



Revisão Sistemática de Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da sustentabilidade nas edificações (FASEs)

Systematic Literature Review (SLR): buildings sustainability assessment tools (BSATs)

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng, UFSC/CTC/ PósARQ/ Brasil - ORCID - 0000-0002-3250-7813, lisiane.librelotto@ufsc.br

Verônica Bandini, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- bolsista PIBIC, veban06@gmail.com

Eduarda Cardoso Da Luz, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- bolsista PIBIC, eduardaluz10r@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng, UFSC/CCE/Brasil. ORCID - 0000-0002-6675-672X, pcferroli@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta como tema a sustentabilidade nas edificações. Teve como objetivo identificar ferramentas e métodos para avaliar a sustentabilidade das edificações (BSAT - buildings sustainability assessment tools) através de uma revisão exploratória e um revisão sistemática de literatura (RSL) realizada no portal de periódicos da CAPES e no Google Scholar. A partir da revisão exploratória, identificou-se os termos de busca para a RSL, os principais indicadores utilizados nos métodos que definem uma edificação e as condições estabelecidas nessas avaliações. Como resultado obteve-se 220 ferramentas para avaliação da sustentabilidade na edificação, a sistematização do conteúdo de 80 ferramentas (disponibilizadas na página do projeto USAT), as principais dimensões da avaliação, indicadores, autores e fontes de publicação.

Palavras-chave: Edificações; Tecnologia; Sustentabilidade; Avaliação.

Abstract

This article presents sustainability in buildings as a theme. It aimed to identify tools and methods to assess the sustainability of buildings (BSAT - buildings sustainability assessment tools) through an exploratory review and a Systematic Literature Review (RSL) carried out on the CAPES journal portal and on google scholar. From an exploratory literature review, the search terms for RSL were identified, the main indicators used in the methods that define a building and the conditions established in these evaluations. As a result, 220 tools were obtained for assessing sustainability in buildings, the systematization of the content of 80 tools (available on the USAT project page), the main dimensions of the assessment, indicators and publication sources.

Keywords: Buildings; Technology; Sustainability; Evaluation.

1. Introdução

No campo do design, Manzini e Vezzoli (2008) afirmaram que a questão da sustentabilidade tem sido abordada parcialmente no projeto, focando basicamente o reprojeto ambiental e o projeto de novos produtos em substituição aos existentes com o intuito da melhoria, insuficiente para atingir os requisitos da sustentabilidade.

Propor o desenvolvimento do projeto para a sustentabilidade significa promover a capacidade do sistema produtivo de responder à procura social de bem-estar utilizando uma quantidade de recursos ambientais drasticamente inferior aos níveis praticados [...] onde o projeto para a sustentabilidade deve aprofundar suas propostas na constante avaliação comparada das implicações ambientais, nas diferentes soluções técnica, econômica e socialmente aceitáveis e deve considerar, ainda, durante a concepção de produtos e serviços, todas as condicionantes que os determinem por todo o seu ciclo de vida. (MAZZINI;VEZZOLI, 2008, p.23)

Santos (2010) ampliou a visão do design do produto e a conduziu para o ambiente construído:

[...] pode-se considerar que as ações de designers, arquitetos e engenheiros têm um papel relevante para aplicar os conceitos de sustentabilidade à produção do ambiente construído e integrar as suas múltiplas dimensões de forma a trazer benefícios ao meio ambiente, ao homem e ao desenvolvimento econômico e tecnológico. (SANTOS, 2010).

Santos (2010) reforçou a necessidade das questões ambientais estarem entrelaçadas à dimensão econômica e também à tecnológica. Isto significa qualidade em projeto, em construção, em ocupação ao mesmo tempo, a busca pela economia em recursos. Materiais regionais / locais e menos impactantes, racionalização, construtibilidade, facilidade de manutenção (manutenibilidade), flexibilidade, reciclabilidade, aliados aos ganhos econômicos que podem ser integrados nas habitações para propiciar sustento às famílias, são fatores que devem ser considerados no projeto voltado ao ambiente construído.

Nesse setor, na dimensão social, também englobada pela sustentabilidade, pesa o fato das diferenças culturais, renda, qualidade de vida e perfil familiar. No ciclo de vida estão inseridos o uso de materiais que possam ser obtidos através da comunidade, da cooperação e da economia circular.

Assim com o intuito de entender como a ciência compreende uma edificação sustentável que se insere nesse ambiente construído, de forma a possibilitar uma avaliação dos níveis de sustentabilidade atingidos, esse artigo traz os resultados de uma revisão de literatura, exploratória e sistemática, identificando: os modelos de avaliação da sustentabilidade existentes no contexto das edificações; autores e pesquisas que atuaram no tema e a sua finalidade; principais palavras-chaves de referência; origem e quantidade de publicações assim como os principais indicadores utilizados para descrever a sustentabilidade nas edificações.

