



1º Encontro Interdisciplinar em Energia, Programa de Pós-graduação em Energia, Ufes



Certificações governamentais de eficiência energética em edificações: Análise comparativa entre EPC (UE), PBE Edifica (BR), Energy Star (EUA) e ESGB (CHN)

Governmental energy Efficiency certifications in buildings: A comparative analysis of EPC (EU), PBE Edifica (BR), Energy Star (USA), and ESGB (CHN)

Lucas Duarte Bertulani^{1,*}, Erik Silvie Dias Bessa², Pablo Rodrigues Muniz³

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória, ES, Brasil

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória, ES, Brasil

³ Professor Titular, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória, ES, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: lucasbertulani@hotmail.com

Resumo: No cenário global, edificações respondem por parcela significativa do consumo de energia e das consequentes emissões de gases de efeito estufa, o que motivou a criação de modelos de certificação para avaliar e incentivar a melhoria de seu desempenho energético. Este estudo compara quatro certificações governamentais: EPC (União Europeia), PBE Edifica (Brasil), Energy Star (Estados Unidos da América) e ESGB (China). A partir de pesquisa documental e bibliográfica, foram analisados aspectos como origem institucional, escopo, metodologias, critérios, escalas, processos, obrigatoriedade, custos e impactos. Conclui-se que a efetividade desses instrumentos depende do rigor técnico, de políticas públicas consistentes e de incentivos fiscais, configurando-os como estratégicos para a transição energética e a sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: Sustentabilidade urbana; políticas públicas de energia; governança energética; eficiência energética em edificações; certificação de desempenho energético.

Abstract: Globally, buildings account for a significant share of energy consumption and greenhouse gas emissions, which has driven the creation of certification models to assess their energy performance. This study compares four governmental certifications: the Energy Performance Certificate (EPC) in the European Union, the Brazilian Building Energy Labeling Program (PBE Edifica), Energy Star in the United States, and the Evaluation Standard for Green Building (ESGB) in China. Based on documentary and bibliographic research, the analysis considered institutional origin, scope, methodologies, criteria, rating scales, certification processes, mandatory requirements, costs, and impacts. The study concludes that the effectiveness of these instruments depends on technical rigor, consistent public policies, and fiscal incentives, making them strategic tools for energy transition and urban sustainability.

Keywords: urban sustainability; energy public policies; energy governance; energy efficiency in buildings; energy performance certificates.

1 Introdução

O setor de edificações responde por cerca de 40% do consumo mundial de energia e 30% das emissões de CO₂ equivalente, configurando-se como foco estratégico de políticas públicas de mitigação climática e

promoção da sustentabilidade urbana (Dutra et al., 2025). Nesse contexto, certificações governamentais de eficiência energética emergem como instrumentos regulatórios fundamentais para induzir o mercado imobiliário à adoção de práticas construtivas mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

O Brasil, a União Europeia (UE), os Estados Unidos da América (EUA) e a China desenvolveram marcos regulatórios específicos para avaliar e classificar o desempenho energético das edificações, consolidando programas que se tornaram referências internacionais. No caso brasileiro, o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica) representa o principal instrumento de avaliação, instituído em parceria entre o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) (Duran Lopes et al., 2024). Na UE, a Diretiva de Desempenho Energético de Edifícios (EPBD) deu origem ao Energy Performance Certificate (EPC), que se tornou obrigatório em novos empreendimentos e transações imobiliárias (Pasichnyi et al., 2019). Nos EUA, o *Energy Star* consolidou-se como programa federal de referência na promoção da eficiência energética de edificações e equipamentos, enquanto na China o *Evaluation Standard for Green Building* (ESGB) foi estruturado pelo Ministério da Habitação e Desenvolvimento Urbano-Rural como instrumento normativo de abrangência nacional (Klein et al., 2022).

Embora tenham o mesmo propósito de estimular o uso racional da energia, as certificações variam quanto ao escopo, à metodologia e ao grau de obrigatoriedade. Enquanto a UE avança com metas obrigatórias, países como Brasil e China ainda enfrentam desafios ligados à adesão voluntária e à integração limitada com políticas urbanas, revelando distintas trajetórias regulatórias e oportunidades de fortalecimento de políticas públicas (Altoé et al., 2017).

Diante desse contexto, a pesquisa tem como objetivo analisar comparativamente quatro certificações governamentais de eficiência energética em edificações: EPC (União Europeia), PBE Edifica (Brasil), *Energy Star* (Estados Unidos) e ESGB (China). Busca-se compreender de que forma esses programas contribuem para a formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana e à transição energética, destacando seus avanços, desafios e potencial de integração às estratégias nacionais de eficiência energética.

