

Diferentes percepções de sustentabilidade com base nos sistemas de certificação de edifícios: uma revisão

Gustavo Henrique Bruno Polli¹ e Ana Margarida Vaz Duarte Oliveira e Sá²

¹Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Programa Doutoral em Engenharia do Ambiente. Rua Dr. Roberto Frias. 4200-465 Porto, Portugal. E-mail: gustavopolli@gmail.com.

²Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil. 4200-465 Porto, Portugal.

Resumo. O impacto adverso da construção sobre o meio ambiente contribuiu para o desenvolvimento do conceito de construção sustentável em todo o mundo. Com base nisso houve muitos sistemas de certificação desenvolvidos para fornecer à equipe do projeto uma estrutura para ajudar a alcançar um melhor desenvolvimento sustentável e para avaliar esses edifícios. Atualmente, diferentes países desenvolveram e estudaram extensivamente esses sistemas de classificação, tendo sido, neste cenário, proposto vários indicadores de desenvolvimento sustentável. No entanto, estudos anteriores de outros autores apontam que esses sistemas apresentam negligência da valoração entre os eixos ambiental, social e econômico dos indicadores. Logo, este artigo buscou a percepção da sustentabilidade de diferentes países pela ótica dos seus sistemas de certificação, de forma a perceber o motivo dessa falta de ponderação entre os três eixos da sustentabilidade, bem como quais características cada uma influencia. Os resultados encontrados pela revisão bibliográfica demonstram que as diferentes valorações dos sistemas são em virtude de controlar problemas locais, como, por exemplo, o enfoque sobre o consumo de água pelo Green Star da Austrália, as características da estrutura com foco para clima tropical do Green Mark de Cingapura, e a grande valoração em fatores energéticos pelo LEED e BREEAM. Deste modo, apesar de todos os sistemas apontarem essas características em termos de indicadores de desempenho energético, o que aponta para um problema mundial atual, derivado das emissões causadas pelo consumo de energia e entre outros. Com base nisso é possível concluir que em muitos casos não há uma negligência em termos de valoração, mas sim uma necessidade perante os problemas atuais. Futuramente com o controle destes problemas, espera-se que novas atualizações dos sistemas de certificação de sustentabilidade valoração para outros aspectos, conforme a necessidade.

Recebido
02/05/2022

Aceito
30/07/2022

Disponível on line
20/08/2022

Publicado
31/08/2022



Acesso aberto



ORCID

ID 0000-0002-5160-132X
Gustavo Henrique
Bruno Polli

ID 0000-0001-9649-1761
Ana Margarida Vaz
Duarte Oliveira e Sá

Palavras-chave: Sistemas de classificação de edifícios; Edifícios verdes; Sustentabilidade; GBRTs.

Abstract. *Different perceptions of sustainability based on building certification systems: A review.* The adverse impact of construction on the environment has contributed to the development of the concept of sustainable construction around the world. Based on this, many certification systems have been developed to provide the design team with a framework to help achieve better sustainable development and assess these buildings. Different countries have extensively produced and studied these rating systems, and various sustainable development indicators have been proposed in this scenario. However, previous studies by other authors point out that these systems present negligence of the valuation between the indicators' environmental, social and economic axes. Therefore, this article sought to assess the perception of sustainability of different countries from the standpoint of their certification systems to understand the reason for this lack of weighting among the three axes of sustainability and which characteristics each one influences. The results found in the bibliographical review show that the different values of the systems are due to controlling local problems, such as the focus on water consumption by Australia's Green Star, the characteristics of the structure focused on the tropical climate of Singapore's Green Mark, and the high value placed on energy factors by LEED and BREEAM. Thus, all systems point to these characteristics in terms of energy performance indicators, which means a current global problem derived from emissions caused by energy consumption and others. Based on this, it is possible to conclude that there is no negligence in terms of valuation in many cases but a necessity in the face of the current problems. With the control of these problems, it is expected that new updates of the sustainability certification systems will value other aspects according to the need.

Keywords: Building rating systems; Green buildings; Sustainability; GBRTs.

Introdução

O setor da construção civil é considerado um dos setores que mais danos causam ao meio ambiente, consumindo mais de 50% de toda a matéria-prima extraída mundialmente. Este consumo provém da utilização de recursos de matéria-prima, energia, água e outros, gerando assim um impacto ambiental (Cerminara e Cossu, 2018; Murtagh, et al., 2020).

A partir desta problemática, edifícios com declives sustentáveis começaram a ser construídos como forma da solução para esse setor, surgindo, paralelamente, os sistemas de certificação de sustentabilidade como uma forma de apoiar os projetistas a construir esses edifícios. Atualmente existem inúmeros sistemas de certificação com diferentes características e critérios de avaliação, estima-se que em 2010 já existiam cerca de 382

sistemas de classificação de edifícios para avaliar a eficiência energética e a sustentabilidade do edifício (Nguyen e Altan, 2012; Reed et al., 2015; Hu et al., 2017).

No entanto quando se fala em sustentabilidade, é necessário entender do que se trata, de uma forma geral, é definida como um paradigma global conhecido por pensar no futuro, através de perspectivas ambientais, sociais e econômicas de forma equilibrada. Partindo desta premissa, muitos autores apontam que os sistemas apresentam certas diferenças na percepção da sustentabilidade, porém com um objetivo comum, nomeadamente a redução do impacto ambiental derivado da construção civil. Apesar disso, essa diferença da percepção da sustentabilidade é vista por uns como uma forma de negligência dos aspectos sociais e econômicos, dando demasiado foco para aspectos ambientais. Por outro lado esta diferença de percepção pode ser um resultado de acordo com as condições climáticas locais e as necessidades da população local, o que apontam outros pesquisadores (Nicol, 2012; Seppälä et al., 2017; Díaz López et al., 2019).

Dentro deste contexto soma-se o fato de que muitos países em desenvolvimento começaram a implementar sistemas de classificação internacional ou adaptados ao contexto de um país, encontrando, no entanto, limitações, uma vez que os sistemas internacionais têm sido muitas vezes desenvolvidos com base no contexto do país de origem (Iwaro et al., 2014; Zarghami e Fatourehchi, 2020).

Pelos fatores apresentados anteriormente, este estudo visa analisar pesquisas referentes aos principais sistemas de certificação de sustentabilidade do mundo e em decorrência de uma revisão bibliográfica, poder perceber quais os motivos que influenciam nessa diferença da percepção da sustentabilidade, através da ótica dos seus sistemas de certificação local. Espera-se que a análise em conjunto de vários artigos já publicados possa apontar características importantes para compreender como a sustentabilidade e como as características locais podem impactar na implementação.