Compor esse cenário foi importante para entender qual a melhor forma de avaliar a sustentabilidade da edificação (abordada nesse artigo), considerando o contexto urbano no qual ela está inserida (tema de outras publicações) no âmbito do projeto USAT para desenvolvimento de uma pesquisa mais ampla que trata da proposição de um aplicativo / ferramenta, cujo desenvolvimento pode ser acompanhado na página (USAT, 2023).

2. Fundamentação teórica

2.1 Conceito de sustentabilidade

A garantia da sustentabilidade envolve o equilíbrio entre três dimensões: econômica, social e ambiental. Deve-se buscar a satisfação dos interesses de todos os intervenientes do processo, os investidores, a comunidade local, os funcionários das empresas devem ter seu retorno em qualidade de vida e equidade social, e tudo isso, não deve prejudicar (ou pelo menos os impactos devem ser minimizados) o meio ambiente, do qual todos necessitam para sobreviver. (ELKINGTON, 1998; PAULI, 1996; DONAIRE, 1995)

Autores como Manzini e Vezzoli (2008), nos mostram que atingir a sustentabilidade requer novas formas de pensar os projetos com concepções inovadoras, onde apenas o incremento das soluções não é o suficiente. Entretanto, no âmbito das edificações as estratégias têm focado na eficiência dos recursos, como água, energia, materiais.

No que se refere à questão social, a responsabilidade ultrapassa a simples satisfação de uma necessidade e inclui a responsabilidade com a sociedade e com o público em geral. A responsabilidade social:

[...] implica um sentido de obrigação para com a sociedade. Esta responsabilidade assume diversas formas, entre as quais se incluem proteção ambiental, projetos filantrópicos e educacionais, planejamento da comunidade, equidade nas oportunidades de emprego, serviços sociais em geral, de conformidade com o interesse público (DONAIRE, 1996, p.20).

Percebe-se que a busca da sustentabilidade, englobando a preservação ambiental e a responsabilidade social, não deve deixar de lado as questões econômicas e envolve aspectos polêmicos e, por vezes, até mesmo contraditórios, que requerem uma mudança profunda na forma de agir das organizações e das pessoas que a formam. Envolve questões éticas, de contínuo aprendizado, na busca do desenvolvimento de cada um e da sociedade como um todo. Na arquitetura, a sustentabilidade surgiu com enfoque muito grande na questão ambiental, em essência na questão energética. Zambrano (2008), estabeleceu uma historicidade que vai da arquitetura solar (1970) a arquitetura sustentável (1990), conforme ilustra a figura 1. Essa arquitetura sustentável, muitas vezes, tem sido traduzida como um pacote, ou kit, onde se incluem os tetos jardins, o reuso da água da chuva, a geração fotovoltaica e a qualidade do ar, por exemplo.

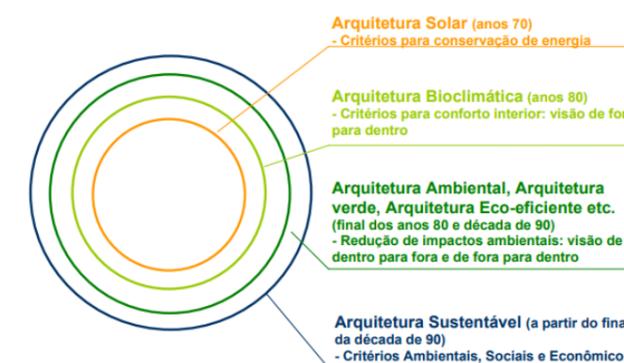


Figura 1: Evolução da abrangência das problemáticas. Fonte: Zambrano (2008).

2.2 Sustentabilidade nas edificações

As edificações consomem grande parte dos recursos naturais, não apenas na etapa de construção, mas também na manutenção, causando um grande impacto ambiental negativo. Neste contexto, é ainda mais importante que medidas sejam tomadas para auxiliar na redução do consumo desses recursos. De acordo com Goulart (p. 3, 2008), um projeto sustentável deveria “ ser ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, envolvendo com isto muitas variáveis, entre as quais o uso racional da energia se destaca como uma das principais premissas.”

Como ilustrado na figura 1, a arquitetura sustentável ganhou maior visibilidade a partir dos anos noventa, é neste cenário que alguns países da Europa, assim como os EUA e Canadá expuseram os primeiros selos e certificações ambientais. Com o surgimento e disseminação dessas ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edificações, a percepção da sustentabilidade e o que esta engloba se expandiu. As ferramentas de avaliação da sustentabilidade nas edificações (*Sustainable Building Assessment Tools* - SBATs) apresentam uma lista de requisitos avaliados em construções, concentrando-se na avaliação de impactos mais evidentes a curto prazo na natureza, de aspecto quantitativo e tangível como o consumo de energia e a presença de substâncias tóxicas na materialidade da construção. O conceito englobou também fatores humanos, como a integração do edifício com a comunidade do entorno e a proximidade do prédio com pontos de transporte público ou outras facilidades que o bairro possa oferecer.