2 Metodologia

O estudo adota uma abordagem qualitativa, descritiva e comparativa, fundamentada em pesquisa documental e bibliográfica sobre certificações governamentais de eficiência energética em edificações, abrangendo o EPC (União Europeia), o PBE Edifica (Brasil), o *Energy Star* (Estados Unidos) e o ESGB (China). A pesquisa bibliográfica envolveu a análise de publicações científicas recentes disponíveis nas bases de dados *Scopus*, *ScienceDirect* e *Google Scholar*. Paralelamente, a pesquisa documental contemplou a investigação de marcos legais, portarias, manuais técnicos e informações disponibilizadas nos sites oficiais de cada certificação.

A análise comparativa considerou critérios como origem institucional, escopo de aplicação, método de avaliação, escala de classificação, grau de obrigatoriedade, critérios analisados, custos estimados e evidências de impacto. As informações coletadas foram organizadas em uma tabela comparativa que sintetiza os principais aspectos técnicos e regulatórios de cada sistema, possibilitando identificar convergências, divergências e tendências internacionais no campo das políticas públicas voltadas à eficiência energética em edificações.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a diferença entre as fontes consultadas e a ausência de dados quantitativos padronizados entre os países analisados, o que dificulta comparações numéricas diretas em todas as dimensões. Contudo, essas restrições não comprometem totalmente a consistência da análise nem a compreensão do papel das certificações como instrumentos estratégicos de sustentabilidade urbana e de transição energética.

3 Resultados e discussões

Foram examinadas quatro certificações governamentais de eficiência energética em edificações, selecionadas por sua relevância internacional e por integrarem marcos regulatórios governamentais: o Energy Performance Certificate (EPC) na União Europeia, o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica), o *Energy Star* nos Estados Unidos e o *Evaluation Standard for Green Building* (ESGB) na China.

A análise da origem institucional mostra que o EPC foi criado pela Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) (European Union, 2010). O PBE Edifica deriva da Lei de Eficiência

Energética de 2001, regulamentada por portarias do Inmetro em parceria com o Procel (Brasil, 2001). O Energy Star foi instituído pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos em cooperação com o Departamento de Energia, consolidando-se como referência de mercado (EPA, 2023). Já o ESGB foi desenvolvido na China pelo Ministério da Habitação e Desenvolvimento Urbano-Rural, em consonância com os planos nacionais de descarbonização (Yang et al., 2021).

Quanto ao escopo de aplicação, nota-se ampla abrangência nos quatro programas. O EPC inclui edifícios residenciais, comerciais e públicos, novos ou existentes, sendo exigido em transações de venda e locação (Mugarra et al., 2025). O PBE Edifica aplica-se a tipologias residenciais, comerciais e público com metodologias específicas para cada uso (Inmetro, 2022). O *Energy Star* contempla desde residências unifamiliares até empreendimento multifamiliares e comerciais (Meng et al., 2017). O ESGB possui escopo ainda mais amplo, abrangendo hospitais, escolas, complexos industriais e projetos de retrofit (Li et al., 2023). Dessa forma, nota-se que todos os programas tendem a abranger todos os tipos de edificações, o que caracteriza um empenho em atender todo o setor da construção civil.

As metodologias de avaliação também diferem significativamente. O EPC combina métodos prescritivos, simulações e *benchmarking*, atribuindo notas de A a G (Economidou et al., 2020). O PBE Edifica adota uma abordagem híbrida, que combina o método prescritivo com a simulação computacional, cujos critérios variam conforme a localização do imóvel, de modo a considerar as particularidades das diferentes zonas bioclimáticas brasileiras (Duran Lopes et al., 2024). O *Energy Star* fundamenta-se no *benchmarking* real, realizado pela plataforma *Portfolio Manager* (EPA, 2023). Já o ESGB adota metodologia multicritério, incorporando energia, água, materiais e qualidade ambiental (He e Chen, 2021). Assim, enquanto EPC e PBE concentram-se com maior foco energético, o ESGB expande a análise para uma visão de sustentabilidade integral, destacando diferentes abordagens.

No que tange aos critérios avaliados, há convergência em pontos como energia, *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (HVAC), iluminação e envoltória. Apenas o ESGB, entretanto, inclui gestão de resíduos, qualidade interna e ciclo de vida (Lu et al., 2025). Essa ampliação mostra que sistemas mais abrangentes alinham a eficiência energética a metas ambientais e sociais, mas demandam maior complexidade técnica.

