XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8795

Choosing by Advantages, Sustentabilidade e BIM no ensino de projeto: uma proposta de modelo de apoio à tomada de decisão

Choosing by Advantages, Sustainability and BIM in design teaching: a model proposal to support decision-making

Milena Verçosa Vieira
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza-CE |Brasil | mvvieira@arquitetura.ufc.br
Clarissa Notariano Biotto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza-CE | Brasil| clarissa.biotto@iaud.ufc.br
Neliza Maria e Silva Romcy
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza-CE | Brasil | nelizaromcy@iaud.ufc.br

Resumo

É estabelecida na Indústria da Arquitetura, Construção e Engenharia (AEC) a relevância de critérios sustentáveis de projeto. Nesse sentido, a eficiência no processo decisório é essencial e requer uma boa tomada de decisão por profissionais atuantes e em formação. A sinergia entre *Lean* e BIM contribui com processos decisórios transparentes e informados. O objetivo desta investigação é discutir o potencial e as limitações de um modelo integrado de Choosing *by Advantages* (CBA) e BIM com foco no ensino de projetos sustentáveis. O estudo faz parte de uma pesquisa que adota a abordagem Design Science Research (DSR), e cujo objetivo geral é o desenvolvimento de um artefato de apoio à decisão integrando CBA e BIM para sustentabilidade. Nesse artigo, três etapas do ciclo de design são discutidas: *i.* conscientização do problema; *ii.* Sugestão; e *iii.* desenvolvimento. Os resultados são: a) Análise bibliométrica e de conteúdo; b) Percepção dos alunos; c) Modelo de integração; d) Teste preliminar. Contribuiu-se com teoria e prática, elaborando-se uma ferramenta de apoio ao ensino de projeto, e discutindo-se um recorte de pesquisa em sustentabilidade e análise de decisão multicritério.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Escolha por Vantagens. Modelagem da Informação da Construção. Revisão Sistemática da Literatura. Ensino de projeto.

Abstract

Sustainable design criteria is a well-established principle in the Architecture, Construction, and Engineering (AEC) industry. In this context, efficiency in the decision-making process is essential and requires sound decision-making by both practicing and trainee professionals. The Lean-BIM synergy contributes to more transparent and data-driven decision-making processes. The aim of this research is to discuss the potential and limitations of an integrated Choosing by Advantages (CBA) and BIM model, focusing on teaching sustainable design. This study is part of a research project that adopts the Design Science Research (DSR) approach, and which overall objective is the development of a decision support artifact integrating CBA and BIM for sustainability. This article discusses three stages of the design cycle: i. problem awareness; ii. suggestion; and iii. development. The results are: a) Bibliometric and content analysis; b) Student perception; c) Integration model; d) Preliminary test. The work contributed both to theory and practice, developing a tool to support design teaching, and discussing a segment of research in sustainable construction and multi-criteria decision analysis.

VIEIRA, M. V.; BIOTTO, C. N.; ROMCY, N. M. e S. Choosing by Advantages, Sustentabilidade e BIM no Ensino de Projeto: uma proposta de modelo de apoio à tomada de decisão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8795

Keywords: Sustainability. Choosing by Advantages. Building Information Modelling. Systematic Literature Review. Design Teaching.

INTRODUÇÃO

A Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) está inserida no debate atual acerca da urgência climática mundial, tendo em vista seu papel nas emissões de gases de efeito estufa e na utilização de recursos naturais [1], bem como na sua relação com o processo de urbanização da sociedade, devido à crescente concentração de população nas áreas urbanas [2]. Isso gera demanda por decisões de projeto mais orientadas à sustentabilidade, buscando reduzir impactos socioambientais e promover benefícios ecossistêmicos.

Contudo, os problemas de projeto carecem de uma formulação clara, sendo complexos e mal estruturados, envolvendo múltiplos critérios e diversas soluções possíveis [3]. Além disso, sua resolução não tende a ser linear [4], e, em alguns contextos de maior complexidade, como a sustentabilidade, cada solução pode interferir em outros problemas [5].

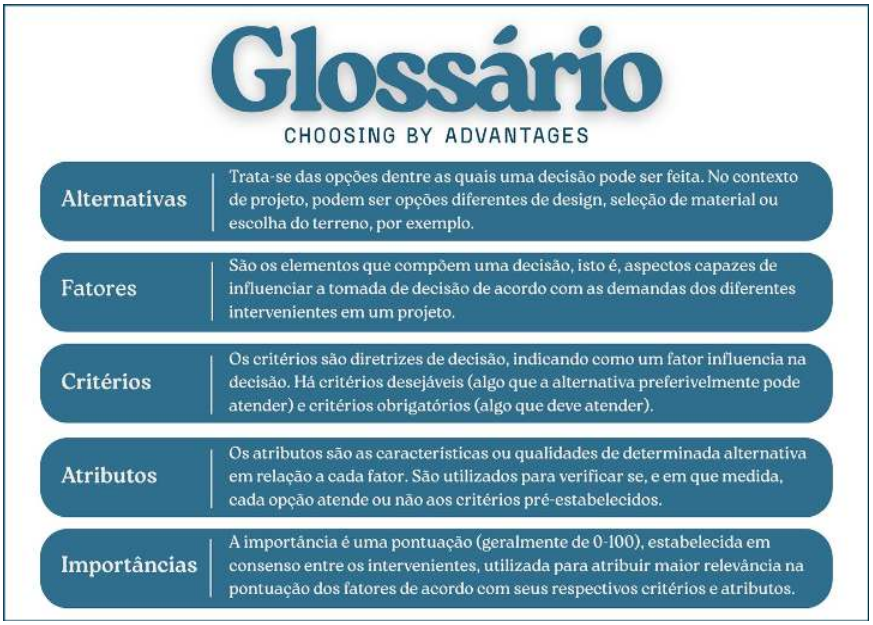
A complexidade é a inter-relação entre múltiplos elementos de um sistema, adotando uma abordagem holística [6]. Essa característica motivou as metodologias de projeto, que, embora inicialmente concebidas de forma linear, seguem relevantes ao estruturar o processo decisório no ensino e na prática profissional, especialmente quando adaptadas às novas tecnologias [7][8].

Os Métodos de Tomada de Decisão Multicritério (*Multi-criteria Decision Making Methods* - MCDM) e os Métodos de Apoio à Tomada de Decisão (*Multi-criteria Decision Analysis Methods* - MCDA) podem apoiar o processo de projeto, nesse contexto [9].