A importância de comprovar a sustentabilidade das edificações somente cresceu com o passar das décadas atrelada ao marketing e rotulagens verdes. Diante da percepção de que para garantir o futuro deve-se cuidar do meio ambiente no presente, diversos estados e nações criaram metas e regulamentos relacionados à sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que trazem adaptações e diretrizes para a arquitetura, de modo a torná-la mais sustentável. Logo, prédios que possuem certificações de sustentabilidade passaram a possuir maior valor de mercado, bem como os profissionais que incorporam a sustentabilidade em seus projetos.

Entretanto, essa visão da melhoria e do incremento dos sistemas que constituem a edificação, mesmo que considere o entorno na avaliação, desconsidera as possibilidades que a

edificação tem de contribuir para a melhoria do lugar onde está inserida e a existência de recursos finitos que requerem ou uma ruptura de conceitos ou a definição de prioridades nos pacotes de tecnologias incorporadas na edificação.

2.3 Métodos para revisões sistemáticas de literatura (RSL).

Para definir as prioridades há a necessidade da condução de uma avaliação integrada ao contexto urbano. Entretanto, as ferramentas de avaliação da sustentabilidade mais utilizadas possuem um *gap* nessa integração, mesmo que muitas considerem óticas ou momentos diferentes de avaliação. Entender essas ferramentas de avaliação da sustentabilidade na edificação e sua convergência em termos de indicadores e dimensões é a essência desta pesquisa, que foi executada por meio de revisão de literatura, em duas fases, de forma exploratória e sistemática.

De acordo com Fink (2003) uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) pode ser caracterizada com “um método sistemático, explícito, (abrangente) e reprodutível para identificar, avaliar e sintetizar o corpo existente de trabalhos completos e registrados produzidos por pesquisadores, estudiosos e profissionais” .

Com esse intuito Okoli (2019) elaborou um guia para a condução de revisões sistemáticas de literatura onde compara os métodos utilizados por 23 pesquisas, sintetizando os passos essenciais para sua realização. Os autores identificaram 8 passos essenciais para a realização das pesquisas com RSL, cujo método em grande maioria, as enquadra como pesquisa essencialmente qualitativa e alguns poucos, como de metanálise ou quantitativa.

Os passos essenciais para a realização da RSL, sintetizados por Okoli (2019) são: 1) identificar o objetivo; 2) planejar o protocolo de revisão e treinar a equipe; 3) aplicar uma seleção prática dos estudos revisados; 4) buscar a bibliografia; 5) extrair os dados; 6) avaliar a qualidade; 7) sintetizar os estudos; e, 8) escrever a revisão.

2.4 RSL em avaliação da sustentabilidade para edificações

Os autores López et. al. (2019), no que se refere a avaliação da sustentabilidade da edificação, apontam para muitas maneiras de classificar as ferramentas de avaliação da sustentabilidade e identificaram mais de 600 ferramentas de avaliação da sustentabilidade sendo que 101 delas foram utilizadas para criar uma classificação proposta pelos autores. Os autores destacam a classificação Athena que divide os métodos de avaliação da sustentabilidade em três níveis: (i) ferramentas para comparar produtos e fontes de informação; (ii) projeto de edifícios inteiros e ferramentas de apoio à tomada de decisões; e (iii) estruturas ou sistemas de avaliação para edifícios inteiros.

A Agência Internacional de Energia (IEA, Annex 31), outra forma de classificação abordada por López et. al. (2019), estabelece cinco categorias de enquadramento dos métodos: (i) *software* de modelagem energética; (ii) ferramentas de LCA (*Life Cycle Assessment*) ambiental para edifícios e estoques de edifícios; (iii) estruturas de avaliação ambiental e sistemas de classificação; (iv) diretrizes ambientais ou listas de verificação para projeto e gerenciamento de edifícios; e (v) declarações, catálogos, informações de referência, certificações e rótulos de produtos ambientais.

Com base nessas classificações López et. al (2019), propuseram três grupos de categorias, seguindo as etapas da Agência Pública de Gestão Ambiental do Governo Basco que são: Sistemas de Avaliação da Sustentabilidade da Construção; Padrões de Construção Sustentável e Ferramentas de Avaliação. No artigo os autores revisam, identificam, classificam e comparam os principais métodos de avaliação da sustentabilidade atuais (101 ferramentas), através de suas características, estrutura, âmbito de aplicação e abordagem. Do total, 36 métodos são analisados com maior amplitude pelos autores.

A pesquisa dos autores López et. al. (2019) ajudou a definir a busca exploratória por outros métodos de avaliação da sustentabilidade, assim como forneceu as diretrizes em termos de palavras-chaves e metodologia para a elaboração da RSL, somada a síntese de RSLs, realizada por Okoli (2019), apresentada neste artigo. Os autores cumpriram as etapas de: i) revisão quantitativa dos métodos de avaliação atuais e a sua classificação em grupos; (ii) análise comparativa entre grupos; (iii) análise comparativa entre os métodos incluídos em cada grupo; (iv) uma análise comparativa dos métodos tradicionais.