As escalas de classificação variam entre os programas. O EPC adota letras de A a G, com subdivisões em alguns países (Mugarra et al., 2025). O PBE Edifica segue o padrão de A a E, com possibilidade de bonificações para projetos que incorporam estratégias adicionais de sustentabilidade (Inmetro, 2022). O Energy Star utiliza notas de 1 a 100, certificando apenas edifícios que atingem pontuação mínima de 75 (Meng et al., 2017). Já o ESGB classifica em estrelas, de 1 a 3 (He e Chen, 2021). Cada modelo possui vantagens, mas escalas com maior quantidade de níveis possibilitam distinções mais precisas e uma avaliação mais justa do desempenho.

Em relação ao processo de certificação, todos os programas exigem a atuação de profissionais ou organismos credenciados: no EPC, técnicos habilitados utilizam programas de computador específicos (Mugarra et al., 2025); no PBE Edifica, a certificação é realizada por organismos de inspeção acreditados pelo Inmetro, prevendo-se para o futuro a possibilidade de que determinadas tipologias de edificações sejam avaliadas por autodeclarações de profissionais técnicos habilitados (Inmetro, 2022; MME, 2025); no *Energy Star*, por avaliadores independentes homologados pela EPA (EPA, 2023); e no ESGB, por entidades autorizadas pelo Ministério da Habitação e do Desenvolvimento Urbano-Rural da República Popular da China (Li et al., 2023). A credibilidade desses sistemas depende diretamente da qualificação dos agentes, e a limitação da atuação a empresas específicas representa um gargalo. Por isso, considera-se mais adequado que o processo seja conduzido por profissionais habilitados, ainda que persista a preocupação, no caso de certificações por autodeclaração, sobre a capacidade desses técnicos em realizar análises confiáveis.

No quesito obrigatoriedade, também se observam diferenças relevantes. O EPC é compulsório em toda a UE e requisito para transações imobiliárias (European Union, 2010). O PBE Edifica permanece voluntário, mas há previsão de progressiva obrigatoriedade até 2030 (MME, 2025). O *Energy Star* é voluntário em nível federal, embora políticas locais o tornem obrigatório em cidades como Nova Iorque (Meng et al., 2017). Já o ESGB, inicialmente voluntário, passou a incluir metas obrigatórias em novas construções e programas habitacionais (Li et al., 2023). Tais contrastes e tendências evidenciam que a compulsoriedade é fator decisivo para ampliar a adesão e gerar impactos consistentes.

No aspecto dos custos, também há variações significativas. O ESGB pode aumentar em até 16% o valor inicial da obra, compensado por ganhos operacionais (He e Chen, 2021). O Energy Star apresenta custos baixos, restritos a medições e relatórios (Meng et al., 2017). O EPC possui emissão acessível, mas reformas recomendadas podem ser onerosas (Mugarra et al., 2025). Já o PBE Edifica para edificações comerciais, de serviços e públicas, o custo para obtenção da etiqueta varia, em média, de R\$ 11.000,00 a

R\$ 22.000,00 (SustentArqui, 2018). Essas diferenças mostram que, sem incentivos ou subsídios, os custos podem se tornar barreiras, especialmente em países em desenvolvimento.

Por fim, as evidências de impacto reforçam a relevância dos sistemas. Pesquisas mostram que imóveis com melhor classificação no EPC são mais valorizados no mercado (Hyland et al., 2012). No PBE Edifica, as evidências de impacto reforçam sua relevância, demonstrando que edificações etiquetadas apresentam ganhos concretos em eficiência energética, redução de emissões e valorização da qualidade construtiva (Altoé et al., 2017; Duran Lopes et al., 2024). O *Energy Star* apresentou reduções médias de 6% a 14% em consumo energético em benchmarking realizado em Nova Iorque (Meng et al., 2017). O ESGB já certificou milhões de metros quadrados de edificações, assegurando ganhos significativos em eficiência energética e estabelecendo limites de emissões de carbono entre 24,2 e 50,7 kgCO₂e/m²·ano, conforme o tipo de uso e a zona climática (Lu et al., 2025). Esses resultados evidenciam que a certificação não deve ser vista apenas como uma exigência formal, mas como uma ferramenta estratégica capaz de gerar ganhos consistentes em eficiência, valorização e sustentabilidade para todo o setor.

