ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

GREEN BIM no ensino de graduação de arquitetura e engenharias: revisão da literatura

GREEN BIM in undergraduate architecture and engineering education: literature review

Maria Paula Dunel
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | mdunel@ufba.br

Resumo

A metodologia *BIM* aliada à sustentabilidade é denominada *Green BIM*. Este fenômeno surge para otimizar recursos, reduzir a poluição, promover a sustentabilidade e melhorar a saúde humana. Tendo como base as novas funções do arquiteto mediante o uso do *BIM* frente a demanda de edificações com soluções sustentáveis, é evidente que a formação do futuro profissional precisa acompanhar essa transformação, considerando que deve haver uma relação entre o que se ensina nas escolas de arquitetura e engenharias e a prática profissional. O objetivo deste artigo é identificar, categorizar e analisar publicações científicas relacionadas ao *Green BIM* com aplicação no ensino, através da Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O estudo retornou 73 trabalhos no total, e, após a triagem, foram identificados 13 trabalhos com foco no Green BIM e no ensino. As pesquisas foram analisadas e divididas entre métodos de ensino Green BIM, experimentações, estudo de casos e revisão da literatura, propondo direcionamentos no campo de estudo para futuras pesquisas. Assim, este trabalho pretende contribuir para a estruturação do conhecimento e como guia para pesquisadores e profissionais do ensino na arquitetura e engenharias.

Palavras-chave: Green BIM. Ensino. BIM. Sustentabilidade.

Abstract

The BIM methodology combined with sustainability is called Green BIM. This phenomenon arises to optimize resources, reduce pollution, promote sustainability and improve human health. Based on the new functions of the architect through the use of BIM in the face of the demand for buildings with sustainable solutions, it is clear that the training of future professionals needs to accompany this transformation, considering that there must be a relationship between what is taught in architecture schools and engineering and professional practice. The objective of this article is to identify, categorize and analyze scientific publications related to Green BIM with application in teaching, through the Systematic Literature Review (RSL). The study returned 73 works in total, after screening 13 works were identified focusing on Green BIM and teaching. The research was analyzed and divided between Green BIM teaching methods, experiments, case studies and literature review, proposing directions in the field of study for future research. Thus, this work intends to contribute to the structuring of

Como citar:
DUNEL, M.P. GREEN BIM no ensino de graduação de arquitetura e engenharias: uma revisão da literatura ENTAC 2024. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

knowledge and as a guide for researchers and teaching professionals in architecture and engineering.

Keywords: Green BIM. Teaching. BIM. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Building Information Modelling (BIM) "*é um conjunto de tecnologias, processos e políticas, que quando integrados permite o trabalho colaborativo de criação e utilização dos modelos digitais em qualquer etapa do ciclo de vida da edificação"* [1].

Atualmente existe uma demanda crescente por arquitetos e engenheiros especializados na tecnologia *BIM* por parte de empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) no Brasil, além da implementação gradual do seu uso no âmbito da Administração Pública. Aliado ao crescimento tecnológico no setor da AEC, existe, em paralelo, uma preocupação com os impactos ambientais provocados pelo contínuo crescimento populacional, refletindo, no âmbito da AEC, no crescimento das edificações e no consumo de energia. Como medida preventiva, a indústria da construção civil vem buscando a adoção de soluções sustentáveis que certamente influenciam nos modos de pensar e de projetar a arquitetura [2].

Em termos de união entre assuntos: *BIM* e sustentabilidade surge o *"Green BIM" ou "BIM verde",* que trata de inovações e melhorias em projetos de edifícios verdes em todas as fases do ciclo de vida do edifício e facilitando a integração de práticas sustentáveis desde o início do processo de projeto. O *Green BIM*, permite, através da capacidade de armazenar informações ambientais, e gerenciar os dados digitais da edificação, assim como também dá suporte à análise e avaliação de edifícios verdes, a partir de simulações de iluminação, ventilação, desempenho, acústica etc.; otimizando o processo, auxiliando a tomada de decisão e instigando a convergência para uma solução otimizada [3].