3. Procedimentos Metodológicos

Partindo-se da síntese sobre métodos para RSL realizada por Okoli (2019) e de uma revisão exploratória, onde se identificou algumas RSLs realizadas no tema das ferramentas e métodos para avaliação da sustentabilidade em edificações (i.g López et. al., 2019), estabeleceu-se o método desta pesquisa (quali-quantitativo), com as seguintes etapas:

i) Revisão bibliográfica exploratória: onde foram encontrados alguns autores que realizaram revisões sistemáticas no tema dos métodos e ferramentas para avaliação da sustentabilidade em edificações. Pela revisão bibliográfica exploratória, foi possível identificar diversos métodos de avaliação da sustentabilidade em edificações, assim como as categorias para sua classificação. Os métodos preliminarmente identificados foram sistematizados pela produção de catálogos / fichas seguindo o modelo proposto pelo Compêndio da Sustentabilidade (LOUETTE, 2007), para entendimento, análise e classificação.

O Compêndio para a Sustentabilidade buscou a sistematização do conhecimento acerca da sustentabilidade em diversos continentes. A publicação, de uma forma bastante direta e simples, trouxe um padrão de sistematização dos dados de ferramentas, normativas e métodos que abordam a sustentabilidade e suas formas de gestão, tendo como enfoque central as empresas e organizações.(LOUETTE, 2007). Esse material categoriza as ferramentas apresentando sempre os itens: O que é? Origem, Objetivo, Conteúdo, Passo-à-Passo, Resultados, Referência e Dicas de onde encontrar mais informações sobre os assuntos abordados.

Para a etapa do levantamento do estado da arte das avaliações, utilizou-se a sistematização das informações disponíveis das SBATs, em função da grande quantidade de ferramentas identificadas. A sistematização dos métodos de avaliação da sustentabilidade foi padronizada com o seguinte conteúdo: i. país de origem ; ii. o que é?; iii) origem; iv) objetivo; v) conteúdo com critérios e indicadores; vi) passo a passo; vii) resultados incluindo a classificação ATHENA; do Anexo 31 do projeto IEA e de López et. al., 2019.

Tal síntese pode ser útil tanto para a composição, quanto para a atualização do quadro de indicadores para o modelo ESA- *Building* (Librelotto et. al., 2017) que será usado como base da proposição do aplicativo na pesquisa maior disponível na página USAT (2023).

ii) Definição do problema pesquisa e perguntas a serem respondidas pela RSL: as perguntas de pesquisa estabelecidas foram: quais as ferramentas de avaliação da sustentabilidade existentes no contexto das edificações? Quais autores e pesquisas que atuaram no tema, e com que finalidade? Quais as principais palavras-chaves de referência; qual a origem e quantidade de publicações encontradas nas bases de dados selecionadas? Quais os principais indicadores utilizados para descrever e avaliar as edificações sustentáveis? De que forma essa avaliação se integra no contexto urbano?

iii) Busca preliminar para definição de palavras-chaves: a partir das palavras-chaves utilizadas por López (2019), no portal de periódico da CAPES e no google scholar, foi possível identificar as principais palavras-chave para a condução da RSL. As palavras-chaves foram: *Sustainable building; Level(s) Systems; Standards; Tools; Sustainable building assessment methods*. Como o estudo desses autores foi bastante exaustivo, buscou-se por RSLs complementares e por pesquisas que pudessem apontar para outros modelos ainda não identificados.

iv) Aplicar uma seleção prática dos estudos revisados: a pesquisa com as palavras-chaves do artigo de López et al. (2019), sem aspas, no google scholar, resultou em 126000 publicações. Utilizando os termos entre aspas ("*Sustainable building*"; "*Level(s)*"; *Systems; Standards; Tools; Sustainable building assessment methods*") e selecionando artigos de revisão, foram encontradas 6 publicações no tema (listadas no quadro 1). Todas as publicações são recentes, dos últimos 3 anos, a partir de 2020.

O mesmo procedimento foi repetido no portal de periódicos da CAPES. Para realizar a busca foi necessário apenas adequar as palavras-chaves para o formato de busca: Qualquer campo contém "*Sustainable building*" E Qualquer campo contém *assessment evaluation* E Qualquer campo contém *method (tool)* E *review*. Aplicou-se ainda os filtros, recursos online, revisados por pares, artigos e capítulos de livros. Foram obtidos 18 resultados.

Destes resultados excluiu-se as repetições de artigos que já apareceram na busca anterior e os artigos que tratavam de retrofit de edificação, iluminação e de *Life Cycle Assessment*, restando 10 artigos. Desses, leu-se os resumos e a síntese dos artigos considerados de interesse, com os assuntos tratados foi colocada no Quadro 2.

v) Buscar a bibliografia: a bibliografia foi coletada via acesso VPN institucional, no Portal de Periódico da Capes e no Google Scholar.

vi) Extrair os dados: as leituras buscaram coletar os dados necessários para responder as perguntas estabelecidas para a pesquisa. De um modo geral, buscou-se entender o objetivo, método e principais resultados da pesquisa, dando destaque às novas SBATs encontradas. Essas foram acrescentadas à lista já existente a partir da revisão exploratória.

vii) Avaliar a fonte, tipo de veículo de divulgação, finalidade das pesquisas e conteúdo (qualidade);

viii) Sintetizar os estudos;

ix) Escrever a revisão: nesta última etapa, a equipe aplicou o modelo de sistematização das informações (fichas) de forma a abranger as principais informações das SBATs. O modelo foi replicado para 80 ferramentas encontradas, e assim, conseguimos reunir os dados mais relevantes de cada SBAT em uma ficha para cada.