Metodologia

A composição do presente artigo resultou de pesquisas nas bases de dados *Science Direct* e *Scopus*, delimitada inicialmente em artigos científicos no período de oito anos, com inicio em 2013 e término em 2021, a partir das seguintes palavras-chave: "Performance" E/OU "Certification" E/OU "Rating" "Sustainable" E/OU "Sustainability" E/OU "Buildings" E/OU "Comparation" E/OU "LEED" OU "BREEAM" OU "HQE" OU "DGNB" OU "ITACA" OU "CASBEE" OU "SBTOOL" OU "GREEN STAR" OU "GREEN BUILDING LABEL" OU "GREEN MARK". O Google Académico foi utilizado como apoio para a pesquisa de artigos provenientes de outras bases de dados, de forma secundária. Os artigos de anos anteriores que são citados foram incluídos na revisão, na medida de sua importância para o tema em questão, derivados dos artigos iniciais analisados.

Após isto, foi feita a leitura dos resumos de forma a identificar se os mesmos responderam/responderiam as seguintes perguntas:

- Há discussão sobre os sistemas de certificação de sustentabilidade?
- Há críticas sobre prós e contras destes sistemas?
- Há debates sobre características locais na estrutura destes sistemas?

Caso alguma resposta destas perguntas fosse "SIM", o artigo era selecionado para leitura completa. E desta forma, todo o material coletado no estudo resultou em 99 artigos na sua íntegra, 17 artigos de datas anteriores e sete guias de sistemas de certificação.

Na medida em que o material foi sendo executado, a ideia que é possível obter um panorama sobre como a sustentabilidade é tratada de forma diferente por meio da estrutura dos sistemas de certificação de sustentabilidade, foi-se tornando clara, desta

forma, foi preciso abordar, separadamente, as conclusões dos autores, principalmente em artigos que houve comparações entre os sistemas.

Resultados

Como resultados da pesquisa, foram identificados os seguintes Sistemas de Certificação de Sustentabilidade indicados:

BREEAM

No interesse de controlar as mudanças ecológicas, foi apresentado no Reino Unido em 1990, o Método de Avaliação Ambiental do Estabelecimento de Pesquisa de Edifícios (BREEAM - *The Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), sendo este o primeiro sistema de avaliação verde lançado no mundo e que contribuiu para as tentativas de repensar o conceito de uma construção como um todo, ideia que havia sido analisado desde a década de 1970 (Lee, 2013; Chen et al., 2015; Reed et al., 2015; Doan et al., 2017; Díaz López et al., 2019; Kamsu-Foguem et al., 2019; Yas e Jaafer, 2020).

O sistema BREEAM é fortemente utilizado na Europa, sendo responsável por 80% das certificações europeias e presente em 88 países em todo o mundo. É considerado flexível em termos de aplicação em diferentes projetos. Apesar de ter sido lançado em 1990, foi durante os anos de 2008 e 2012 que o número de edifícios certificados passou de 8.000 para 16.000, referentes a edifícios comerciais (Marjaba e Chidiac, 2016; Doan et al., 2017; BREEAM, 2018; Porumb et al., 2020).

A sua estrutura é baseada em uma lista de verificação com critérios e subcritérios, sendo considerada um sistema menos complexo, quando comparada com modelos que possuem estruturas baseadas na análise do ciclo de vida. Ressalta-se, no entanto, que alguns pesquisadores consideram que o BREEAM apresenta uma falha em questões que não envolvem a incorporação de aspectos culturais e regionais (Alyami et al., 2013; Suzer, 2019; Lazar e Chithra, 2020).

Em termos práticos, o fato de sua aplicação, metodologia e critérios apresentar vários aspectos diferentes, faz com que muitos autores debatam sobre a utilização deste sistema, vez que, por exemplo, o processo de avaliação e classificação está mais focado no meio ambiente, enquanto o pilar social recebe menos atenção (possui apenas uma subcategoria para aspectos econômicos), enquanto os aspectos ambientais correspondem a quase 3/4 de participação na pontuação total da classificação, focando na qualidade, energia e material do ambiente interno. Tais aspectos levam muitos autores a apontarem que o BREEAM torna-se um sistema verde e não sustentável (Sharifi e Murayama, 2013; Doan et al., 2017; Kamsu-Foguem et al., 2019).

LEED

Em 1998, o sistema de certificação LEED foi lançado pelo *United States Green Building Council* (USGBC) com o objetivo de estimular a utilização eficiente dos recursos naturais. Atualmente, é um dos mais conhecidos e utilizados sistemas de certificação de sustentabilidade do mundo, estando presente em cerca de 160 países e com mais de 79.000 certificações já realizadas. Aborda áreas de energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, escolha de terreno, projeto de inovação e prioridade regional (Gurgun et al., 2016; Doan et al., 2017; Wu et al., 2017; Jalaei, 2020).

Em análises da sua estrutura, notou-se, também, que o LEED tem um potencial de promoção da saúde, devido à sua linguagem utilizada na descrição dos possíveis benefícios de um crédito à saúde. Outro aspecto notado é referente aos fatores de eficiência energética, os quais têm grande destaque em edifícios certificados pela LEED. Em uma análise geral, estima-se que estes edifícios podem ser entre 25% e 30% mais eficientes do

que os edifícios convencionais (Kats, 2003; Geng et al., 2012; Zou, 2019; Worden et al., 2020).

Com os ganhos gerados pelo LEED, em termos de investimento em edifícios sustentáveis, foi identificado que, por exemplo, as escolas desenhadas de acordo com seus parâmetros, têm um custo adicional de quase 2% (3\$/0,1 m² adicional) quando comparadas com as escolas tradicionais, entretanto poderia ter uma poupança estimada de 12\$/0,1 m² devido à redução do consumo de energia (cerca de 33%) e ao consumo de água (cerca de 32%) (Kats, 2003; John e Khan, 2018; Elkhapery et al. 2021).

Depreende-se assim que, com estes resultados identificados, se justifica uma maior visibilidade do sistema americano em termos de fatores orientados para a energia. Essa distribuição de peso pode resultar em edifícios certificados LEED de alto nível que enfatizem excessivamente a eficiência energética e, consequentemente, sacrificuem determinados impactos ambientais, tais como o conforto térmico interno (He et al., 2018).

DGNB

No ano de 2007 foi fundado o Conselho Alemão de Construção Sustentável (DGNB - *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauene*), tendo como objetivo a promoção da construção sustentável e economicamente eficiente para o futuro. Posteriormente, em 2014, foi lançada a versão com estrutura mais versátil para o mercado internacional (Vigovskaya et al., 2018; Sánchez Cordero et al., 2019).