Dentre eles, destaca-se o *Choosing by Advantages* (CBA), que classifica alternativas a partir da comparação das importâncias atribuídas às suas vantagens, associadas a fatores previamente definidos pelas partes interessadas [10; 11]. O método tem sido aplicado em projetos sustentáveis [12] e complementa práticas da Construção Enxuta em processos decisórios colaborativos [13]. A Figura 1 apresenta seus principais termos.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8795

Figura 1: Glossário de termos do método tabular do CBA.



Fonte: Elaboração própria, com base em Arroyo [14].

A avaliação de soluções com base em múltiplos critérios envolve a gestão de grande volume de dados. O *Building Information Modeling* (BIM) possibilita a gestão integrada da informação ao longo do ciclo de vida das edificações, favorecendo a colaboração entre diferentes agentes e o suporte à tomada de decisão [15]. Desse modo, observa-se o potencial de integração entre CBA e BIM no contexto de projetos sustentáveis, bem como sua aplicação no ensino de projeto.

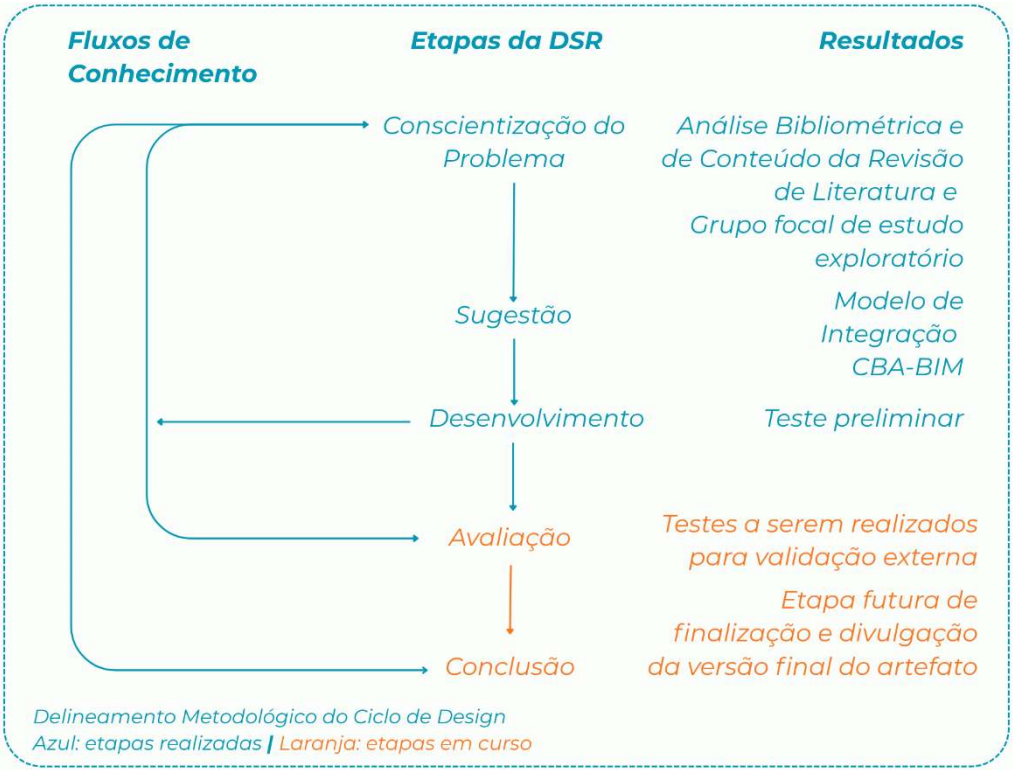
Partindo de uma pesquisa de mestrado em curso que adota a *Design Science Research (DSR)* como abordagem, o estudo tem por objetivo investigar os potenciais e limitações da criação de um artefato de apoio à decisão que integra CBA-BIM no contexto de ensino de metodologia de projetos sustentáveis. Para isso, concentra-se nas etapas de conscientização do problema e de sugestão, estando em curso testes da ferramenta para validação do artefato em futuras publicações.

METODOLOGIA

O estudo é composto por 3 etapas da DSR: *i.* Conscientização do problema, dividido entre Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e estudo exploratório; *ii.* Sugestão, por meio da elaboração de modelo conceitual; *iii.* Desenvolvimento com teste preliminar do modelo conceitual, voltado a uma futura aplicação para validação no contexto de ensino. A figura 2 sintetiza esses passos.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8795

Figura 2: Delineamento metodológico.

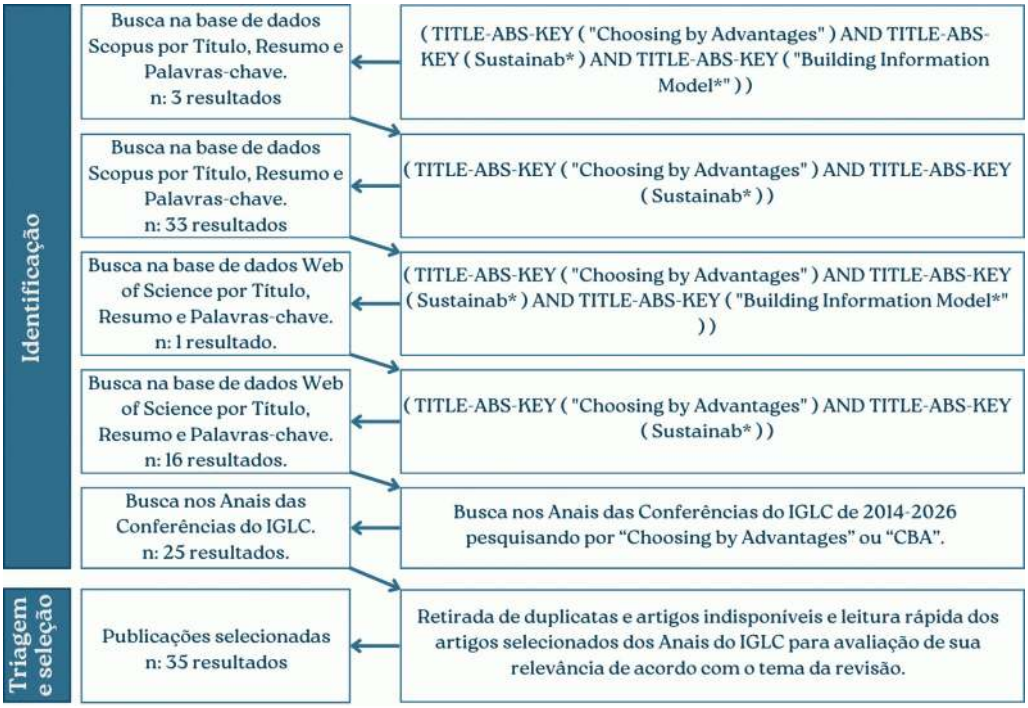


Fonte: Elaboração própria (2026), baseado em Vaishnavi; Kuechler [16].