Tendo como base as novas funções do arquiteto mediante o uso do *BIM* frente a demanda de edificações com soluções sustentáveis, é evidente que a formação do futuro profissional precisa acompanhar essa transformação, considerando que deve haver uma relação entre o que se ensina nas escolas e a prática profissional. Isso porque, as diretrizes curriculares determinam os conhecimentos e as aptidões dos profissionais formados, sobretudo do *Green BIM*, para a construção de competências em conhecimentos e habilidades *BIM* dos novos profissionais frente ao mercado, que cada vez é mais competitivo e exigente [4].

Diante disto, este estudo propõe identificar, analisar e categorizar as publicações internacionais de *Green BIM* no ensino por meio da Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Dessa forma, pretende-se contribuir para a organização do conhecimento e para a orientação de futuras pesquisas.

MÉTODO DE TRABALHO

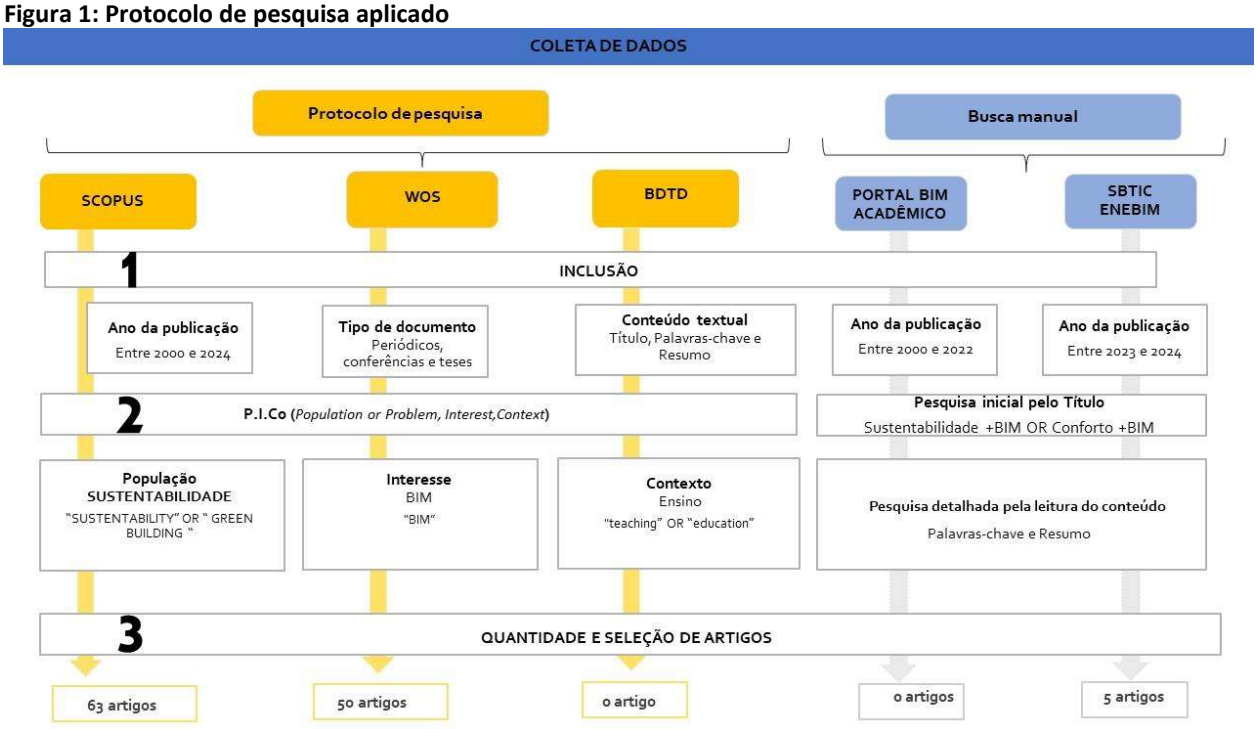
A RSL, adotada como o método de pesquisa, objetiva uma visão geral sobre o que está sendo pesquisado no mundo sobre determinado assunto. É um tipo de "investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis" [5]. Para a realização desta RSL, foram estabelecidas duas etapas: Coleta de dados e Análise dos dados.