De modo geral, as certificações governamentais de eficiência energética compartilham o propósito de reduzir o consumo de energia e as emissões associadas, ainda que apresentem diferenças em relação ao desenho normativo e ao grau de intervenção estatal (Mugarra et al., 2025). Essas particularidades reforçam a relevância de compreender a trajetória legal e institucional de cada programa. Apesar das distinções, observa-se uma convergência quanto à necessidade de combinar rigor técnico, incentivos econômicos e políticas públicas eficazes, de forma a consolidar tais certificações como instrumentos estratégicos para alinhar a eficiência energética às metas de sustentabilidade.

Os resultados obtidos foram organizados de forma comparativa e estruturada, reunindo informações sobre a origem institucional, o escopo de aplicação, os métodos de avaliação, as escalas de classificação, o grau de obrigatoriedade, os critérios técnicos, os custos estimados e as evidências de impacto das certificações EPC, PBE Edifica, *Energy Star* e ESGB. Essa sistematização, apresentada na Tabela 1, reflete o esforço analítico do estudo em consolidar os principais achados, permitindo identificar convergências e diferenças entre os programas, bem como compreender como cada modelo contribui para o aprimoramento das políticas públicas e para o fortalecimento da eficiência energética em edificações.

Tabela 1. Análise comparativa das certificações EPC, PBE Edifica, *Energy Star* e ESGB.

Certificação	EPC	PBE Edifica	<i>Energy Star</i>	ESGB
País / Região	União Europeia	Brasil	EUA	China
Origem institucional	EPBD/Comissão Europeia	INMETRO/PROCEL/Eletronbras	EPA/DOE	MOHURD
Ano de criação	2002	2009	1992 (edifícios em 1995)	2006
Método de avaliação	Prescritivo, simulação e <i>benchmarking</i>	Prescritivo e simulação	<i>Benchmarking</i> (consumo real, <i>Portfolio Manager</i>)	Multicritério (pontos em categorias)
Escala/Níveis	Letras A–G (alguns países A++++)	Letras A–E	Pontuação 1–100; selo ≥ 75	1 a 3 estrelas
Escopo de aplicação	Residenciais, comerciais e públicos, novos e existentes	Residenciais, comerciais, serviços e públicos	Residenciais, comerciais e industriais	Residenciais, comerciais e públicos
Obrigatoriedade	Obrigatório: 2006 (novos), 2010 (venda/locação), meta 100% em 2030–2035	Voluntário, com previsão de obrigatoriedade futura em 2030	Voluntário; obrigatório em alguns estados/cidades	Voluntário no início, obrigatório em novas públicas até 2030
Critérios analisados	Energia primária e final; envoltória; HVAC; iluminação; água quente; CO ₂ ; automação; eletromobilidade; renováveis	Envoltória; iluminação; ar-condicionado; bonificações (solar, cogeração, renováveis)	Consumo real; HVAC; iluminação; equipamentos; água (em alguns casos); emissões CO ₂	Energia; água; materiais; qualidade interna (térmica, acústica, iluminação); gestão e manutenção; ciclo de vida
Custos estimados	Certificação barata, mas reformas onerosas	Etiqueta de baixo custo; acréscimo de 6–16% no valor da obra	Sem taxa direta; custos de medição e relatórios	Certificação pode aumentar 5–10% do custo inicial da obra
Evidências de impacto	Valorização dos imóveis e pode gerar até 46% de economia de energia	Redução imediata de consumo em ajustes simples; baixa adesão no mercado; maior difusão em projetos públicos	Economia média de 35% em edifícios; milhões de imóveis certificados; referência internacional	Difusão em megacidades, com incentivos, redução de consumo e impacto no mercado

4 Conclusão

A análise comparativa das certificações EPC (União Europeia), PBE Edifica (Brasil), *Energy Star* (Estados Unidos da América) e ESGB (China) evidencia que, embora todas compartilhem o objetivo de promover a eficiência energética e reduzir emissões, cada sistema reflete especificidades institucionais e regulatórias.

O EPC consolidou-se como política obrigatória e articulada às metas climáticas europeias, o *Energy Star* ganhou força como referência de mercado baseada em *benchmarking*, e o ESGB se destaca por sua abordagem multicritério, que amplia o escopo da certificação para dimensões ambientais e sociais. Já o PBE Edifica, embora ainda mantenha caráter predominantemente voluntário, tem avançado por meio de atualizações normativas e discussões sobre compulsoriedade gradual, revelando um potencial de consolidação como instrumento central da política energética brasileira. Apesar das diferenças, observa-se que todas caminham para a obrigatoriedade, ainda que de formas e em ritmos distintos. Isso mostra que não

existe um modelo único, mas sim trajetórias diferentes moldadas pelas prioridades políticas, econômicas e sociais de cada país ou região.