4. Resultados

O quadro 1, apresenta as referências associadas aos autores encontrados na busca realizada no *google scholar* em janeiro de 2023.

Quadro 1 - Resultados Google Scholar.

JAMOUSI (2022) Objetivo: analisar e avaliar o estado atual dos sistemas de certificação da sustentabilidade em edifícios. Palavras-chave: <i>buildings; sustainability; sustainable building; green building; assessment tools; construction; life cycle assessment</i>
FERRARI, Simone et al. (2021) Objetivo: comparar os métodos GBRS (<i>Green Building Rating System</i>) tradicionais como BREEAM, LEED, DGNB, CASBEE e WELL como o método Europeu Level(s) Palavras-chave: <i>Green buildings; Rating systems; Sustainability; European framework; Life cycle assessment</i>
JIMÉNEZ-PULIDO; JIMÉNEZ-RIVERO; GARCÍA-NAVARRO (2022) Objetivo: fazer uma revisão semi-sistemática para melhorar os instrumentos de avaliação atuais, assim garantindo a adequação às reais necessidades e atributos dos edifícios que já existem. Palavras-chave: <i>Semi-systematic literature review; Evaluation instruments; Sustainable built environment; Existing buildings; Assessment of building performance.</i>
NOROUZI (2020) Objetivo: desenvolveu um sistema especialista para avaliar o nível de desempenho de um edifício verde baseado nos indicadores do GBRS. Palavras-chave: <i>AHP; fuzzy inference system; fuzzy law; green building; ranking system</i>
LÓPEZ (2022) Objetivo: identificar e comparar métodos de resfriamento passivo que consigam melhorar a sustentabilidade e a ergonomia das escolas localizadas em um clima mediterrâneo. Palavras-chave: <i>Passive cooling strategies; Sustainability; Environmental ergonomics; Adaptation to climate change.</i>
LÓPEZ et al (2021) Objetivo: analisar as informações já existentes sobre a pesquisa CE (<i>Circular Economy</i>) aplicada à CDW (<i>Construction and Demolition Waste</i>). Método: analisar a RSL também quantitativa sobre a pesquisa científica. Palavras-chave: <i>Buildings; Closed loop; SciMAT; Sustainability; Economic aspect; CDW.</i>

O quadro 2, apresenta o resultado da busca no Portal de Periódicos da Capes realizada em março de 2023.

Quadro 2- Resultados Portal de Periódicos Capes.

<p>Kang e Sunkuk (2016) Objetivo - Sugerir um ferramenta para avaliação da sustentabilidade em edificações (SBA - Sustainable Building Assessment), assim como o processo de desenvolvimento da mesma. Palavras-chave: <i>Sustainable building; Assessment tools; Project decision makers; Socio-economic impact; Regional context; Cognitive problem-solving; Information system; Interdisciplinary approaches.</i></p>
<p>Häkkinen e Belloni (2011) Objetivo - Apresenta uma RSL para determinar indicadores e barreiras para uma edificação sustentável. Método - revisão de literatura, entrevistas e estudo de casos. Palavras-chave: <i>barriers, construction industry, drivers, management, organizational change, professionalism, sustainable building process, sustainable building</i></p>
<p>Shafaghat et al. (2016) Objetivo - Identificar o melhor método de entrada de dados para medir como seria a satisfação do usuário em edifícios energeticamente eficientes, durante a fase de projeto do mesmo. Método - revisão de literatura, estudo de casos e determinação do melhor método para avaliação da satisfação do usuário durante a fase de projeto de edifícios energeticamente eficientes. Palavras-chave: <i>energy efficient building; sustainable building; building assessment; user satisfaction; thermal comfort; adaptive behavior.</i></p>
<p>Seminara, Paola, Behrang Vand, Seyed Masoud Sajjadian, e Laura Tupenaite (2022) Objetivo - Fornecer uma visão geral das ferramentas utilizadas no Reino Unido para avaliar as medidas de melhoramento do desempenho de edifícios. Método - revisão de literatura e análise de ferramentas de avaliação de edifícios. Palavras-chave: <i>building analysis; building performance; building assessment schemes; building monitoring.</i></p>
<p>Yu, Xu, and Yuehong Su. (2015) Objetivo - Fornecer aos projetistas informações úteis para considerar a luz do dia no projeto de construção sustentável, apresentando uma revisão de métodos para avaliação da disponibilidade de luz diurna em ambientes fechados e métodos de estimativa para prever a economia de energia a partir da luz do dia. Palavras-chave: <i>daylight availability assessment; lighting control; potential energy saving estimation.</i></p>
<p>Sinou e Stella (2006) Objetivo - Apresentar uma revisão das ferramentas mais utilizadas para avaliação de desempenho de edifício e comparar as ferramentas em termos de características gerais e parâmetros ambientais. Além disso, fazer sugestões para futuras ferramentas de avaliação de construção sustentável do Mediterrâneo. Palavras-chave: <i>buildings; function evaluation; information modeling.</i></p>
<p>Pons-Valladares and Nikolic (2020) Objetivo - Apresentar um panorama crítico de todas as alternativas de avaliação de sustentabilidade desenvolvidas em estudos de pesquisa nas áreas de projeto arquitetônico, construção, reforma e restauração. Palavras-chave: <i>building sustainability assessment systems (BSAS); green buildings; rating tools; life cycle assessment (LCA); multi-criteria decision making (MCDM); life cycle cost (LCC); building environment.</i></p>
<p>Stauski (2013) Objetivo - Analisar como as metodologias para alcançar sustentabilidade em áreas urbanas e edifícios afetam as práticas de projeto arquitetônico. Palavras-chave: <i>: architecture; green urbanism; quality assessment methodology; landscape architecture; sustainable buildings.</i></p>