COLETA DE DADOS

O protocolo de pesquisa foi realizado com base no método PICo (*Population or Problem, Interest, Context*) voltado para estudos qualitativos, e que funciona como auxílio na construção de "uma pergunta de pesquisa" e na "busca de evidências" [6]. O referido protocolo foi aplicado nas bases de dados *Web of Science (WOS), Scopus* e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Adicionalmente, foi feita uma busca manual no Portal *BIM* Acadêmico, entre os anos 2000 e 2022, e por fim, uma complementação dos anos 2023 e 2024 diretamente nos anais do Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção (SBTIC) e do Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM).

Foram realizadas as buscas nos títulos, resumo e palavras chaves nas bases citadas. Inicialmente foi aplicado um protocolo para encontrar e avaliar os trabalhos que tratem sobre *Green BIM* e ensino. Devido ao número reduzido de trabalhos encontrados com o protocolo inicial, a pesquisa foi ampliada para abranger três temas: Sustentabilidade, BIM e Ensino. A Figura 1 apresenta o protocolo utilizado na pesquisa.

Figura 1: Protocolo de pesquisa aplicado



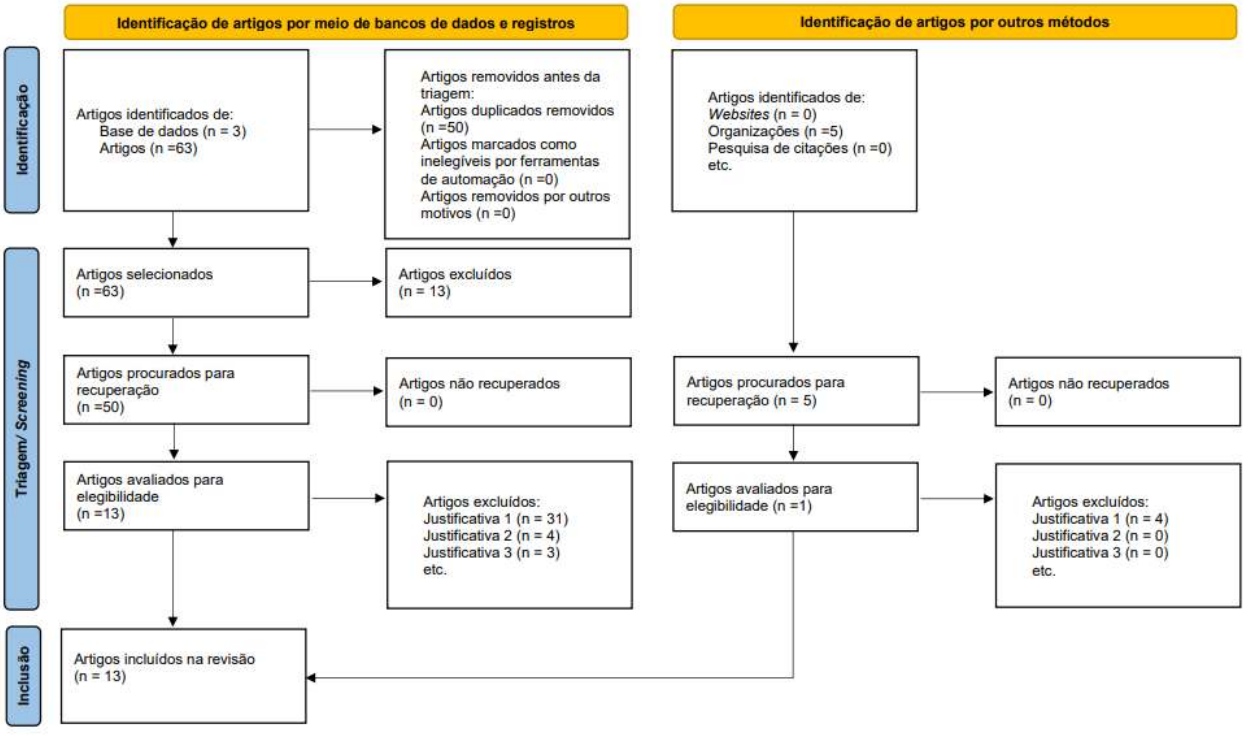
Fonte: a autora.