A investigação das correlações entre sustentabilidade, BIM, CBA e ensino de projeto na literatura (2014-2026) baseou-se em uma RSL conduzida em três etapas: *i.* Identificação, triagem e seleção das publicações; *ii.* Análise bibliométrica; *iii.* Análise de conteúdo.

A busca inicial combinando BIM, CBA e sustentabilidade nas bases Scopus, Web of Science e Anais do IGLC retornou apenas 4 artigos, levando à ampliação por meio da correlação entre sustentabilidade e CBA, com 33 artigos de conferência, 16 de revista e 25 capítulos de livros. A inclusão de termos ligados ao ensino de projeto ("*design studio*", "*studio-based teaching*", "*design teach**", "*design education*") não gerou resultados. Após triagem e remoção de duplicatas, foram selecionadas 35 publicações (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma de RSL.



Fonte: Elaboração própria (2026), com base no PRISMA 2020 [17].

Foram realizadas duas análises: i. análise bibliométrica, com o levantamento de autores mais recorrentes; países de origem de publicação mais recorrentes; estratégias metodológicas mais utilizadas, número de publicações por ano, número de publicações por tipo de documento e co-ocorrência de palavras-chave; ii. análise de conteúdo de estudos que reuniam BIM, CBA e sustentabilidade, bem como um único artigo que discutia o ensino de projeto associado ao CBA.

Para a elaboração do gráfico de co-ocorrência de palavras-chave, utilizou-se o *software Gephi*, a partir das informações de títulos e palavras-chave das publicações selecionadas.

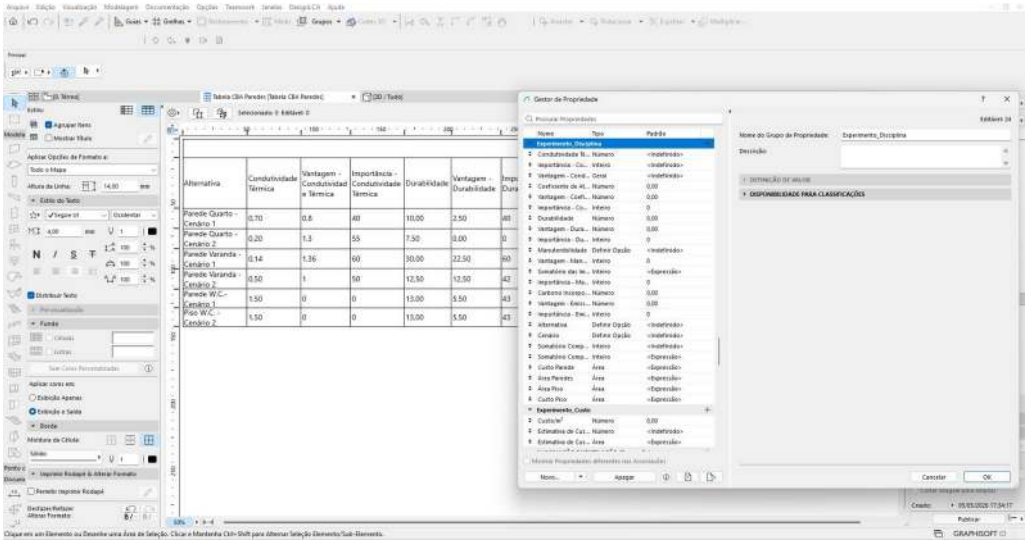
Paralelamente, no semestre 2025.1, um estudo exploratório foi conduzido em uma disciplina de Projeto Urbanístico com 28 estudantes (a maioria do oitavo semestre), organizados em seis equipes. O CBA foi aplicado em dois momentos de decisão: de forma isolada na escolha do recorte espacial do projeto, e associado ao BIM na seleção do material de um elemento para detalhamento, ambos orientados pela perspectiva da sustentabilidade.

No segundo momento, foram criadas propriedades IFC no modelo BIM do projeto para registrar os dados dos fatores de decisão. O objetivo foi avaliar o uso do CBA e do BIM como ferramentas de apoio ao processo de decisão em contexto de ensino, bem como entender as necessidades dos estudantes para o uso e a eficácia do artefato a ser desenvolvido.

Ao final do semestre, realizou-se um grupo focal com os estudantes para compreender suas percepções sobre a integração BIM-CBA da atividade. Com objetivo exploratório e roteiro semiestruturado, as perguntas abordaram facilidade de uso e eficiência da ferramenta no apoio à decisão, sendo aprofundadas flexivelmente a partir das respostas para captar observações espontâneas.

A partir desses resultados, elaborou-se o modelo de integração compatível com o ArchiCAD, *software* mais utilizado pelos estudantes. Os dados do CBA foram incorporados ao modelo BIM por meio da criação de propriedades customizadas associadas aos elementos construtivos, permitindo relacionar atributos dos materiais aos critérios de decisão e viabilizar a comparação entre alternativas diretamente no ambiente do ArchiCAD (Figura 4).

Figura 4: Integração dos dados do CBA ao modelo BIM, por meio de propriedades associadas aos elementos no ArchiCAD e geração de tabela CBA a partir dos dados do modelo.



Fonte: Elaboração própria (2026).

O artefato foi testado preliminarmente em um modelo compatível com o estudo de caso para validação futura, a ser realizado em disciplina com 27 alunos de graduação (a maioria do 4º semestre), na qual dois cenários para um mesmo ambiente residencial são desenvolvidos e comparados com critérios sustentáveis.

A partir da correlação entre os resultados de cada etapa com o teste preliminar, foi possível discutir os potenciais e limitações encontradas no artefato, que deverão ser validados por meio de oficinas com alunos e profissionais.