Gupta e Gregg (2016)

Objetivo - Apresentar avaliação sistemática e empírica do desempenho energético e ambiental de um edifício projetado de forma sustentável, destinado a ser ferramenta de ensino e 'laboratório vivo' de sustentabilidade.
Palavras-chave: *building performance evaluation; low carbon non-domestic; performance gap; BREEAM; institutional building; sustainable education.*

Os quadros acima mostram informações sobre estudos revisados nesta pesquisa, provindos do periódico da CAPES e do google scholar, que trouxeram resultados positivos para a listagem das ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edifícios. Nesses estudos foram encontradas quais são as ferramentas de avaliação e por vezes, como acessá-las.

4.1.Principais Métodos Identificados

Não foi possível encontrar os 600 métodos apontados para a avaliação da sustentabilidade – citados por López et al. (2019), por Ferrari (2021) e Vierra (2016) . cuja fonte foi rastreada até uma publicação de acesso restrito e não pode ser confirmada (*Building Green*). Do total, 191 ferramentas foram listadas e identificadas por meio da revisão exploratória, e mais 29 outras ferramentas, pela revisão sistemática, resultando em 220 ferramentas identificadas. Foram sistematizadas as informações de foram disponibilizadas na página *Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B* (USAT, 2023).

Muitas das SBATs como o LEED e BREEM possuem suas traduções e adaptações para diversos países. López et. al (2019) contaram cada variante do mesmo método como uma ferramenta diferente. Nessa pesquisa, considerou-se que há poucas variações entre os países quando estes utilizam o mesmo método, excetuando-se casos em que o país desenvolveu uma nova modalidade de certificação, como aconteceu para o LEED, no caso Brasileiro.

Outra questão que aflora das avaliações é que as SBATs propostas no Brasil, não aparecem nas revisões de literatura internacionais. Métodos como o Selo Casa Azul, MASP His, ou mesmo o MODELO ESA-B (Librelotto et. al. , 2017), Etiquetas como PROCEL, PROCEL Edifica, não foram sequer mencionados. Todavia, o desenvolvimento e a difusão desses métodos adequados à realidade específica de cada país é essencial para uma avaliação mais fidedigna. Da mesma forma, a introdução e disseminação exclusiva de métodos de ampla divulgação que desconsideram esses diferentes contextos, deve ser vista com restrição principalmente onde as mudanças em matriz energética, saneamento básico, tecnologias incorporadas em materiais e equipamentos apontam para realidades muito distintas.

4.2. Análises dos Resultados

Dos resultados encontrados que respondem as perguntas de pesquisa, percebeu-se a Base Science Direct da Elsevier (9), como a principal difusora das pesquisas nesse tema. Contribuições relevantes também nas bases WoS (7), DOAJ (6), *Science Citation Index* (7), *Gale Academic OnFile* (5) e *Social Science Citation Index* (4). Foi possível identificar cerca de 220 das 600 ferramentas fornecidas inicialmente por López et. al. (2019). A lista completa das SBATs identificadas foram disponibilizadas na página do projeto de pesquisa, “*Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B*”.

Lazar e Chithra (2021) trazem uma análise bibliométrica bastante completa onde identificam os principais autores e pesquisas que atuaram no tema. De um modelo geral, as pesquisas buscam encontrar lacunas ou deficiências nas SBATs quanto à abrangência do conceito de sustentabilidade. Tais lacunas são apontadas nos aspectos sociais e econômicos que muitas vezes acabam por não integrar as avaliações (JAMOUISSI, 2022) e apontam para a necessidade da inclusão da visão de riscos e desastres, LCA (*Life Cycle Assessment*), que em geral possuem modelos específicos de avaliação, reciclagem, qualidade do ar interna, os efeitos de ilhas de calor, ruídos / barulhos e poluição.