PROCESSO DE EXCLUSÃO

Uma vez aplicado o protocolo de pesquisa nos bancos de dados, detectaram-se 63 publicações na plataforma *Scopus*, 50 publicações na plataforma *Web of Science* e 0 tese de doutorado na BDTD. Foram coletadas 04 publicações no ENEBIM e 01 publicação de revisão da literatura no SBTIC da edição 2023. Dentro do Portal *BIM* não existem trabalhos relacionados ao tema em questão. Em seguida, foram removidos os artigos duplicados e, uma vez aplicado o processo de triagem nesta etapa, as publicações foram analisadas com base no conteúdo do título, resumo e palavras-chaves.

Após a leitura dos resumos de todos os artigos, foi feita a triagem aplicando as justificativas de exclusão: i) artigos que tratam apenas de BIM, ii) artigos que tratam de *Green BIM*, mas não tratam de aplicação no ensino, iii) artigos que não estão disponíveis de forma gratuita para *download*, iv) artigos inseridos dentro de um outro artigo de revisão da literatura, e v) artigos que tratam de *Green BIM* e de ensino, mas não de forma integrada. No total foram incluídos 13 artigos para análise. (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma do processo de seleção da literatura



Fonte: a autora.

ANÁLISE DE DADOS

Nesta etapa, as publicações foram analisadas com base no conteúdo completo de cada artigo. A análise de dados foi dividida em:

- Quantitativa: Os artigos selecionados foram analisados com base nos parâmetros científicos gerais das publicações, isto é, por ano, autor, distribuição geográfica e coocorrências de termos em palavras-chave.

- Qualitativa: Os artigos selecionados tiveram os seus conteúdos analisados de forma mais aprofundada, tendo sido proposto pela autora uma tabela com a categorização das publicações revisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE QUANTITATIVA

A pesquisa retornou um total de 51 autores, que foram analisados do ponto de vista geográfico e temporal (Tabela 1). Foi possível identificar que os autores não se relacionam entre si. Também se verificou que não existe um país que lidera em número de publicações. Estados Unidos, Espanha e China são os países que possuem duas publicações. Os Estados Unidos têm as publicações mais antigas (2012 e 2014), enquanto que as publicações mais novas correspondem à África do Sul e ao Brasil. Também foi possível detectar que no ano de 2022 teve o maior número de publicações, com 04 em diferentes países (China, Espanha, Singapura e Nova Zelândia).

