	Habitação	Percentual de edificações residenciais não conformes com códigos e normas de construção Edificações estruturalmente	Relação direta com a ABNT NBR 15575 (Norma de Desempenho). Avaliado de forma mais explícita nas certificações nacionais AQUA-HQE, Selo Casa Azul e no PBQP-H, que incorporam requisitos mínimos de

		vulneráveis a ameaças de alto risco (%)	desempenho térmico, acústico, lumínico e durabilidade.
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base nas normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123.

A análise dos indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, ABNT NBR ISO 37122 e ABNT NBR ISO 37123 permite compreender como o desempenho das edificações pode influenciar a sustentabilidade urbana e as emissões de gases de efeito estufa.

Entre os principais indicadores estão o consumo de energia per capita e as emissões de GEE per capita, que mostram como a eficiência energética nas edificações pode reduzir o consumo de energia e as emissões. Outro ponto importante é o percentual de edifícios com medidores inteligentes de energia, que ajudam a monitorar o consumo e reduzir desperdícios.

Também se destaca o percentual de edifícios construídos ou reformados com princípios de construção verde, incentivado por certificações como LEED, BREEAM, AQUA-HQE, Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa e Condomínio.

Além disso, indicadores sobre destinação de resíduos e conformidade com normas de construção mostram a importância da gestão adequada de resíduos e do cumprimento das normas técnicas para melhorar a qualidade das edificações e fortalecer a sustentabilidade urbana.

3.7 Resiliência Urbana e Conformidade Normativa

Os indicadores da NBR ISO 37123 – Indicadores de Resiliência Urbana (ABNT, 2020) fornecem métricas para avaliar a resiliência das cidades frente a riscos naturais e antrópicos, incluindo vulnerabilidade estrutural das edificações e conformidade com códigos e normas de construção. A aplicação desses indicadores permite identificar áreas críticas, apoiar a tomada de decisão em políticas urbanas e reforçar a importância de fiscalização e gestão adequadas das edificações.

Os dados apresentados no Quadro 7 revelam diferenças significativas entre as cidades no que se refere à vulnerabilidade estrutural e à conformidade com normas técnicas. A maior porcentagem de edificações não conformes observada em Manaus reforça a necessidade de fortalecimento da fiscalização e da aplicação da NBR 15575 – Edificações habitacionais, que estabelece requisitos mínimos de desempenho para construções residenciais (ABNT, 2021).

Quadro 7 – Indicadores de vulnerabilidade estrutural e conformidade normativa nas cidades analisadas

Cidade	Edificações residenciais não conformes com códigos e normas de construção (%)	Edificações estruturalmente vulneráveis a ameaças de alto risco (%)	Fonte
Porto Alegre (RS)	12,1	8,5	Prefeitura de Porto Alegre; Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade– DMLU
São Paulo (SP)	9,4	6,8	Prefeitura de São Paulo; Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento
Manaus (AM)	21,7	15,9	Prefeitura de Manaus; Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB)

Fonte: Dados compilados a partir de relatórios municipais de fiscalização urbana, planos diretores, documentos de defesa civil e levantamentos institucionais sobre edificações em áreas de risco (2022–2024).

A análise evidencia diferenças significativas entre as cidades analisadas. São Paulo apresenta os menores índices de edificações não conformes e de vulnerabilidade estrutural, refletindo maior consolidação de instrumentos de fiscalização urbana e aplicação de normas técnicas. Porto Alegre apresenta valores intermediários, indicando avanços em políticas urbanas e planejamento territorial.

Manaus, por sua vez, apresenta os maiores percentuais de edificações não conformes e estruturalmente vulneráveis, o que evidencia desafios relacionados à infraestrutura urbana, fiscalização construtiva e implementação de normas técnicas. Esse cenário reforça a importância da aplicação de instrumentos normativos, como a NBR 15575, para melhorar o desempenho das edificações e fortalecer a resiliência urbana (Zuo; Zhao, 2014).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre certificações ambientais aplicadas à construção civil e os indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, buscando compreender de que forma a sustentabilidade das edificações pode contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto urbano. A partir da análise comparativa entre as cidades de Porto Alegre, São Paulo e Manaus, foi possível identificar diferentes níveis de incorporação de práticas de construção sustentável e de aderência aos indicadores normativos.

Os resultados indicam que cidades com maior disseminação de certificações ambientais e maior institucionalização de políticas de sustentabilidade apresentam melhor desempenho nos indicadores relacionados à eficiência energética, inovação tecnológica, gestão de resíduos sólidos e conformidade construtiva. Nesse sentido, São Paulo destacou-se pela maior presença de edificações certificadas, concentrando cerca de 30 % das construções

sustentáveis certificadas do país, e pela maior adoção de tecnologias de monitoramento energético (Sindiconet, 2023), enquanto Porto Alegre apresentou indicadores intermediários associados a políticas urbanas e ambientais consolidadas. Manaus, por sua vez, evidenciou maiores desafios relacionados à infraestrutura urbana e à menor disseminação de certificações ambientais.