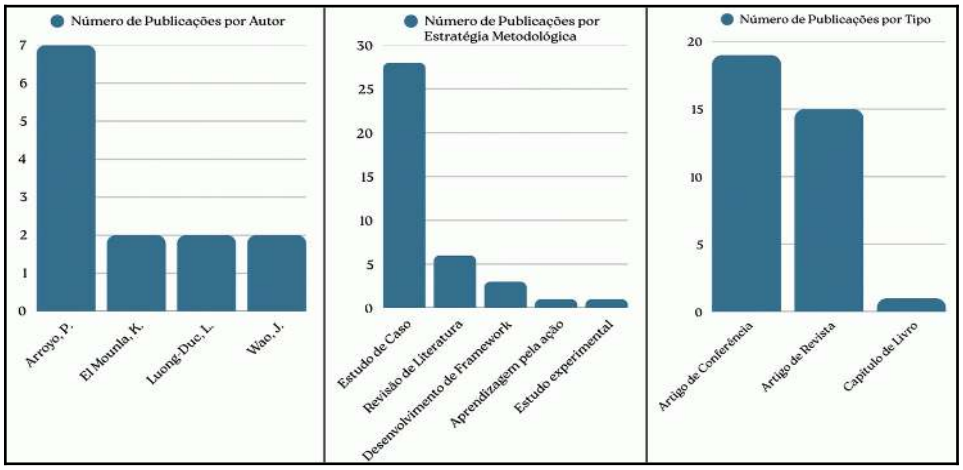
RESULTADOS

A seção de resultados documenta os dados levantados na RSL, o modelo de integração de CBA e BIM, e o seu teste preliminar em um modelo de suíte com varanda compatível com a atividade da disciplina em que será realizada uma atividade de teste e validação com alunos de graduação, por meio da plataforma BIM ArchiCAD.

CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA

Na RSL, destacaram-se autores com mais de uma publicação sobre o tema (Figura 5a), indicando consistência na produção científica. Predominaram estudos de caso, revisões de literatura e propostas de frameworks, com maior frequência de artigos de conferência, seguidos por artigos de revista (Figuras 5b e 5c).

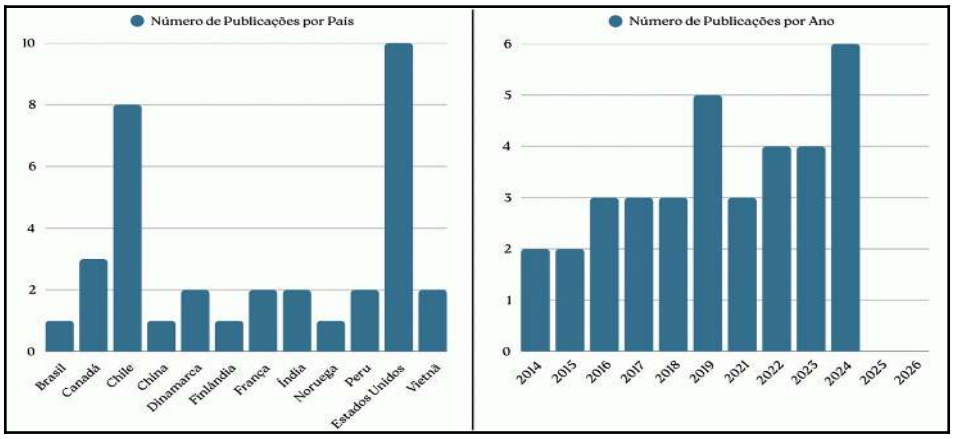
Figura 5 (a, b e c): Autoria mais recorrente – considerando apenas primeiros autores –, estratégias metodológicas utilizadas nas publicações e número de publicações por tipo de documento, respectivamente.



Fonte: Elaboração própria (2026).

Concentram-se principalmente nas Américas do Norte e do Sul, com destaque para Estados Unidos e Chile, embora exista diversidade de países (Figura 6a). Observa-se crescimento de estudos ao longo dos anos, com variações pontuais (Figura 6b). Não se identificou publicações nos anos de 2025-2026.

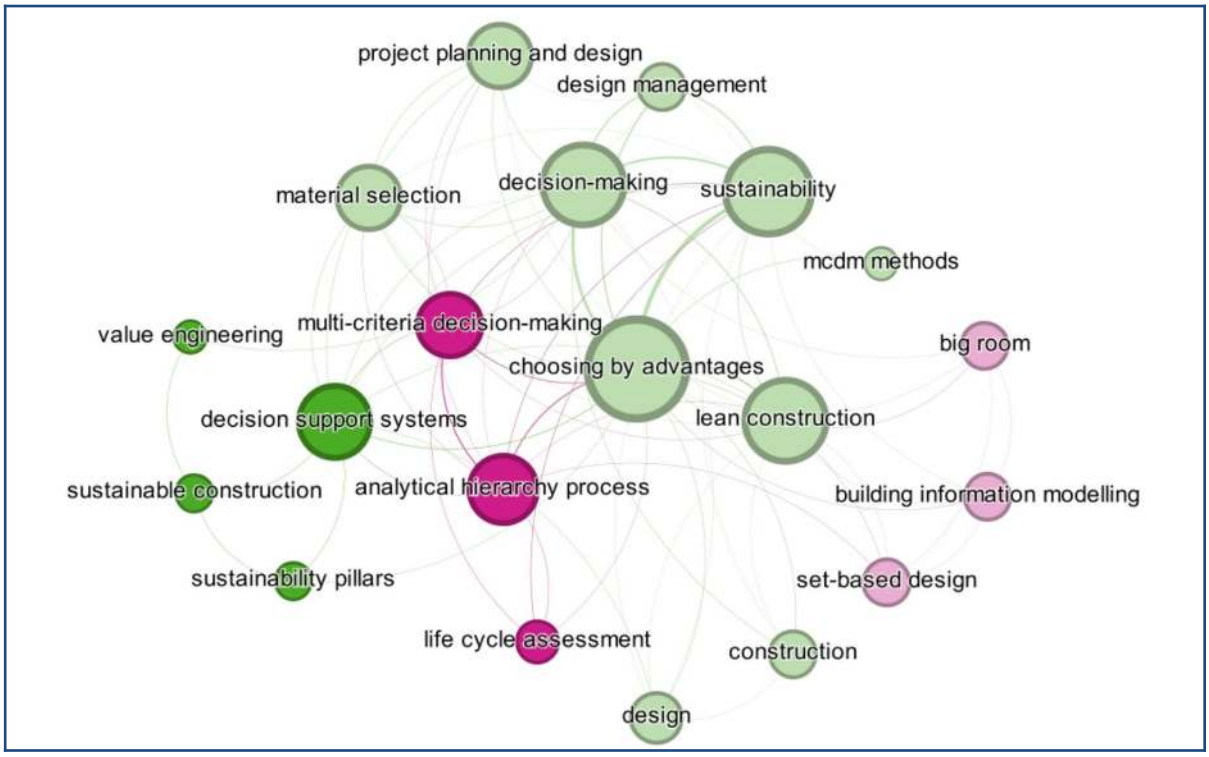
Figura 6 (a, b): Número de publicações por ano e número de publicações por país.