As principais palavras-chaves de referência foram listadas nos quadros 1 e 2 e estão associadas à: avaliação, sustentabilidade, edificações e ferramentas. Os métodos AHP, MCDA e lógica Fuzzy também aparecem como integrantes da proposição de novas ferramentas. De um modo geral, há uma predominância de critérios de avaliação da edificação como: - local sustentável, qualidade interna do ar, gerenciamento, energia, água, perdas, transporte, materiais, poluição, inovação, necessidade econômicas e sociais e qualidade dos serviços. Os critérios mais recorrentes nas ferramentas são normalmente relacionados ao consumo de recursos e impacto físico do edifício no seu entorno e no usuário.

4.3. Discussões

López et. al. (2019) avaliaram 101 métodos mais o método Level. Os métodos foram identificados e distribuídos em 3 grupos: sistemas, normas e ferramentas. Destes 101, os 36 métodos mais representativos foram comparados segundo 4 categorias: fase do ciclo de vida em que foram aplicados; aspectos de sustentabilidade avaliados; categorias consideradas; e o tipo e estado do projeto avaliado. Os resultados mostraram que cada um dos métodos separadamente não avalia todos os aspectos de um edifício sustentável. Muitos avaliam a energia e a qualidade do ambiente interior, enquanto poucos avaliam os aspectos sociais e econômicos. O número considerável de métodos considerados pela pesquisa e a profundidade da análise realizada é uma importante contribuição para o tema.

Jamoussi (2022) realizou uma RSL dos sistemas de certificação, e considerou o contexto da Arábia Saudita, para propor uma atualização da normativa local. Daqui que se percebe a necessidade de uma pesquisa semelhante para o desenvolvimento de uma normativa própria brasileira. A pesquisa identificou 14 temas principais para avaliar o edifício: *sustainable site, indoor environment quality, management, energy, water, waste, transportation, material, pollution, innovation, economic, social needs, culture and the quality of service* e apontou fragilidades dos métodos ao avaliar questões sociais e econômicas. De forma mais restrita, outros autores como Ferrari et al. (2021) e Stauski (2013) realizam comparativos mais restritos (dos principais métodos) ou com maior amplitude e identificam similaridades e divergências nas avaliações, entretanto os métodos mais usados conservam similaridades nos indicadores utilizados.

Foi possível perceber os métodos da AHP (Análise Hierárquica de Processos) como uma ferramenta de estruturação dos pesos entre os indicadores (NOROUZI, 2020; PONS-VALLADARES; NIKOLIC, 2020) atrelados as ferramentas Delphi e lógica Fuzzy para entender quais indicadores deveriam compor o sistema de avaliação.

Aspectos emergentes das avaliações da sustentabilidade são apontados na questão da construção passiva, zero energia, zero desperdício, emprego de materiais naturais, mudanças climáticas e economia circular.

Ressalta-se que alguns autores optam por utilizar entrevistas e estudos de casos para dar respaldo aos métodos das pesquisas. Como resultados, conseguem encontrar outros indicadores relevantes para a sua análise, e às vezes até estabelecer pesos para tais, além de definir quais os indicadores são mais importantes.

4.4. Considerações Finais

Na RSL realizada por essa pesquisa foram encontrados 220 métodos para avaliação de edificações e artigos relacionados aos mesmos. Os artigos comparam os métodos, avaliam seus indicadores, mostram exemplos de aplicação das ferramentas e outros. Mas, apesar de grande parte do material encontrado trazer visões positivas sobre as ferramentas de avaliação da sustentabilidade, apontam para lacunas e aspectos a serem melhorados.

As ferramentas de avaliação da sustentabilidade em edificações encontradas nesta pesquisa demonstram, em suas bases de dados, exigências e parâmetros relacionados a seus países de origem e legislação local. Consequentemente, percebe-se que é difícil aplicar estes sistemas de classificação de edificações a outros países, o que induz a necessidade do desenvolvimento de sistemas de avaliação local. O principal aspecto a ressaltar, no que se refere às SBATs para edificações, é que o contexto do local de implementação (Bairro) é considerado, quando muito, como uma categoria de avaliação, que parece ser estanque e não influencia e ou sofre influência das características da edificação. Esse aspecto precisa ser revisto com urgência, através do desenvolvimento de modelos dinâmicos e abertos. Um empecilho para o estabelecimento de medidas para o local está na dificuldade de obtenção de dados em nível de bairro ou vizinhança.

Outra dificuldade apontada está no estabelecimento de pesos para os indicadores estabelecidos pelas avaliações, sendo que o uso de métodos como AHP parece ser um caminho apontado para a hierarquização.

O objetivo de quantificar quais as ferramentas disponíveis para avaliação das ferramentas de sustentabilidade do edifício foi alcançado. Por meio da RSL desenvolvida, foi possível criar uma lista das ferramentas que se encontra na página do projeto de pesquisa, “Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B” (USAT, 2023), contendo as informações, discutindo seus indicadores, resultados e eficiência.

Referências

- ELKINGTON, John. *Cannibals With Forks - The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers. Gabriola Islands BC: Canada, 1998.
- FERRARI, Simone et al. *New Level (s) framework: Assessing the affinity between the main international Green Building Rating Systems and the European scheme*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 111924, 2021.
- FINK, A. *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage, 2005.