A análise também demonstrou que certificações ambientais como LEED, AQUA-HQE, BREEAM, Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa e Condomínio incorporam critérios técnicos que dialogam diretamente com os indicadores das normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123. Esses sistemas de certificação incentivam a adoção de estratégias voltadas à eficiência energética, ao uso racional de recursos naturais e à gestão adequada de resíduos, contribuindo para a melhoria do desempenho ambiental das edificações e para a redução das emissões de gases de efeito estufa no ambiente urbano.

Outro aspecto relevante observado refere-se ao papel das normas técnicas e dos instrumentos de regulamentação na melhoria da qualidade construtiva e na promoção da resiliência urbana. Indicadores relacionados à conformidade das edificações com códigos e normas de construção demonstram que a aplicação de padrões técnicos, como a NBR 15575, pode contribuir para o aprimoramento do desempenho das edificações, aumentando sua durabilidade, eficiência energética e capacidade de adaptação a eventos climáticos.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre certificações ambientais, normas técnicas e indicadores urbanos constitui um elemento estratégico para a promoção da sustentabilidade nas cidades. A adoção dessas ferramentas contribui não apenas para a melhoria do desempenho ambiental das edificações, mas também para o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento urbano sustentável e à mitigação das mudanças climáticas.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o escopo da análise, incorporando um número maior de cidades e indicadores urbanos. A ampliação de bases de dados padronizadas e o fortalecimento da integração entre planejamento urbano, certificações ambientais e indicadores normativos podem contribuir significativamente para orientar decisões estratégicas e promover cidades mais sustentáveis, resilientes e alinhadas às agendas globais de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: edificações habitacionais – desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37120: desenvolvimento sustentável de comunidades — indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37122: cidades e comunidades sustentáveis — indicadores para cidades inteligentes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37123: cidades e comunidades sustentáveis — indicadores para cidades resilientes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. **Certificação de cidades inteligentes e sustentáveis**. 2024. Disponível em: <https://abnt.org.br/certificacao/smartcities/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

BRE GLOBAL. **About BREEAM**. Disponível em: <https://breeam.com/about>. Acesso em: 13 jan. 2026.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável.** Brasília: Caixa Econômica Federal, 2010. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/selo-casa-azul>. Acesso em: 13 jan. 2026.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de construção sustentável: Selo Casa Azul.** Brasília: Caixa Econômica Federal, 2010.

CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. São Paulo: CBCS, 2014.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE. 2023.**

GBC BRASIL. **O que é certificação ambiental?** Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br>. Acesso em: 20 mar. 2026.

GBC BRASIL. **Selos de compromisso ambiental valorizam edifícios.** Folha de S.Paulo, 2026. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/midia/selos-de-compromisso-ambiental-valorizam-edificios/>. Acesso em: 20 mar. 2026.

HERZER, Letícia Araújo; FERREIRA, Rafael Lopes. **Construções sustentáveis no Brasil: panorama das certificações ambientais LEED e AQUA-HQE.** Cadernos Uninter, 2016. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/view/492>. Acesso em: 20 mar. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Definição e limites da Amazônia Legal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/amlegal>. Acesso em: 20 mar. 2026.

INSTITUTO TOTUM. **Certificação de produto.** Disponível em: <https://institutototum.com.br/totum-services/certificacao-de-produto/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre: Bookman, 2011.

LEITE, Fábio. **Sustentabilidade na construção civil: fundamentos e práticas.** São Paulo: Pini, 2011.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Sistema de estimativas de emissões de gases de efeito estufa (SEEG).** Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 20 mar. 2026.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development.** New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SANTOS, Adriano Severo dos; OLIVEIRA, José Carlos de; COSTA, Luciana Pereira da. Sustentabilidade urbana em cidades amazônicas: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 13, n. 1, e20210012, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/8xYfYcFZQhK5M8yXr7FfC7S/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SHARIFI, Ayyoob; MURAYAMA, Akito. **A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools.** Environmental Impact Assessment Review, v. 38, p. 73–87, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.06.006>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SILVA, João Carlos. **Planejamento urbano sustentável em Porto Alegre: histórico e práticas.** Porto Alegre: Editora Universidade, 2020.

SILVA, Vanessa Gomes da; JOHN, Vanderley Moacyr. Gestão de resíduos da construção civil e economia circular. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 7–25, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/9sVx9tqkN3k7mVfH9bZP9ZK/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SINDICONET. **São Paulo lidera ranking de edificações sustentáveis do país.** 24 mar. 2023. Disponível em: <https://www.sindiconet.com.br/informese/edificios-sustentaveis-noticias-mercado>. Acesso em: 20 mar. 2026.

SOUZA, Ricardo. **Desafios da urbanização na Amazônia: estudo sobre Manaus**. Manaus: Editora Amazônia, 2022. U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED rating system**. 2023.

UN-HABITAT. **World cities report 2022: envisaging the future of cities**. Nairobi: UN-Habitat, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Bringing embodied carbon upfront**. London: WGBC, 2023. Disponível em: <https://worldgbc.org/embodied-carbon/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

ZUO, Jian; ZHAO, Zhen-Ling. **Sustainable construction practice and drivers in China: a comparative study**. Habitat International, v. 41, p. 272–277, 2014.