Fonte: Elaboração própria (2026).

A análise de co-ocorrência de palavras-chave (Figura 7) evidencia a centralidade do CBA em relação à sustentabilidade, à tomada de decisão e à construção enxuta. Observa-se também sua associação com outros métodos, como o Analytical Hierarchy Process (AHP), e sua aplicação com abordagens como *Set-Based Design* e *Big Room*.

Figura 7: Gráfico de co-ocorrência de palavras-chave



Fonte: Elaboração própria (2026).

Para a análise de conteúdo, selecionou-se seis estudos que integram sustentabilidade, CBA e BIM, bem como dois que apresentam a relação do CBA com o ensino de projeto sustentável.

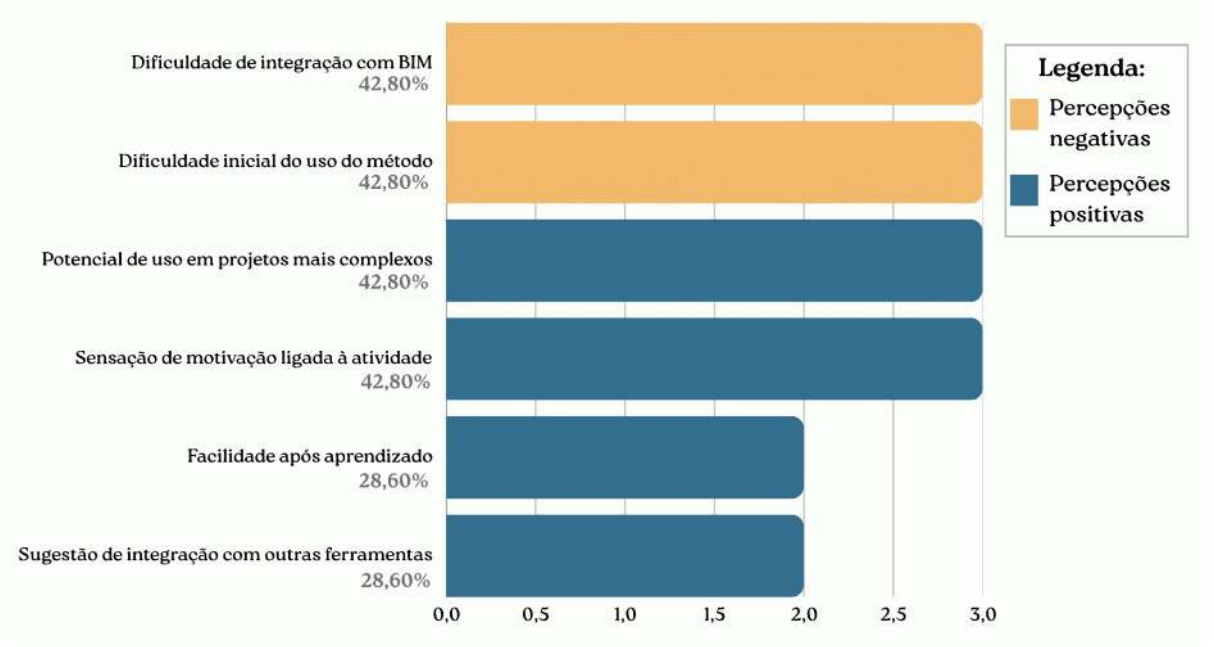
Destaca-se o potencial do BIM em simulações de conforto térmico e eficiência energética [18; 19; 20], bem como na integração com a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), contribuindo na gestão de dados para apoio decisório via CBA [21], embora existam limitações de interoperabilidade e adoção do BIM na América Latina e Caribe. Foi aplicado com CBA também em avaliações de leiaute [22] e de alternativas de paredes divisórias [23], considerando fatores como energia incorporada e durabilidade.

Além disso, um trabalho discute os desafios e aprendizados de uma experiência de ensino de ensino de projeto usando o CBA e trabalhando com critérios sustentáveis [24]. Nesse caso, os alunos foram orientados a se imaginar em diferentes papéis de intervenientes, a fim de simular um contexto real de projeto. Em outro estudo, o CBA foi comparado ao método *Weighting*, *Rating and Calculating* (WRC) em estudo de caso com alunos de mestrado, indicando seu potencial de uso para o ensino e prática [25].

A pesquisa de El Mounla, Beladjine e Beddiar [18; 19] avança significativamente no desenvolvimento de uma ferramenta que automatiza a seleção e a avaliação de opções de materiais para isolamento térmico, combinando os dados BIM via IFC0 e o software de simulação energética Pléiades aos seguintes métodos compatíveis com os princípios Lean: *i.* Big Room; *ii.* Set-Based Design; e *iii.* Choosing by Advantages. A combinação supera limitações individuais de cada método, viabilizando decisão multicritério com múltiplas alternativas e colaboração ágil entre intervenientes.

Concomitantemente, os resultados do grupo focal do estudo exploratório apoiaram o desenvolvimento do artefato, registrando-se as observações de 7 participantes, representantes das 6 equipes. A partir de similaridades nas respostas, elaborou-se um gráfico de percepções sobre a integração BIM-CBA (Figura 8), em que cada barra representa o número de estudantes por categoria, podendo um mesmo estudante aparecer em mais de uma.

Figura 8: Percepções dos alunos sobre o teste de integração do BIM com CBA



Fonte: Elaboração própria (2026).