Atualmente, com mais de 2.800 projetos pré-certificados ou certificados em todo o mundo, o DGNB encontra-se na quarta posição dos sistemas de certificação da sustentabilidade em termos de número de edifícios certificados, sendo o primeiro sistema de certificação de sustentabilidade que adotou a análise do ciclo de vida na sua estrutura (Raab, 2015; Ganassali et al., 2016; Sánchez Cordero et al., 2019; Bertoldi, 2020).

No pilar ambiental, há uma grande proporção contabilizada pela Avaliação do Ciclo de Vida, que identifica os impactos ambientais globais. No pilar social, são abrangidos os aspectos relacionados com o conforto do utilizador, que são derivados de critérios que abordam o conforto térmico ao longo das estações do ano. No terceiro pilar, econômico, a pontuação total está relacionada com o cálculo do custo total do ciclo de vida. O DGBN é reconhecido por ser um sistema que possui ponderação equilibrada entre os pilares da sustentabilidade.

No entanto o elevado nível de requisitos exigidos pela DGNB é observado por outros autores, que durante a análise do processo de certificação constataram que o certificado DGNB, por sua vez, é o mais difícil de obter, mas este processo difícil pode ser visto como edifícios que obtiveram o certificado DGNB podem ser considerados como cumprindo os requisitos mais rigorosos, além de ser o único certificado que inclui instalações para pessoas com deficiência e isso, sem dúvida, aumenta o seu valor (Szymbański et al., 2014).

HQE

Em 1993, o primeiro projeto com abordagem HQE foi iniciado como parte do Programa Ecologia e Habitação, tendo sido, somente em 1994, desenvolvido na França com o nome *Haute Qualité Environnementale*, concentrando-se especialmente na redução do consumo de recursos naturais e lançamento de poluentes, como também para melhoria do conforto e das condições de saúde dos edifícios. Atualmente, conta com cerca de 380.000 edifícios certificados pelo sistema ao redor do mundo (Citerne et al., 2014; Bernardi et al., 2017; Zarghami et al., 2019).

O sistema de certificação de sustentabilidade criado pela *Haute Qualité Environnementale* (HQE) é um dos mais usados no Brasil, atualmente, com a versão adaptada AQUA para a experiência brasileira, sendo um processo feito por meio de auditorias independentes conduzidas por profissionais qualificados, considerando

aspectos da cultura, clima, normas técnicas e regulamentações existentes no Brasil (Matos et al., 2016; Zhao et al., 2019).

Referente à estrutura do HQE, foi observado que ela permite avaliar o desempenho ambiental do edifício avaliado ao longo do seu ciclo de vida, apostando nas fontes primárias de energia não renováveis e nos meios de controle de emissões, sendo aplicável a todos os tipos de edifícios, visando assim promover à redução do impacto das suas operações no meio ambiente e na saúde e maximizar o conforto (Bidou, 2006; Citerne et al., 2014; Ismaeel, 2018).

Outro fator da sua estrutura está ligado na ponderação no cálculo da avaliação para aspectos sociais. Em resumo o HQE concentra-se principalmente nos aspectos da saúde e qualidade, os quais chega a corresponder a 50% de todo o peso da classificação final (Mattinzioli et al., 2021).

SBTool

Fruto do resultado do trabalho colaborativo de vários países, que foi iniciado em 1996, o *Green Building Assessment Tool* (SBTool), também conhecido pelas siglas GBTool e depois pela SBTool, é um sistema de certificação ambiental criado pelo *The Natural Resources Canada* do grupo GBC em 2002, como uma iniciativa para desenvolver um método padrão de avaliação flexível, como uma caixa de ferramentas de forma genérica, de modo a ser aplicado em diferentes países (Kawazu, 2005; Mateus e Bragança, 2011; Nilashi et al., 2015; Ismaeel, 2018).

Na sua estrutura atribui à utilização da energia como parte importante dentro dos critérios de desempenho ambiental (21% de toda a classificação) e avalia também as características operacionais e de manutenção dos edifícios, através de métodos simples de pontuação, possuindo mais de 100 indicadores derivados dos seus critérios que definem requisitos de sustentabilidade detalhados (Lee, 2013; Larsson, 2016; Shad et al., 2017; Khorrami e Ghaemi, 2020).

O objetivo geral do SBTool era criar uma abordagem de certificação universalmente aceitável, no entanto, alguns investigadores criticaram-na em relação aos sistemas de avaliação, devendo incorporar questões de sustentabilidade local de um país específico, além disso, foram considerados aspectos do planejamento e da consciência da sustentabilidade do local, apenas a partir do ano de 2011 (Mateus e Bragança, 2011; Ullah et al., 2018; Lazar e Chithra, 2020).

Há que se ponderar que os aspectos econômicos são preocupações comuns importantes nos países em desenvolvimento, porém não são os principais critérios para sistemas oriundos de países desenvolvidos, com exceção do SBTool que possui critérios para medir a economia separado no processo de classificação, porém com a pontuação baixa (Lai et al., 2016; Shad et al., 2017).

ITACA

Um grupo inter-regional da Itália, do Instituto para a Transparência dos Contratos e Compatibilidade Ambiental, criou o protocolo ITACA, com a função de ser um sistema nacional de certificação de sustentabilidade, permitindo avaliar os diferentes usos pretendidos em todas as suas fases do ciclo de vida. É o sistema de certificação adotado pela Associação de Regiões Italiana (construção, reforma e operação) (Asdrubali et al., 2015; Petrella, 2016; Congedo et al., 2017; Mattoni et al., 2018).

Assim como outros sistemas, o ITACA está moldado em diferentes critérios definidos como unidades elementares e assim agrupados em diferentes tipos de categorias para em seguida, serem agrupados por áreas de avaliação. A avaliação para certificação pode ser aplicada em edifícios novos e existentes (reformas), como para diferentes tipos de utilizações (Pagliaro et al., 2015; Congedo et al., 2017).

No que diz respeito aos critérios relacionados com os materiais, o sistema italiano incentiva a reutilização de materiais provenientes de fontes renováveis (derivadas parcialmente de plantas ou animais) e a adoção de materiais reciclados, além de estimular a produção de materiais num raio de 150 km do edifício e avaliar a percentagem de materiais certificados eco sustentáveis (Baglivo e Congedo, 2015; Congedo et al., 2017).

CASBEE

O Sistema de Avaliação Abrangente para Eficiência do Ambiente Construído, conhecido pelas siglas CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*) é um sistema japonês de classificação de sustentabilidade para edifícios desenvolvido pelo *Japan Sustainable Building Consortium* (JSBC), em 2001 (Bernardi et al., 2017).