De forma geral, conclui-se que a efetividade das certificações depende da combinação entre regulação progressiva, incentivos econômicos e clareza comunicativa. Evidências mostram que programas bem estruturados são capazes de gerar valorização imobiliária, reduzir significativamente o consumo energético. Nesse sentido, o fortalecimento desses instrumentos, seja por meio da obrigatoriedade gradual, de mecanismos de apoio financeiro ou da integração com políticas públicas, representa condição essencial para consolidar a eficiência energética em edificações como pilar estratégico da sustentabilidade urbana e da transição energética em escala mundial.

Referências bibliográficas

- Altoé, L, Costa, JM, Oliveira Filho, D, Rey Martinez, FJ, Ferrarez, AH and Viana, LA (2017) ‘Políticas públicas de incentivo à eficiência energética’, *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 285–297. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>
- Brasil (2001) ‘Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001’. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm (accessed 14 September 2025).
- Duran Lopes, WS, Barreto, D and Flores-Colen, I (2024) ‘Improvement in the Energy Efficiency Label level – PBE Edifica: case study of the community library of the Federal University of São Carlos (UFSCar)’, *Procedia Structural Integrity*, v. 58, p. 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.02.020>
- Dutra, ABN, Batista, ELG, Távora, EMM, Machado, RM, Monteiro, GB, Arruda Júnior, ES, Barata, MS and Zemero, BR (2025) ‘Advances in the new Brazilian residential energy efficiency regulation: a case study identifying opportunities’, *Energy and Buildings*, v. 345. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116151>
- Economidou, M, Todeschi, V, Bertoldi, P, D’Agostino, D, Zangheri, P and Castellazzi, L (2020) ‘Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings’, *Energy and Buildings*, v. 225. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110322>
- EPA, United States Environmental Protection Agency (2023) ‘Energy Star®’. <https://www.energystar.gov> (accessed 18 September 2025).
- European Union (2010) ‘Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings’. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj> (accessed 14 September 2025).
- He, L and Chen, L (2021) ‘The incentive effects of different government subsidy policies on green buildings’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 135. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110123>
- Hyland, M, Lyons, RC and Lyons, S (2012) ‘The value of domestic building energy efficiency – evidence from Ireland’, *Energy Economics*, 40, pp. 943–952. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2096296>.
- Inmetro, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (2022) ‘Portaria nº 309, de 12 de julho de 2022. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações’. http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq_classe=1&seq_ato=2989 (accessed 18 September 2025)
- Klein, MML, Biasi, BP, Schmalfluss, LM, De Grandi, G and Pagnussat, DT (2022) ‘Certificações ambientais e panorama da inovação em edificações: uma avaliação crítica’, *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, v. 19, p. 1–14. <https://doi.org/10.46421/entac.v19i1.2040>
- Li, X, Feng, W, Liu, X and Yang, Y (2023) ‘A comparative analysis of green building rating systems in China and the United States’, *Sustainable Cities and Society*, v. 93. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104520>
- Lu, S, Wu, X, Wang, R, Sun, Y and Li, C (2025) ‘Life-cycle carbon constraint method of green building integrating climate zones, building types, and star ratings’, *Energy and Buildings*, v. 347. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116373>
- Meng, T, Hsu, D and Han, A (2017) ‘Estimating energy savings from benchmarking policies in New York City’, *Energy*, v. 133, p. 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.148>

- MME, Ministério de Minas e Energia (2025) ‘Audiência Pública’. <https://www.youtube.com/watch?v=44gMvIj5A0> (accessed 14 September 2025).
- Mugarra, A, Borges, C, Ferrón, L and Soimu, O (2025) ‘The future of EPCs: data, policy, and public perception in the race for energy efficiency’, *Urban Governance*, v. 5, n. 1, p. 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.ugj.2025.02.006>
- Pasichnyi, O, Wallin, J, Levihn, F, Shahrokni, H and Kordas, O (2019) ‘Energy performance certificates – new opportunities for data-enabled urban energy policy instruments?’, *Energy Policy*, v. 127, p. 486–499. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.051>
- Sustentarqui (2018) ‘Etiqueta PBE Edifica: o que é e como obter’. <https://www.sustentarqui.com.br/etiqueta-pbe-edifica/> (accessed 18 September 2025).
- Yang, Z, Chen, H, Mi, L, Li, P and Qi, K (2021) ‘Green building technologies adoption process in China: how environmental policies are reshaping the decision-making among alliance-based construction enterprises?’, *Sustainable Cities and Society*, v. 73. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103122>