Tabela 01: Artigos selecionados após triagem para análise

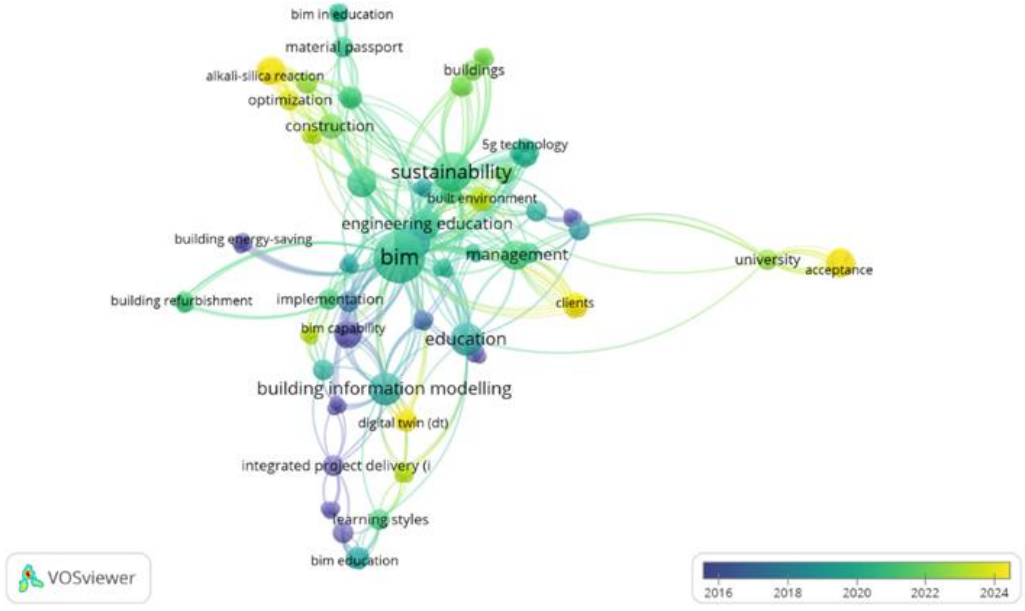
Título	Pais da Instituição Universitária	Ano
Eficácia do método de ensino Green-BIM no currículo de educação em construção	Estados Unidos	2014
Tecnologias de Eficiência Energética nos Programas Educacionais das Escolas Superiores de Arquitetura	Rússia	2020
Aplicação BIM para ambientes e soluções de ensino sustentáveis no contexto da COVID-19	Espanha	2021
Usando BIM para ensinar projeto e construção de edifícios sustentáveis	Estados Unidos	2012
BIM e Educação em Sustentabilidade: Incorporando Necessidades Instrucionais no Planejamento Curricular em Programas CEM Credenciados pela ACCE	China	2016
Estudo verde baseado em BIM sobre o desempenho verde de edifícios universitários no norte da China	China	2022
Design baseado em dados como veículo para educação em BIM e sustentabilidade	Canadá	2019

BIM para a realização de modelos digitais sustentáveis em um ambiente de aprendizagem colaborativa universidade-empresa: avaliação do uso e percepção dos alunos	Espanha	2022
Otimização de projeto por meio de passaportes de materiais com suporte BIM	Áustria	2020
Experiências de implementação da sustentabilidade num curso de engenharia civil da Universidade de Agder	Noruega	2017
Inovação no ensino universitário na perspectiva do desenvolvimento sustentável: a construção e a prática de doze anos do sistema 2P3E4R	Singapore	2022
História da Arquitetura e Educação em Patrimônio Arquitetônico Sustentável: Digitalização do Patrimônio na Nova Zelândia	New Zealand	2022
Revisão sistemática de literatura: o uso de BIM no ensino de conforto	Brasil	2023

Fonte: a autora.

A análise de palavras-chave dos trabalhos também foi conduzida nesta pesquisa (Figura 3). Os termos que aparecem mais vezes nos documentos são o *"BIM", "Sustainability"* e *"Education",* o que resulta lógico por estar dentro do protocolo de pesquisa. Por sua vez, identifica-se uma frequência no uso das palavras *"BIM Education",* o que destaca a importância que tem sido atribuída no ensino.

Figura 3: Coocorrências de termos em palavras-chave



Fonte: a autora

ANÁLISE QUALITATIVA

A Tabela 2 ilustra a proposta para categorização das publicações revisadas. Foram elencados os métodos abordados em cada documento, divididos em 04 categorias: i) métodos *Green BIM* de ensino, ii) experimentações, iii) casos de estudo, e iv) revisão da literatura. Dos 13 artigos analisados, verificou-se que 4 artigos aplicaram o método *Green BIM* de ensino, 4 artigos trataram de experimentações em sala de aula com aplicação de *Green BIM*, 1 artigo de revisão da literatura, sendo apenas nacional, e 4 artigos de casos de estudo, utilizando a edificação da universidade, o que demonstra uma quantidade igualitária nas categorias. Também foi possível identificar artigos aplicados nos currículos de graduação dos cursos de arquitetura, arquitetura e urbanismo, engenharia civil, engenharia industrial e engenharia da construção.