O modelo adotado pelo CASBEE inclui quatro ferramentas de avaliação e não se baseia na atribuição de créditos a cada fator e sim composto por grupos nos quais os pesos são calculados e exibidos em um gráfico de radar, e assim, em uma escala de 1 a 5 cada ponto de crédito avaliado, atribui um montante igual de créditos (28,5%) para “energia” e “qualidade do ar interno”, oriundos da categoria de “LR” e o último sendo a principal categoria de “Q” (Shad et al., 2017; Yadegaridehkordi et al., 2020; Zarghami et al., 2019; Karaca et al., 2020).

Em uma comparação entre sistemas de certificação, identificou-se que, embora os principais sistemas atribuam um peso entre 10% e 13% para critérios de “água”, o CASBEE concede apenas 3%, por outro lado, os critérios CASBEE “locais sustentáveis” atribuem até 21,5%, enquanto o LEED restringe o número de créditos alcançáveis a 12% da pontuação máxima, por exemplo. Além disso, o sistema não recompensa abordagens inovadoras para a sustentabilidade, pelo contrário aborda parâmetros específicos da região, como a “resistência ao terremoto” e a “restrição de danos causados pelo vento” (Karaca et al., 2020).

O fato de o CASBEE adotar uma estrutura diferente dos outros sistemas, principalmente o BEE (*Building Environmental Efficiency*) que ajuda a calcular tanto a melhoria do conforto do utilizador como a redução do impacto negativo no meio ambiente e contribuiu para a criação de uma visão mais holística da interação ideal entre o edifício e o ambiente, o que permite resultados mais realistas (Horvat e Fazio, 2005; Suzer, 2015; Yu et al., 2015; Shamseldin, 2018).

Ao contrário de muitos outros sistemas, o CASBEE inclui aspecto cultural na sua estrutura, tendo desenvolvimento de edifícios que integram valores culturais locais para realçá-los e promovê-los no projeto (Kamaruzzaman et al., 2016).

Green Star Australia

O Green Star é um sistema oriundo da GBCA (*The Green Building Council of Australia*), uma organização sem fins lucrativos, criada em 2002 para contribuir com práticas de construção verde na indústria de construção australiana, oriundo do enfoque de desenvolvimento sustentável causado pelas Olimpíadas de Sydney, em 2000, representando um sistema voluntário que avalia desenvolvimentos de edifícios com suas categorias (Bondareva, 2007; Morris et al., 2018).

Em termos de estrutura, o sistema *Green Star* leva em consideração as emissões de gases de efeito estufa (GEE) incorporadas, atribuindo pontos adicionais aos edifícios que promovam a redução do seu carbono incorporado em mais 20%. Além disso, neste sistema de certificação, faz-se necessário fornecer dados sobre as emissões de GEE e o uso de água potável para manter a classificação após a certificação inicial, o que aponta dois critérios importantes na ponderação do sistema (Afroz et al., 2020; Schmidt et al., 2020).

Em termos de questões sociais, o indicador “cultura, herança e identidade cultural, herança e identidade”, na categoria “inovação” presente na estrutura do *Green Star* é um

exemplo positivo de forma a reconhecer as questões sociais específicas do país, porém não possui indicadores explicitamente relacionados aos aspectos econômicos do desenvolvimento sustentável, e tendo 3/4 da ponderação para aspectos ambientais (Varma e Palaniappan, 2019).

Green Mark

Em 2005, a Autoridade de Construção e Construção (BCA) de Cingapura iniciou o Green Mark como um sistema que visa a fornecer referências em relação às melhores práticas para edifícios verdes, através da sua estrutura, com foco principalmente em energia, água e uso de materiais, visando a promover a sustentabilidade no ambiente construído e assim contribuir no aumento de consciência ambiental (Bozovic-Stamenovic, 2016; Wijaya et al., 2017, BCA, 2020).

A sua estrutura possui cinco categorias principais, nas quais foi identificada que critérios de “desempenho ambiental” têm mais foco, com pontuação maior para eficiência energética (61%) e seguido por proteção ambiental (22%). Além disso, a estrutura do Sistema *Green Mark* é a primeira projetada para avaliações de clima tropical e desde 2008 todos os novos edifícios que tenham uma área bruta de construção maior de 2.000 m² são obrigados por lei a ter ao menos um padrão mínimo exigido pelo *Green Mark* (Ting, 2012; Li et al., 2014; Lohmeng et al., 2017; Illankoon et al., 2017, 2019).

Em uma pesquisa para determinar a visão do utilizador de *Green Mark*, foi identificado que a sua estrutura precisa recompensar recursos e estratégias que abordam o bem-estar social e psicológico, de uma forma que se aborde não só as partes interessadas da indústria, mas também o estilo de vida, com foco nos ocupantes, apesar da necessidade de uma análise comparativa para se entender o nível de satisfação que inclui uma melhor qualidade ambiental interna entre os utilizadores (Bozovic-Stamenovic, 2016; Tham et al., 2017).

Nos aspectos de iluminação, a *Green Mark* fornece créditos adicionais para o fornecimento de iluminação natural em áreas desocupadas, como escadas, estacionamentos e banheiros, questão não abordada em outros sistemas de certificação (McArthur e Powell, 2020).

Green Building Label (GBL)

No ano de 2006, o governo chinês criou o *The Evaluation Standard for Green Building* (ESGB), como a principal base técnica para realizar e avaliar as práticas de edifícios verdes na China, podendo ser requerido por empreendimentos imobiliários, desde que atendam aos requisitos do sistema. É emitido e gerenciado pelo governo (Ministério da Habitação e Desenvolvimento Urbano-Rural -MOHURD) e é tecnicamente suportado pela ESGB (Ye et al., 2013; Jiang e Payne, 2019).

O GBL tem dois tipos de certificação, o GBLO (GBL para desenho ecológico) iniciado logo após a aprovação de desenhos arquitetônicos de construção e antes da fase de funcionamento, e o GBLO (GBL para operação verde), o qual só pode ser solicitado após um ano de funcionamento do edifício, com todos os dados energéticos. No final do ano de 2015, houve um total de cerca de 3.979 projetos GBL, dos quais apenas 204 (cerca de 5,4%) são projetos GBLO (Li et al., 2014; Liu et al., 2019).

O GBLO não garante, efetivamente que o desempenho do edifício seja como o esperado nas fases de construção e operação, não garantindo assim, um desempenho sustentável ao longo de todo o seu ciclo de vida como GBLO, certificado oriundo do desempenho real (Li et al., 2014; Liu et al., 2019).