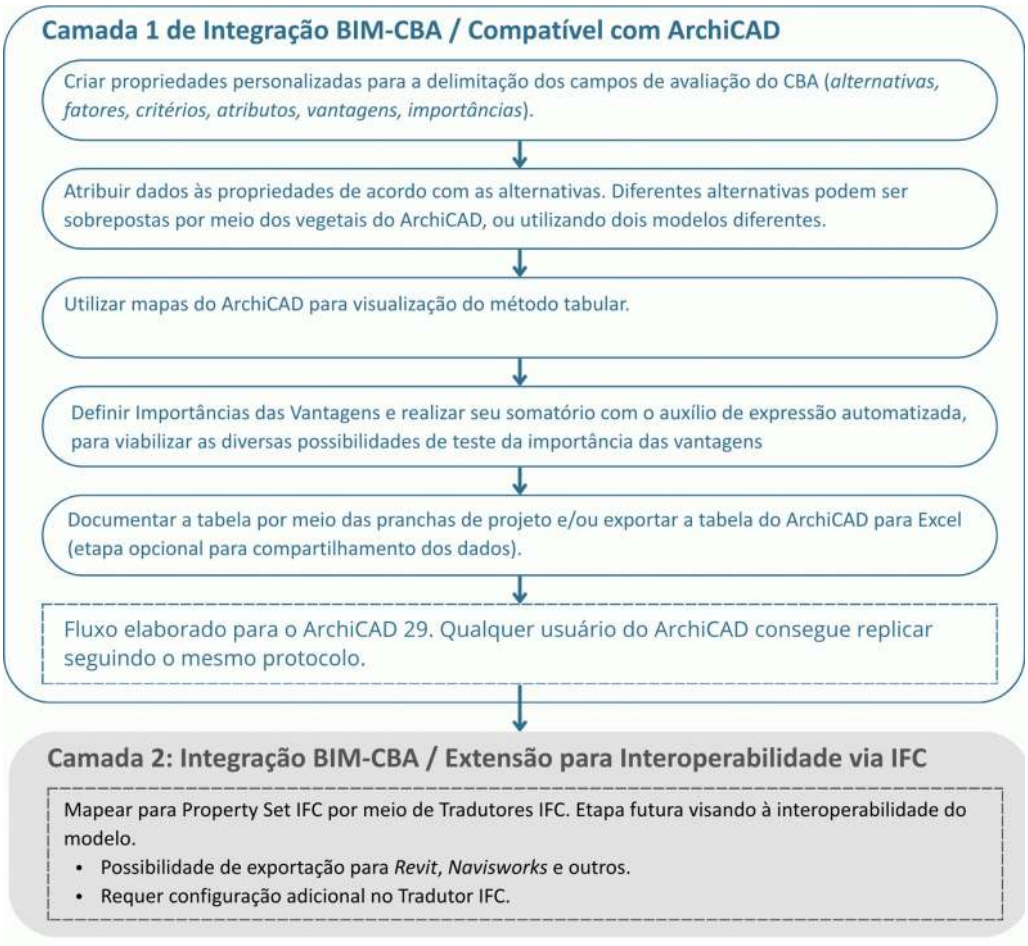
Três de sete participantes relataram dificuldade na integração com BIM, indicando baixa usabilidade. A mesma quantidade de alunos relatou dificuldade inicial com o método, especialmente com o CBA, e com o uso do IFC, estando essa resposta relacionada com a questão da integração.

Como pontos positivos, destacaram-se sugestões de integração com outras ferramentas, como SIG, e relatos de maior facilidade após a curva de aprendizado, além de interesse e motivação com a atividade. Esses aspectos indicam potencial da integração BIM-CBA para o ensino de projeto, desde que ajustes práticos fossem desenvolvidos.

SUGESTÃO

Assim, elaborou-se um modelo para a integração direta do CBA com a plataforma BIM do ArchiCAD, por meio das propriedades nativas ou personalizadas exportáveis via IFC (Figura 9). Em seguida, apresenta-se um teste preliminar em projeto de ambiente residencial, que será testado posteriormente com os estudantes da disciplina.

Figura 9: Modelo de Integração BIM-CBA



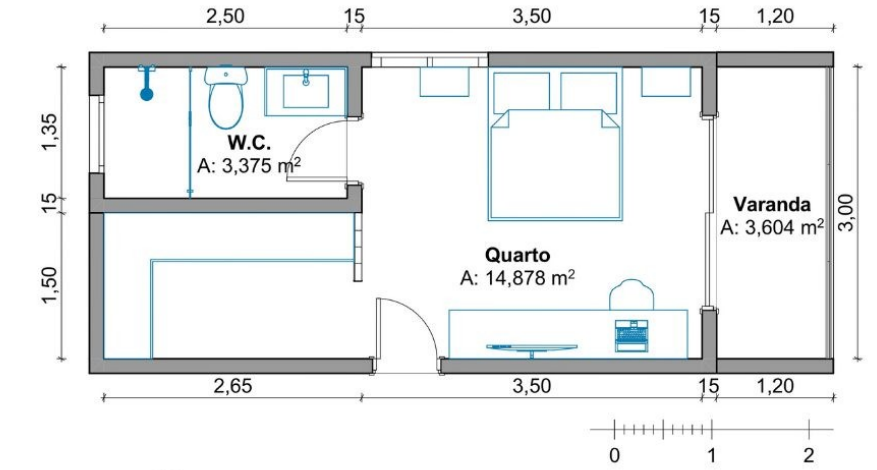
Fonte: Elaboração própria (2026).

DESENVOLVIMENTO

Um modelo de quarto com banheiro e varanda organizado em duas versões com materiais distintos foi usado como experimento inicial da ferramenta (Figura 10), seguindo padrão similar aos projetos da disciplina em que se pretende testá-lo. Foi criado também um banco de dados com superfícies e materiais organizados nas categorias da disciplina.

Figura 10: Planta baixa do modelo e perspectiva isométrica das duas alternativas testadas.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8795



1 Planta Baixa - Modelo Prototipal para Teste da Ferramenta



02 Perspectiva Isométrica das Duas Alternativas

Fonte: Elaboração própria (2026).

O experimento foi dividido em três etapas: comparação entre alternativas de piso, de parede e do somatório das importâncias de ambos os cenários em relação ao custo por m². Os fatores de avaliação podem ser considerados sustentáveis, uma vez que têm relação com os aspectos ambientais, sociais, tecnológicos e econômicos [26], sendo estes: condutividade térmica, durabilidade, manutenibilidade e emissão de carbono. Os dados foram obtidos do catálogo do ArchiCAD, *sites* de construção, NBR 15220-2 [27], fichas técnicas de revestimentos e *Environmental Product Declarations* (EPDs).