Tabela 2: Categorização das publicações revisadas

Autores	Título	Método
[7]	Eficácia do método de ensino Green-BIM no currículo de educação em construção	Método *Green BIM* de ensino
[8]	Tecnologias de Eficiência Energética nos Programas Educacionais das Escolas Superiores de Arquitetura	Método *Green BIM* de ensino
[9]	Aplicação BIM para ambientes e soluções de ensino sustentáveis no contexto da COVID-19	Experimentação
[10]	Usando BIM para ensinar projeto e construções de edifícios sustentáveis	Experimentação
[11]	BIM e Educação em Sustentabilidade: Incorporando Necessidades Instrucionais no Planejamento Curricular em Programas CEM Credenciados pela ACCE	Método *Green BIM* de ensino
[12]	Estudo verde baseado em BIM sobre o desempenho verde de edifícios universitários no norte da China	Caso de estudo
[13]	Design baseado em dados como veículo para educação em BIM e sustentabilidade	Método *Green BIM* de ensino
[14]	BIM para a realização de modelos digitais sustentáveis em um ambiente de aprendizagem colaborativa universidade-empresa: avaliação do uso e percepção dos alunos	Experimentação
[15]	Otimização de projeto por meio de passaportes de materiais com suporte BIM	Experimentação
[16]	Experiências de implementação da sustentabilidade num curso de engenharia civil da Universidade de Agder	Caso de estudo
[17]	Inovação no ensino universitário na perspectiva do desenvolvimento sustentável: a construção e a prática de doze anos do sistema 2P3E4R	Caso de estudo
[18]	História da Arquitetura e Educação em Patrimônio Arquitetônico Sustentável: Digitalização do Patrimônio na Nova Zelândia	Caso de estudo
[19]	Revisão sistemática de literatura: o uso de BIM no ensino de conforto	Revisão da literatura

Fonte: a autora.

Dentro dos trabalhos categorizados como experimentações, o trabalho de [9] relata a experiência de intervenção do *Green BIM* na pandemia do COVID-19, na Escola de Engenharia de Gipuzkoa, na Espanha. Este estudo centrou-se no desenvolvimento do ensino através de metodologias ativas baseadas em projetos reais de modelos *BIM*, utilizando as mais recentes tecnologias de informação e comunicação.

A intervenção foi aplicada em uma disciplina do curso, de forma remota, e teve como objetivo abordar a gestão sustentável das medidas necessárias para prevenir o contágio. Estes modelos *BIM* permitiram, por exemplo, otimizar espaços mantendo o distanciamento social entre os ocupantes, simular as melhores opções de ventilação das salas de aula e otimizar recursos especiais de limpeza e desinfeção. Os alunos que desenvolveram seu aprendizado por meio desses modelos virtuais *BIM* não ficaram restritos a receber aulas *online*; aprenderam a colaborar de qualquer lugar do mundo, adquirindo competências que lhes permitem enfrentar eficazmente situações reais tão complicadas como a COVID-19.

O trabalho de [10] traz a experiência de inserção de *Green BIM* na Universidade de Nebraska, Lincoln, com o objetivo de identificar e documentar alguns métodos de utilização do *BIM* como uma ferramenta eficaz para ensinar projeto e construção de edifícios sustentáveis. Uma disciplina de projeto e construção de edifícios integrando *BIM* foi desenvolvida e analisada para este artigo. Uma característica desta disciplina foi a introdução de três pacotes de software *BIM* diferentes durante um único semestre, o que permitiu aos alunos utilizar as ferramentas *BIM* para realizar análises hipotéticas de sustentabilidade durante cenários de projeto e construção. Um edifício residencial e um comercial foram usados como projetos de aula para permitir que os alunos demonstrassem o conhecimento que aprenderam em sala de aula. Os resultados preliminares demonstraram que o *BIM* pode ser usado como uma ferramenta eficaz para ensinar sustentabilidade num currículo de construção.

Os autores [14] trazem a experiência de implementação *BIM* com foco na sustentabilidade para uma disciplina de projeto especializado de uma Escola de Engenharia Industrial da Universidade de Valladolid na Espanha. O objetivo era que os alunos descobrissem a indústria sustentável durante o processo de design. Os resultados demonstraram que os aspectos de sustentabilidade foram aplicados com mais facilidade graças à metodologia proposta.