No entanto, a promoção do Green Building Label entre os edifícios residenciais urbanos ainda é considerado um problema, devido ao baixo nível de conscientização e demanda do mercado, além do que fatores de preço e localização são os elementos mais preocupantes dos residentes chineses, não levando em consideração características

verdes dos edifícios quando escolhem residências (Zuo e Zhao, 2014; Zhao et al., 2015; Liu et al., 2018).

Discussão

Embora a definição clássica de sustentabilidade aborde os pilares ambientais, sociais e econômicos de forma equilibrada, foi possível concluir com esta revisão bibliográfica que basicamente todos os sistemas de certificação de sustentabilidade atribuem uma maior valorização no cálculo da classificação nos aspectos ambientais, especialmente nas questões relacionadas com a eficiência energética, o que pode ser justificado pelas atuais emissões de gases intensificadores do efeito estufa, mostrando-se, neste cenário, o atual processo de construção de novos edifícios uma fonte significativa destas emissões, além do fato de os governos da maioria dos países se terem comprometido a tentar limitar as emissões de dióxido de carbono para os próximos anos, juntamente com a redução do consumo de energia primária e o estímulo ao aumento da utilização de fontes de energia renováveis (Barbieri et al., 2015; Amiri et al., 2020).

No que diz respeito ao BREEAM, o primeiro sistema lançado, o mesmo tem grande influência na Europa e, embora muitos países europeus tenham os seus próprios sistemas, nota-se que uma grande aceitação deste sistema de certificação, embora o mesmo não incorpore aspectos regionais em sua estrutura e tendo três quartos de consideração em aspectos ambientais. Isto permite a interpretação da forma pela qual o mercado europeu interpreta a sustentabilidade. No entanto, este cenário não se repete na Alemanha, uma vez que o sistema DGNB é líder na certificação em seu país de origem e, apesar da complexidade no processo de obtenção de pontos de certificação, os números mostram que o mercado alemão aceita a definição de sustentabilidade trazida pelo sistema, que também é conhecido por ser um dos únicos sistemas que atribui igual pontuação entre os pilares ambientais, mais perto da definição clássica de sustentabilidade.

Outro sistema europeu, o francês HQE, mostrou-se com características únicas em relação aos demais, durante essa pesquisa. O primeiro diferencial é de possuir cerca de metade de sua pontuação voltada para saúde e qualidade, o que demonstra que esse sistema tem um foco maior para o pilar social.

O sistema japonês, CASBEE, é caracterizado pelos autores pela forma como apresenta a sua classificação, fazendo uma relação entre a eficiência energética a qualidade e o desempenho ambiental da construção, ou seja, para obter uma boa classificação, é necessário que estas duas áreas tenham uma boa sincronização, levando-se em conta a melhoria das condições de vida internas do edifício avaliado, juntamente com os impactos ambientais do edifício, o que demonstra uma preocupação mútua das áreas, sem "priorizar" apenas uma delas. Além disso, identificou-se a valorização dos aspectos culturais na sua estrutura.

Ao contrário do sistema japonês, o Green Mark, é apontado por pesquisadores por ser um sistema de grande foco em desempenho energético, sem muitas ponderações para o bem-estar social, porém destaca-se por ter uma estrutura voltada para áreas tropicais, o que de certa forma, mostra a influência local em seu método de avaliação da sustentabilidade.

Outro fator salientado é a importância da gestão da água que os sistemas abordam, pois, a Green Star da Austrália é um fator importante que é mesmo um requisito para fornecer dados após a certificação, por isso manter o selo inicial conquistado, diferente da CASBEE que concede apenas 3% de importância para este item, o que mostra uma característica regional ligada ao aspecto ambiental na visão global da sustentabilidade para estes países.

O SBtool não se enquadra exatamente como um sistema de certificação, mas sim num quadro genérico de personalização de acordo com as necessidades de construção

local e regional, uma vez que surgiu a ITACA, sendo esta adaptação e aceite por muitas regiões de Itália e semelhantes a outros sistemas, tem um grande enfoque nos aspectos ambientais, na gestão energética específica, tendo uma característica única, e medição da poluição eletromagnética (Bruno Polli, 2020).

Por último, o sistema Chinês, *Green Building Label*, apresentou um fator interessante, a baixa certificação da fase de uso, em resumo os edifícios conquistam o selo inicial, fase de projeto, porém na fase de uso que é necessário o fornecimento de performance energética para obtenção.

Conclusão

De um modo geral é possível concluir que os países, por meio dos seus sistemas de certificação de sustentabilidade, possuem um foco maior para questões ambientais, em específico, em gestão energética, atribuindo mais pesos de valoração em seus cálculos de avaliação. Ao longo dos anos, esse cenário tem se mantido constante em uma análise histórica comparativa de sistemas feita por outros autores, do que inicialmente era a toxicidade, seguida de impacto ambiental, os fatores com maior foco pelos sistemas, porém com o passar do tempo essas questões foram sendo controladas e outras novas foram surgindo, como a emissão de gases e consumo energético de fontes não renováveis (Wen et al., 2020).

Algumas características locais são notadas em sistemas como o *Green Star* da Austrália, possuindo como foco a gestão da água, incluindo a exigência de manter a certificação. Provavelmente este fator deve-se ao fato da Austrália, bem como alguns outros países, sofrerem de escassez de água, resultado de condições climáticas extremas e de seca prolongada e, portanto, iniciativas de gestão da água do governo local, com regulamentos, campanhas e outros para economizar água (Wang et al., 2014; Sahin et al., 2015; Adapa, 2018).

Outra característica local é notada no CASBEE, que tem a apreciação de aspectos culturais na sua estrutura, um fator notável na cultura japonesa, onde se nota, pelas colônias japonesas no Brasil, que apesar da imigração mantém a preservação da cultura e tradições japonesas (Suzuki e Miranda, 2008).

Apesar de algumas características locais que influenciam a estrutura de avaliação dos sistemas, é possível afirmar que os países derivados dos sistemas analisados têm um peso da categoria ambiental mais elevado, no entanto os aspectos sociais mostram influência nas características únicas dos sistemas, pelo que a visão dos países sobre a sustentabilidade segue um caminho diferente da definição clássica de sustentabilidade, onde os aspectos ambientais, sociais e econômicos seguem um balanço igualitário.

Os aspectos econômicos raramente consideram tal peso, o que é possível notar pelos artigos analisados, o que mostra outro fator sobre a ótica dos países referente a esse aspecto da sustentabilidade, qual seja, o de que a economia não possui tanto influência na avaliação de sustentabilidade.