- GOULART, Solange. **Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano**. Apostila-Disciplina Desempenho Térmico de Edificações-ECV5161, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0_0.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.
- GUPTA, Rajat; GREGG, M. **Empirical Evaluation of the Energy and Environmental Performance of a Sustainably-designed but Under-utilised Institutional Building in the UK**. *Energy and Buildings* 128 (2016): 68-80
- HÄKKINEN, Tarja; BELLONI, Kaisa. **Barriers and drivers for sustainable building**. *Building Research & Information*, v. 39, n. 3, p. 239-255, 2011.
- IEA Annex 31. **Energy related environmental impact of buildings**. 2001. Disponível em: <https://www.iisbe.org/annex31/index.html>. Acesso em: março de 2023.
- JAMOSSI, Basseem; ABU-RIZAIZA, Asad; AL-HAIJ, Ali. **Sustainable Building Standards, Codes and Certification Systems: The Status Quo and Future Directions in Saudi Arabia**. *Sustainability*, v. 14, n. 16, p. 10314, 2022
- DO, Cristina; JIMÉNEZ-RIVERO, Ana; GARCÍA-NAVARRO, Justo. **Improved sustainability certification systems to respond to building renovation challenges based on a literature review**. *Journal of Building Engineering*, v. 45, p. 103575, 2022.
- KANG, Hyeyon, Yeunsook Lee, and Sunkuk Kim. **Sustainable Building Assessment Tool for Project Decision Makers and Its Development Process**. *Environmental Impact Assessment Review* 58 (2016): 34-47.
- LAZAR, N.; Chithra, K. **Comprehensive bibliometric mapping of publication trends in the development of Building Sustainability Assessment Systems**. *Environ. Dev. Sustain.* 2021, 23, 4899–4923.
- LIBRELOTTO, L. I.; Ferrolí, P. C. M.; Sanon, S.; Matanna, L. . **Avaliação da Sustentabilidade do edifício na Escala Urbana**. In: Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 163-177. In:< <https://drive.google.com/file/d/1VYHbcPzDb8ZOfcvT1SGxyGdBUDtSRWHs/view>.
- LÓPEZ, Carmen Díaz; CARPIO, M., MORALES, M., & ZAMORANO, M.. **A comparative analysis of sustainable building assessment methods**. *Sustainable Cities and Society*, v. 49, p. 101611, 2019.
- LÓPEZ, Carmen et al. **Passive cooling strategies to optimise sustainability and environmental ergonomics in Mediterranean schools based on a critical review**. *Building and Environment*, p. 109297, 2022.
- LÓPEZ, Carmen et al. **Analysis of the scientific evolution of the circular economy applied to construction and demolition waste**. *Sustainability*, v. 13, n. 16, p. 9416, 2021.
- NOROUZI, Nima. **The more Sustainable buildings, the more Sustainable societies: An Overview on Building Sustainable Evaluation in the World**. *Energy Studies Review*, v. 24, n. 1, 2020.
- OKOLI, Chitu. **Guia para realizar uma revisão sistemática da literatura**. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. eaD em Foco, 2019;9 (1): e748. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.748>.
- Pons-Valladares, Oriol, and Jelena Nikolic. **Sustainable Design, Construction, Refurbishment and Restoration of Architecture: A Review**. *Sustainability (Basel, Switzerland)* 12, no. 22 (2020): 9741.

- SEMINARA, Paola, Behrang Vand, Seyed Masoud Sajjadian, and Laura Tupenaite. **Assessing and Monitoring of Building Performance by Diverse Methods**. *Sustainability (Basel, Switzerland)* 14, no. 3 (2022): 1242.
- SHAFAGHAT, Arezou, Ali Keyvanfar, Muhd Zaimi Abd. Majid, Hasanuddin Bin Lamit, Mohd Hamdan Ahmad, Mohamed Salim Ferwati, and Sib Krishna Ghoshal. "Methods for Adaptive Behaviors Satisfaction Assessment with Energy Efficient Building Design." *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 57. 250-59. 2016.
- SINO, Maria, and Stella Kyvelou. "Present and Future of Building Performance Assessment Tools." *Management of Environmental Quality* 17, no. 5 (2006): 570-86.
- STAUSKI, Gintaras. **Green Architecture Paradigm: From Urban Utopia to Modern Methods of Quality Assessment/zaliosios Architekturos Paradigma: Nuo Urbanistiines Utopijos Iki Siuolaikiniu Tvarumo Vertinimo Metodiky.** *Science Future of Lithuania* 5, no. 3 (2013): 181.
- USAT. **Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B**. Grupo de Pesquisa VirtuHab. Disponível em: <<https://usat.paginas.ufsc.br/>>. 2023.
- VIERRA, Stephanie. **Green building standards and certification systems**. *National Institute of Building Sciences*, Washington, DC, 2016.
- VEZZOLI, C.; MANZINI, E. **Design for Environmental Sustainability**. Londres: Springer, 2008.
- YU, Xu, and Yuehong Su. **Daylight Availability Assessment and Its Potential Energy Saving Estimation –A Literature Review**. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 52 (2015): 494-503.

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building.