[15] apresentam uma experiência aplicada no curso de engenharia civil utilizando projetos arquitetônicos desenvolvidos pelos estudantes do curso de arquitetura. A experiência tem como objetivo a otimização de propostas de projeto, aumentando assim a conscientização para a reciclabilidade e reutilização na construção entre estudantes de arquitetura e engenharia civil. A metodologia *Green BIM* foi aplicada para documentar as informações necessárias no setor da construção e para realizar etapas de otimização com base nessas informações.

Todos os trabalhos de experimentações trazem projetos pilotos aplicados em alguma disciplina do curso, seja em arquitetura ou em engenharias, mas dentro destes quatro trabalhos, destaca-se o trabalho de [15] que apresenta uma experiência interdisciplinar, entre o curso arquitetura e o curso de engenharia civil com aplicação da metodologia *Green BIM*.

Dos quatro trabalhos de estudo de caso, dois são de estudo de experimentações aplicadas em alguma disciplina. O artigo de [12] toma como caso de estudo uma biblioteca de uma edificação universitária na China, aplicando um método baseado na estrutura *Green BIM*, e o artigo de [18] apresenta como estudo de caso, um projeto de patrimônio da vida real para ensinar história da arquitetura no ensino superior.

Os outros dois artigos de estudo de caso, analisam um curso onde foram aplicadas experiências com *Green BIM*. No artigo de [16] o estudo de caso analisa relatórios aplicados em estudantes que abordaram a metodologia BIM aliada a sustentabilidade em projetos para resolver um problema da vida real. Os alunos relataram que o apoio da tecnologia de *software* os motivou a considerar diversos projetos antes de selecionar ou recomendar soluções, e que essas experiências são positivas. Por outro lado, o artigo de [17] apresenta um caso de estudo de um método de ensino *Green BIM* aplicado há 12 anos em um curso, que obteve excelentes resultados no entendimento dos alunos pelo desenvolvimento sustentável e tem certo significado de referência para o ensino dos cursos de engenharia.

No único artigo de revisão da literatura nacional, os autores apresentam todas as publicações nacionais que tem relação com *Green BIM* no ensino no Brasil. Os autores trazem 4 artigos, dos quais todos os trabalhos são experimentações realizadas em disciplinas em cursos de graduação. As experimentações apresentadas podem ser repetidas como projetos pilotos, mas não trazem uma abordagem de interdisciplinaridade integrada aos currículos de graduação.

A seguir passo a apresentar os 4 artigos categorizados como “métodos de ensino Green BIM”:

[13] trazem uma estratégia pedagógica *BIM*, baseada em 4 pilares: projetos, pedagogia construtivista, aprendizagem experiencial e a taxonomia *Bloom.* A pesquisa é aplicada no currículo de Arquitetura. Na pesquisa, os alunos tiveram a oportunidade de se envolverem com simulação baseada em *BIM*, com foco em custo e energia *(Green BIM).* Este artigo aborda o desenvolvimento contínuo de um exercício de aprendizagem baseado em projetos desenvolvidos para orientar os alunos a adquirir habilidades avançadas de BIM no terceiro ano de graduação.

O autor [7] apresenta seu método de ensino *Green BIM* com o objetivo de fornecer práticas de sustentabilidade usando a metodologia *BIM* para estudantes de graduação. A abordagem começa com o método de ensino baseado em *BIM*, desenvolvido em um estudo anterior, e incorpora o conhecimento da sustentabilidade em um ambiente construído. O método de ensino *Green BIM* foi concebido e utilizado para ministrar a disciplina de gerenciamento de construção oferecida na Universidade Estadual da Califórnia, Long Beach. O autor concluiu que o método de ensino *Green BIM* proporciona representações dinâmicas do conhecimento e aumenta a interação em sala de aula e a experiência de aprendizagem personalizada dos alunos.