É possível concluir que, embora os autores relatem o desequilíbrio na ponderação dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, trata-se de um fator semelhante entre os sistemas das diferentes regiões do mundo, dos quais os aspectos com problemas mais importantes recebem mais atenção do que os outros.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Adapa, S. Factors influencing consumption and anti-consumption of recycled water: Evidence from Australia. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 624-635, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.083>
- Afroz, Z.; Gunay, H. B.; O'Brien, W. A review of data collection and analysis requirements for certified green buildings. **Energy and Buildings**, v. 226, p. 110-367, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110367>
- Alyami, H.; Rezgui, Y.; Kwan, A. Developing sustainable building assessment scheme for Saudi Arabia: Delphi consultation approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 43-54, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.011>
- Amiri, A.; Ottelin, J.; Sorvari, J.; Junnila, S. Cities as carbon sinks: Classification of wooden buildings. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 9, p. 94-76, 2020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba134>
- Asdrubali, F.; Baldinelli, G.; Bianchi, F.; Sambuco, S. A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. **Building and Environment**, v. 86, p. 98-108, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.001>
- Baglivo, C.; Congedo, P. M. Design method of high performance precast external walls for warm climate by multi-objective optimization analysis. **Energy**, v. 90, p. 1645-1661, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.06.132>
- Barbieri, E. S.; Morini, M.; Munari, E.; Pinelli, M.; Spina, P. R.; Vecci, R. Concurrent optimization of size and switch-on priority of a multi-source energy system for a commercial building application. **Energy Procedia**, v. 81, p. 45-54, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.058>
- BCA. Green Mark for Non-Residential Buildings - NRB. 2015. Building and Construction Authority, 2015. Disponível em: <https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/Green_Mark_NRB_2015_Criteria.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2020.
- Bernardi, E.; Carlucci, S.; Cornaro, C.; Bohne, R. An analysis of the most adopted rating systems for assessing the environmental impact of buildings. **Sustainability**, v. 9, n. 7, 1226, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9071226>
- Bertoldi, P. (Org.). **Improving energy efficiency in commercial buildings and smart communities**: Proceedings of the 10th International Conference IEECB&SC'18. Cham: Springer, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-31459-0>
- Bidou, D. The HQE approach: Realities and perspectives of building environmental quality. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 17, n. 5, p. 587-592, 2006. <https://doi.org/10.1108/14777830610684549>
- Bondareva, E. Green Star: LEED's Australian cousin. **Journal of Green Building**, v. 2, n. 3, p. 32-40, 2007. <https://doi.org/10.3992/jgb.2.3.32>
- Bozovic-Stamenovic, R.; Kishnani, N.; Tan, B. K.; Prasad, D.; Faizal, F. Assessment of awareness of Green Mark (GM) rating tool by occupants of GM buildings and general public. **Energy and Buildings**, v. 115, p. 55-62, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.003>
- BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM UK New Construction 2018. Disponível em: <https://www.breeam.com/NC2018/content/resources/output/10_pdf/a4_pdf/print/nc_uk_a4_print_mono/nc_uk_a4_print_mono.pdf>. Acesso em: 8 maio 2020.

Bruno Polli, G. H. A Comparison about European Environmental Sustainability Rating Systems. **University of Porto Journal of Engineering**, v. 6, n. 2, p. 46-58, 2020. https://doi.org/10.24840/2183-6493_006.002_0005

Cerminara, G.; Cossu, R. Waste input to landfills. In: Cossu, R.; Stegmann, R. **Solid waste landfilling**. Cham: Elsevier, 2018. p. 15-39. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407721-8.00002-4>

Chen, X.; Yang, H.; Lu, L. A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 50, p. 1425-1436, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.003>

Citerne, F.; Goldsmith, D.; Beliveau, Y. Overview of International Green Building Rating Systems. 50th ASC Annual International Conference Proceedings, p. 8, 2014.

Congedo, P. M.; Baglivo, C.; Zacà, I.; D'Agostino, D.; Quarta, F.; Cannella, A.; Marti, A.; Ostuni, V. Energy retrofit and environmental sustainability improvement of a historical farmhouse in Southern Italy. **Energy Procedia**, v 133, p. 367-381, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.364>

Díaz López, C.; Carpio, M.; Martín-Morales, M.; Zamorano, M. A comparative analysis of sustainable building assessment methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, 101611, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101611>

Doan, D. T.; Ghaffarianhoseini, A.; Naismith, N.; Zhang, T.; Ghaffarianhoseini, A.; Tookey, J. A critical comparison of green building rating systems. **Building and Environment**, v. 123, p. 243-260, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>

Elkhapery, B.; Kianmehr, P.; Doczy, R. Benefits of retrofitting school buildings in accordance to LEED v4. **Journal of Building Engineering**, v. 33, p. 101-1798, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101798>

Ganassali, S.; Lavagna, M.; Campioli, A. LCA benchmarks in building's environmental certification systems. 41st IAHS World Congress Sustainability and Innovation for the Future, p. 10, 2016.

Geng, Y.; Dong, H.; Xue, B.; Fu, J. An overview of Chinese green building standards: Chinese green building standards. **Sustainable Development**, v. 20, n. 3, p. 211-221, 2012. <https://doi.org/10.1002/sd.1537>

Gurgun, A. P.; Polat, G.; Damci, A.; Bayhan, H. G. Performance of LEED energy credit requirements in European countries. **Procedia Engineering**, v. 164, p. 432-438, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.641>

Kats, G. H. **Green building costs and financial benefits**. Massachusetts: Massachusetts Technology Collaborative, 2003. Disponível em: <<http://staging.community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/paper-kats.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2020.

He, Y.; Kvan, T.; Liu, M.; Li, B. How green building rating systems affect designing green. **Building and Environment**, v. 133, p. 19-31, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.007>

Horvat, M.; Fazio, P. Comparative review of existing certification programs and performance assessment tools for residential buildings. **Architectural Science Review**, v. 48, n. 1, p. 69-80, 2005. <https://doi.org/10.3763/asre.2005.4810>