A partir do teste com o CBA dentro da interface BIM, comparou-se uma estimativa de custo dos dois cenários, baseada nas áreas do modelo e no custo por m² dos materiais, com o somatório de importâncias atribuídas às vantagens ligadas aos fatores

previamente citados. Assim, verificou-se a viabilidade da ferramenta, focando especialmente em um teste a ser realizado no contexto de ensino de projeto.

Figura 11: Tabela CBA gerada a partir dos Mapas do ArchiCAD.

Tabela CBA - Pisos

Alternativa	Condutividade Térmica	Vantagem - Condutividade Térmica	Importância - Condutividade Térmica	Durabilidade	Vantagem - Durabilidade	Importância - Durabilidade	Carbono Incorporado	Vantagem - Emissão de Carbono	Importância - Emissão de Carbono	Manutenibilidade	Vantagem - Manutenibilidade	Importância - Manutenibilidade	Somatório das Importâncias
Piso Quarto - Cenário 1	1,00	0,86	45	28,00	0,00	65	0,21	2,89	100	Baixa	0	0	210
Piso Quarto - Cenário 2	0,14	0	0	12,00	0,00	0	3,10	0,00	0	Alta	0	40	40
Piso Varanda - Cenário 1	2,80	2,66	60	50,00	0,00	80	0,63	2,47	80	Média	0	30	250
Piso Varanda - Cenário 2	1,00	0,86	45	40,00	0,00	75	0,21	2,89	100	Média	0	30	250
Piso W.C. - Cenário 1	1,50	1,36	50	13,00	0,00	60	0,48	0,72	90	Média	0	30	230
Piso W.C. - Cenário 2	1,50	1,36	50	13,00	0,00	60	0,57	0,63	90	Alta	0	40	240

Tabela CBA - Paredes

Alternativa	Condutividade Térmica	Vantagem - Condutividade Térmica	Importância - Condutividade Térmica	Durabilidade	Vantagem - Durabilidade	Importância - Durabilidade	Carbono Incorporado	Vantagem - Emissão de Carbono	Importância - Emissão de Carbono	Manutenibilidade	Vantagem - Manutenibilidade	Importância - Manutenibilidade	Somatório das Importâncias
Parede Quarto - Cenário 1	0,70	0,8	40	10,00	2,50	40	0,22	0,98	93	Alta	0	40	213
Parede Quarto - Cenário 2	0,20	1,3	55	7,50	0,00	0	1,20	0,00	0	Média	0	30	85
Parede Varanda - Cenário 1	0,14	1,36	60	30,00	22,50	60	0,06	1,14	100	Baixa	0	0	220
Parede Varanda - Cenário 2	0,50	1	50	12,50	12,50	42	0,30	0,90	90	Alta	0	40	222
Parede W.C.- Cenário 1	1,50	0	0	13,00	5,50	43	0,48	0,72	83	Média	0	30	156
Piso W.C. - Cenário 2	1,50	0	0	13,00	5,50	43	0,57	0,63	80	Média	0	30	153

Análise Custo-Benefício

Cenário	Somatório Composição	Estimativa de Custo Total
Cenário 1	1279	14710,72
Cenário 2	990	10186,00

Fonte: Elaboração própria (2026).

A ferramenta possibilita uma visualização simultânea do modelo em relação aos atributos, vantagens e importâncias dos fatores e o custo, favorecendo um processo decisório mais intuitivo, transparente e baseado em dados, com potencial pedagógico para ensino de projeto.

DISCUSSÃO CONCLUSIVA

A análise bibliométrica proporcionou a compreensão do contexto em que a pesquisa e seus principais conceitos estão inseridos na literatura dos últimos 10 anos, indicando a presença de outros estudos de desenvolvimento de *framework* ou artefato de apoio à decisão que envolvem CBA, sustentabilidade e BIM. Além disso, observa-se somente um estudo desenvolvido no Brasil, indicando a relevância de desenvolver o estudo para o contexto brasileiro.

A análise de conteúdo indica a lacuna da implementação do BIM na América Latina e Caribe e destaca potencialidades a serem exploradas, como o uso do BIM e CBA para eficiência energética, comparação de leiautes, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), escolha de materiais de paredes divisórias. Observa-se também bons resultados na integração com outros métodos de apoio à decisão, o que é corroborado pelo gráfico de co-ocorrência de palavras-chave. Além disso, o uso de CBA para atividades de ensino de projeto em grupo com critérios de sustentabilidade foi eficazmente aplicado na literatura.

Observa-se interesse crescente nas pesquisas sobre integração BIM-CBA no campo da sinergia BIM-Lean, porém o reduzido volume de publicações e o recente desenvolvimento de artefatos para esse fim evidenciam lacunas a serem investigadas. O desenvolvimento de uma ferramenta BIM-CBA integrada para o ensino de projeto sustentável e inserida em uma plataforma BIM ainda não foi desenvolvido, mas apresenta potenciais benefícios de acordo com a literatura revisada, justificando-se, portanto, o desenvolvimento do artefato apresentado. Por outro lado, o modelo integrado de BIM-CBA em desenvolvimento para apoio a decisões de projetos sustentáveis, necessita de aplicações para validação de sua eficácia e usabilidade.

Nesse sentido, observa-se o objeto de aplicação do teste preliminar, o contexto em que será validado, e os fatores de sustentabilidade selecionados como convergências do que está sendo desenvolvido em relação ao observado na RSL, ao passo em que diverge no formato de elaboração do modelo (Figura 9).

Além disso, existem alguns pontos em desenvolvimento, que devem ser desenvolvidos para mitigar as dificuldades observadas no estudo exploratório: a simplificação da comparação de diferentes combinações de decisão, a automatização de alguns cálculos da tabela, como o das vantagens, a ampliação de um banco de dados de materiais, e a segunda camada de interoperabilidade com exportação via IFC, que pode levar à utilização do método em outras interfaces BIM. Esse último ponto deve ser verificado em outros programas, sendo esta uma limitação do trabalho e, concomitantemente, um ponto para investigação futura.