- Hu, M.; Cunningham, P.; Gilloran, S. Sustainable design rating system comparison using a life-cycle methodology. **Building and Environment**, v. 126, p. 410-421, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.010>
- Illankoon, I. M.; Chethana, S.; Tam, V. W. Y.; Le, K. N.; Shen, L. Key credit criteria among international green building rating tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 209-220, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.206>
- Illankoon, I. M.; Chethana, S.; Tam, V. W. Y.; Le, K. N.; Tran, C. N. N.; Ma, M. Review on green building rating tools worldwide: Recommendations for Australia. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 8, p. 831-847, 2019. <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.10928>
- Ismaeel, W. S. E. Midpoint and endpoint impact categories in green building rating systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 783-793, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.217>
- Iwaro, J.; Mwasha, A.; Williams, R. G.; Zico, R. An integrated criteria weighting framework for the sustainable performance assessment and design of building envelope. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, p. 417-434, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.096>
- Jalaei, F.; Mohammadi, S. An integrated BIM-LEED application to automate sustainable design assessment framework at the conceptual stage of building projects. **Sustainable Cities and Society**, v. 53, 101979, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101979>
- Jiang, H.; Payne, S. Green housing transition in the Chinese housing market: A behavioural analysis of real estate enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, 118381, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118381>
- John, J.; Khan, S. **The state of our schools**. Emirates: Emirates Green Building Council, 2018. Disponível em: <<https://emiratesgbc.org/wp-content/uploads/2020/06/The-State-of-Our-Schools-White-Paper-Final-1-3.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2020.
- Kamaruzzaman, S. N.; Lou, E. C. W.; Zainon, N.; Mohamed Zaid, N. S.; Wong, P. F. Environmental assessment schemes for non-domestic building refurbishment in the Malaysian context. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 548-558, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.031>
- Kamsu-Foguem, B.; Abanda, F. H.; Doumbouya, M. B.; Tchouanguem, J. F. Graph-based ontology reasoning for formal verification of BREEAM rules. **Cognitive Systems Research**, v. 55, p. 14-33, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2018.12.011>
- Karaca, F.; Guney, M.; Kumisked, A.; Kaskina, D.; Tokbolat, S. A new stakeholder opinion-based rapid sustainability assessment method (RSAM) for existing residential buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, 102155, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102155>
- Kawazu, Y. Comparison of the assessment results of BREEAM, LEED, GBtool and CASBEE. The 2005 World Sustainable Building Conference, p. 1700-1705, 2005.
- Korkmaz, C.; Balaban, O. Sustainability of urban regeneration in Turkey: Assessing the performance of the North Ankara Urban Regeneration Project. **Habitat International**, v. 95, 102081, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102081>
- Lai, X.; Liu, J.; Georgiev, G. Low carbon technology integration innovation assessment index review based on rough set theory: An evidence from construction industry in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p. 88-96, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.035>

- Larsson, N. **Overview of the SBTool assessment framework.** Ottawa: International Initiative for a Sustainable Built Environment, 2016.
- Lazar, N.; Chithra, K. A comprehensive literature review on development of Building Sustainability Assessment Systems. **Journal of Building Engineering**, v. 32, 101450, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101450>
- Lee, W. L. A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes. **Energy and Buildings**, v. 62, p. 403-413, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.014>
- Li, Y.; Yang, L.; He, B.; Zhao, D. Green building in China: Needs great promotion. **Sustainable Cities and Society**, v. 11, p. 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.10.002>
- Liu, Y.; Hong, Z.; Zhu, J.; Yan, J.; Qi, J.; Liu, P. Promoting green residential buildings: Residents' environmental attitude, subjective knowledge, and social trust matter. **Energy Policy**, v. 112, p. 152-161, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.020>
- Liu, Y.; Lu, Y.; Hong, Z.; Nian, V.; Loi, T. S. A. The "START" framework to evaluate national progress in green buildings and its application in cases of Singapore and China. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 75, p. 67-78, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.12.007>
- Lohmeng, A.; Sudasna, K.; Tondee, Tusanee. State of The Art of Green Building Standards and Certification System Development in Thailand. **Energy Procedia**, v. 138, p. 417-422, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.188>
- Marjaba, G. E.; Chidiac, S. E. Sustainability and resiliency metrics for buildings: Critical review. **Building and Environment**, v. 101, p. 116-125, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.002>
- Mateus, R.; Bragança, L. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H. **Building and Environment**, v. 46, n. 10, p. 1962-1971, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.023>
- Matos, B.; Barbosa, T.; Almeira, M.; Condorelli, C.; Furtado, J.; Braga, L. Sustainable building: Assessment tool in Brazil. In: Alvarez, C. E.; Bragança, L.; Nico-Rodrigues, E. A.; Mateus, R. (Eds.). **SBE16 Brazil & Portugal, SBE16 Brazil & Portugal: Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2016. Disponível em: <https://sbe16.civil.uminho.pt/app/wp-content/uploads/2016/09/SBE16-Brazil-Portugal-Vol_2-Pag_955.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.
- Martinzioli, T.; Sol-Sánchez, M.; Moreno, B.; Alegre, J.; Martínez, G. Sustainable building rating systems: A critical review for achieving a common consensus. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 51, n. 5, p. 512-534, 2021. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1732781>
- Mattoni, B.; Guattari, C.; Evangelisti, L.; Bisegna, F.; Gori, P.; Asdrubali, F. Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 950-960, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.105>
- McArthur, J. J.; Powell, C. Health and wellness in commercial buildings: Systematic review of sustainable building rating systems and alignment with contemporary research. **Building and Environment**, v. 171, 106635, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106635>

- Morris, A.; Zuo, J.; Wang, Y.; Wang, J. Readiness for sustainable community: A case study of Green Star Communities. **Journal of Cleaner Production**, v. 173, p. 308-317, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.190>
- Murtagh, N.; Scott, L.; Fan, J. Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 268, 122264, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122264>
- Nguyen, B. K.; Altan, H. Tall-Building Projects Sustainability Indicator (TPSI): A new design and environmental assessment tool for tall buildings. **Buildings**, v. 2, n. 2, p. 43-62, 2012. <https://doi.org/10.3390/buildings2020043>
- Nicol, L. A. **Sustainable collective housing**: Policy and practice for multi-family dwellings. 1. ed. Londres: Routledge, 2012. <https://doi.org/10.4324/9780203084748>
- Nilashi, M.; Zakaria, R.; Ibrahim, O.; Majid, M. Z. A.; Zin, R. M.; Chugtai, M. W.; Abidin, N. I. Z.; Sahamir, S. R.; Yakubu, D. A knowledge-based expert system for assessing the performance level of green buildings. **Knowledge-Based Systems**, v. 86, p. 194-209, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.06.009>
- Pagliaro, F.; Cellucci, L.; Burattini, C.; Bisegna, F.; Gugliermetti, F.; De Lieto Vollaro, A.; Sallata, F.; Golasi, I. A methodological comparison between energy and environmental performance evaluation. **Sustainability**, v. 7, n. 8, p. 10324-10342, 2015. <https://doi.org/10.3390/su70810324>
- Petrella, B. Three sustainable residential neighborhoods in South Italy. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 216, p. 874-887, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.084>
- Porumb, V.-A.; Maier, G.; Anghel, I. The impact of building location on green certification price premiums: Evidence from three European countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 272, 122080, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122080>
- Raab, S. **Key diversity in existing green buildings standards GBEL DGNB LEED and OEGNB**: Focus on new construction and commercial buildings. Wien: Technische Universität Wien, 2015. <https://doi.org/10.34726/hss.2015.30301>
- Reed, R.; Australia, V.; Bilos, A.; Schulte, K.-W. A comparison of international sustainable building tools: An update. Proceeding of the 17th Annual Pacific Rim Real Estate Society Conference, p. 17, 2015.
- Sahin, O.; Stewart, R. A.; Porter, M. G. Water security through scarcity pricing and reverse osmosis: A system dynamics approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 88, p. 160-171, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.009>
- Sánchez Cordero, A.; Gómez Melgar, S.; Andújar Márquez, J. M. Green building rating systems and the new framework level(s): A critical review of sustainability certification within Europe. **Energies**, v. 13, n. 1, p. 66, 2019. <https://doi.org/10.3390/en13010066>
- Schmidt, M.; Crawford, R. H.; Warren-Myers, G. Quantifying Australia's life cycle greenhouse gas emissions for new homes. **Energy and Buildings**, v. 224, 110287, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110287>
- Seppälä, J.; Leskinen, P.; Myllyviita, T. Expert Panel Weighting and Aggregation of the Sustainable Society Index (SSI) 2010 - A decision analysis approach: Weighting and Aggregation of the Sustainable Society Index (SSI). **Sustainable Development**, v. 25, n. 4, p. 322-335, 2017. <https://doi.org/10.1002/sd.1659>

- Shad, R.; Khorrami, M.; Ghaemi, M. Developing an Iranian green building assessment tool using decision making methods and Geographical Information System: Case study in Mashhad City. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 324-340, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.004>
- Shamseldin, A. K. M. Including the building environmental efficiency in the environmental building rating systems. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n. 4, p. 455-468, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.02.006>
- Sharifi, A.; Murayama, A. A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 38, p. 73-87, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.06.006>
- Suzer, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, v. 154, p. 266-283, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>
- Suzer, O. Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects. **Building and Environment**, v. 147, p. 158-170, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.001>
- Suzuki, F. S.; Miranda, M. L. J. A história da imigração japonesa e seus descendentes: prática de atividade física e aspectos sócio-culturais. **Conexões**, v. 6, p. 409-418, 2008. <https://doi.org/10.20396/conex.v6i0.8637844>
- Szymański, P.; Winiecka-Kowalczyk, B.; Nowotarski, P. Multi-criteria certification of buildings in Poland. **Technical Transactions Civil Engineering**, v. 2-B, p. 81-89, 2014. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.14.115.2565>
- Tham, K. W.; Lee, J.; Lim, S. L. C. Comparing cohort perception and satisfaction moving from non-Green Mark certified to certified buildings. Proceedings of Healthy Buildings Europe, 2017.
- Ting, K. H. Tropical green building rating systems: A comparison between Green Building Index and BCA Green Mark. Proceedings of the IEEE Business, Engineering & Industrial Applications Colloquium (BEIAC), p. 263-268, 2012. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2012.6226064>
- Ullah, W.; Noor, S.; Tariq, A. The development of a basic framework for the sustainability of residential buildings in Pakistan. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 365-371, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.04.009>
- Varma, C. R. S.; Palaniappan, S. Comparision of green building rating schemes used in North America, Europe and Asia. **Habitat International**, v. 89, 101989, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.05.008>
- Vigovskaya, A.; Aleksandrova, O.; Bulgakov, B. Life Cycle Assessment (LCA) of a LEED certified building. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 365, 022007, 2018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022007>
- Wang, H.; Wang, T.; Zhang, B.; Li, F.; Toure, B.; Omosa, I. B.; Chiramba, T.; Abdel-Monem, M.; Pradhan, M. Water and wastewater treatment in Africa: Current practices and challenges. **Clean - Soil, Air, Water**, v. 42, n. 8, p. 1029-1035, 2014. <https://doi.org/10.1002/clen.201300208>
- Wen, B.; Musa, N.; Onn, C. C.; Ramesh, S.; Liang, L.; Wang, W. Evolution of sustainability in global green building rating tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 259, 120912, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120912>

- Wijaya, H.; Chiam, B. H.; Ang, K. W.; Xie, Y.; Lai, S. Smart green underground metro station in Singapore. **HKIE Transactions**, v. 24, n. 2, p. 113-120, 2017. <https://doi.org/10.1080/1023697X.2017.1313136>
- Worden, K.; Hazer, M.; Pyke, C.; Trowbridge, M. Using LEED green rating systems to promote population health. **Building and Environment**, v. 172, 106550, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106550>
- Wu, P.; Song, Y.; Shou, W.; Chi, H.; Chong, H.-Y.; Sutrisna, M. A comprehensive analysis of the credits obtained by LEED 2009 certified green buildings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 370-379, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.007>
- Yadegaridehkordi, E.; Hourmand, M.; Nilashi, M.; Alsolami, E.; Samad, S.; Mahmoud, M.; Alarood, A. A.; Zainol, A.; Majeed, H. D.; Shuib, L. Assessment of sustainability indicators for green building manufacturing using fuzzy multi-criteria decision making approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, 122905, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122905>
- Yas, Z.; Jaafer, K. Factors influencing the spread of green building projects in the UAE. **Journal of Building Engineering**, v. 27, 100894, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100894>
- Ye, L.; Cheng, Z.; Wang, Q.; Lin, W.; Ren, F. Overview on Green Building Label in China. **Renewable Energy**, v. 53, p. 220-229, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.11.022>
- Yu, W.; Li, B.; Yang, X.; Wang, Q. A development of a rating method and weighting system for green store buildings in China. **Renewable Energy**, v. 73, p. 123-129, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.06.013>
- Zarchami, E.; Fatourehchi, D. Comparative analysis of rating systems in developing and developed countries: A systematic review and a future agenda towards a region-based sustainability assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, 120024, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120024>
- Zarchami, E.; Fatourehchi, D.; Karamloo, M. Establishing a region-based rating system for multi-family residential buildings in Iran: A holistic approach to sustainability. **Sustainable Cities and Society**, v. 50, 101631, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101631>
- Zhao, D.; Miotto, A. B.; Syal, M.; Chen, J. Framework for benchmarking green building movement: A case of Brazil. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, 101545, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101545>
- Zhao, D.-X.; He, B.-J.; Johnson, C.; Mou, B. Social problems of green buildings: From the humanistic needs to social acceptance. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 51, p. 1594-1609, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.072>
- Zou, Y. Certifying green buildings in China: LEED vs. 3-star. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 880-888, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.204>
- Zuo, J.; Zhao, Z.-Y. Green building research - current status and future agenda: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 271-281, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.