Investigar como o BIM associado ao CBA pode apoiar o ensino de projeto orientado à sustentabilidade constitui um problema de pesquisa relevante, alinhado ao cenário atual e à literatura revisada, e apoiado pelas observações da experiência prática do estudo exploratório.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro fornecido para o desenvolvimento deste trabalho.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, a primeira autora utilizou a ferramenta de Inteligência Artificial Claude, na versão gratuita do Claude Sonnet 4.6, como apoio na revisão de texto, auxílio na categorização de dados do grupo focal a na estruturação dos arquivos de nós e arestas utilizados na elaboração do gráfico de co-ocorrência de palavras-chave. Após a utilização da ferramenta, as autoras revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Status Report for Buildings and Construction - Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector**. *[S.l.: S.n.]*. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/45095>.

[2] UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. **World Cities Report 2024**. *[S.l.: S.n.]*. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/11/wcr2024_-_full_report.pdf>.

[3] REITMAN, W. **Cognition and Thought**. New York: Wiley, 1965.

[4] SIMON, H. The Structure of Ill-structured Problems. *In*: **Developments in Design Methodology**. *[S.l.]*: Nigel Cross, 1984.

[5] RITTEL, H.; WEBBER, M. Planning Problems are Wicked Problems. *In*: **Developments in Design Methodology**. *[S.l.]*: Nigel Cross, 1984. p. 135–144.

[6] MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed ed. Porto Alegre (RS): Sulina, 2007.

[7] CROSS, Nigel. **Developments in Design Methodology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Ltd, 1984.

[8] LAWSON, Bryan. **How Designers Think: The Design Process Demystified**. Amsterdam: Elsevier Architectural Press, 2005.

[9] LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. **Metamodelo para integração de multidesempenhos em projeto de arquitetura**. Tese de Doutorado—Campinas, SP: Unicamp, 5 jun. 2016.

[10] ARROYO, Paz. **Exploring Decision-Making Methods for Sustainable Design in Commercial Buildings**. Tese de Doutorado—Berkeley, California, USA: University of California, 2014.

[11] SUHR, Jim. **The Choosing by Advantages Decisionmaking System**. Westport, CT: Quorum, 1999.

[12] BESIKTEPE, D.; OZBEK, M. E.; ATADERO, R. A. Choosing by Advantages Application Areas in Facilities Management: A Literature Review. *In*: IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. **Anais**... 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85160245317&doi=10.1088%2F1755-1315%2F1176%2F1%2F012028&partnerID=40&md5=a9167df4bb0abd73b5d2565554a06f23>

[13] PARRISH, Kristen; TOMMELEIN, Iris. Making design decisions using choosing by advantages. **Proceedings of IGLC17: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, p. 501–510, 1 jan. 2009.

[14] ARROYO, Paz; TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, Glenn. Selecting Globally Sustainable Materials: A Case Study Using Choosing by Advantages. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 2, p. 05015015, fev. 2016.

[15] SUCCAR, Bilal. **Building Information Modelling: conceptual constructs and performance improvement tools**. *[S.l.: S.n.]*.

[16] VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. Introduction to Design Science Research in Information and Communication Technology. In: VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Science Research Methods and Patterns**. Atlanta: Auerbach Publications, 2007. cap. 2, p. 7-30.

[17] PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, p. n71, 29 mar. 2021.

[18] LUONG-DUC, L.; DO-DUY, L.; TRUONG-NGOC, S. Combining Building Information Modeling (BIM) and Choosing by Advantages (CBA) to Optimally Select Sustainable Design-Construction Solutions for Building Envelope. *In*: LECTURE NOTES IN CIVIL ENGINEERING. **Anais**... 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85180152379&doi=10.1007%2F978-981-99-7434-4_43&partnerID=40&md5=ac8d8ff2f4dcb60fe66d906433c37bf2>

[19] EL MOUNLA, K.; BELADJINE, D.; BEDDIAR, K. LEAN-BIM SYNERGY IN THE CONSTRUCTION DESIGN PHASE: AUTO-GENERATION AND EVALUATION OF THERMAL ALTERNATIVES. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, IGLC. **Anais**... 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105006416337&doi=10.24928%2F2024%2F0121&partnerID=40&md5=61226ed8e0f5a3b7ec46299be1e087ad>

[20] EL MOUNLA, K.; BELADJINE, D.; BEDDIAR, K. Integrating BIM with Lean Principles for Enhanced Decision-making: Optimizing Insulation Material Selection in Sustainable Construction Project. **Energy Informatics**, v. 8, n. 1, 2025.

[21] VÁZQUEZ-ROWE, I. *et al.* A Method to Include Life Cycle Assessment Results in Choosing by Advantage (CBA) Multicriteria Decision Analysis. A Case Study for Seismic Retrofit in Peruvian Primary Schools. **SUSTAINABILITY**, v. 13, n. 15, ago. 2021.

[22] SAHADEVAN, Vijayalaxmi; VARGHESE, Koshy. AHP and CBA Application to Layout Design: A Case of Classroom Layout Assessment. *In*: 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). **Anais**... Dublin, Ireland: 3 jul. 2019. Disponível em: <http://iglc.net/Papers/Details/1704>. Acesso em: 25 jun. 2025

[23] MOMENIFAR, Samaneh; CHEN, Yuxiang; HAMZEH, Farook. A Hybrid Decision Support System for Partition Walls. **Buildings**, v. 14, n. 9, p. 2738, 31 ago. 2024.

[24] DEVKAR, Ganesh; TRIVEDI, Jyoti; PANDIT, Devanshu. Teaching Choosing by Advantages: Learnings & Challenges. *In*: 26TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. **26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Chennai, India: 18 jul. 2018.

[25] WAO, J. O. Value Engineering Evaluation Method for Sustainable Construction. *In*: AEI 2017: RESILIENCE OF THE INTEGRATED BUILDING - PROCEEDINGS OF THE ARCHITECTURAL ENGINEERING NATIONAL CONFERENCE 2017. **Anais**... 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050295046&doi=10.1061%2f9780784480502.091&partnerID=40&md5=98e3fea19902e8160844efd7647821e4>

[26] BHUIYAN, M. M. A.; SULLE, A.; HAMMAD, A. APPLICATION OF CHOOSING BY ADVANTAGE (CBA) TO SELECT MOST SUSTAINABLE PROJECT, METRO EXTENSION CASE STUDY. *In*: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION. **Anais**... 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85136085080&doi=10.14455%2fISEC.2022.9%281%29.CPM-03&partnerID=40&md5=5489aeac43ea52288867bba611ea3c99>

[27] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2: desempenho térmico de edificações — parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.