Os autores [8] desenvolveram uma abordagem voltada para a prática do ensino *Green BIM* em sala de aula, considerado como uma integração destas tecnologias no processo educacional. Os autores descreveram o passo a passo do método aplicado e projetos criados pelos alunos da Universidade de Arquitetura da Rússia, atendendo os requisitos verdes.

Os autores [11] trazem uma abordagem mais geral, realizando uma avaliação dos currículos de engenharia na China, mas o artigo traz informações muito complexas e específicas do método de ensino superior da China, o que dificulta o entendimento do seu conteúdo.

Conclui-se, portanto, que dentro dos artigos de método de ensino podem ser destacadas diferentes abordagens. O Autor [7] traz uma implementação do *Green BIM* numa disciplina isolada, mas que pode ser utilizada como projeto piloto em outras disciplinas dentro da matriz curricular do curso. Já os autores [8] apresentam o desenvolvimento de uma abordagem prática orientada com o passo a passo, e [13], trazem os pilares de projetos, pedagogia construtivista, aprendizagem experiencial e a taxonomia *Bloom*, assim como o desenvolvimento contínuo de um exercício de aprendizagem. Os três artigos apresentam métodos de ensino para aplicação do *Green BIM*, onde algumas das abordagens podem ser utilizadas para aplicações futuras.

Destaca-se que com essa RSL, ficou clara a quantidade reduzida das publicações sobre o tema, em que pese a importância do mesmo para a formação dos futuros profissionais. Por sua vez, a pesquisa trouxe uma gama de oportunidades para aplicações de *Green BIM* no ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo permitiu identificar o estado atual da produção científica sobre *Green BIM* no ensino, a partir de análises e categorização das publicações revisadas. Esta é uma área ainda pouco explorada, um tanto fragmentada em termos de autores e países, e ainda com um número reduzido de estudos aplicados e soluções, em que pese ter sido possível identificar métodos interessantes para aplicação do *Green BIM* no ensino.

A principal lacuna encontrada está relacionada à implantação do *Green BIM* na matriz curricular dos cursos de graduação em engenharia civil e em arquitetura e urbanismo. Essa implantação ainda não é amplamente adotada, indicando uma necessidade de maior integração desses conceitos nos programas educacionais.

É importante destacar as limitações desta pesquisa. A amostragem de documentos revela uma temática recente, e é possível que algumas publicações não tenham sido capturadas pelo protocolo de busca utilizado. Pesquisas futuras poderão se beneficiar da inclusão de outras bases de dados no protocolo de pesquisa, ampliando o alcance e a abrangência da revisão da literatura.

Em resumo, enquanto o campo do *Green BIM* no ensino mostra potencial e algumas iniciativas promissoras, há um caminho significativo a ser percorrido para sua plena

integração e desenvolvimento nas disciplinas de engenharia civil e arquitetura. Pesquisas futuras deverão focar em metodologias mais abrangentes e na exploração de diferentes bases de dados para obter uma visão mais completa e precisa do cenário atual.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. (2020). **Decreto n. 10306**, de 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946.

[2] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ªed. SãoPaulo: Editora Eletrobras/Procel, 2014.

[3] ARROS, N. N; RUSCHEL, R. C; **BIM no contexto sustentabilidade**. Aplicações contemporâneas de sustentabilidade em diferentes contextos / Organizadores Tassiane Boreli Pinato... [et al.]. São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo, 2024. 228 p. ISBN 978-65-86452-92-1

[4] BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. Tese (Doutorado em Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2015.

[5] GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 23, p. 183-184, 2014. Disponível em:<http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679497420140001000018. Acesso em: 20 fev. 2023. doi:http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018.

[6] V. CARDOSO, I. TREVISAN, D. A. Cicolella, and R. Waterkemper, "Revisão sistemática de métodos mistos: método de pesquisa para a incorporação de evidências na enfermagem," **Texto & Contexto Enfermagem**, vol. 28, pp. 1-12, April 2019. doi: 10.1590/1980-265X-TCE-2017-0279

[7] KIM, J. Effectiveness of green-BIM teaching method in construction education curriculum. En 2014 **ASEE Annual Conference & Exposition**. 2014. p. 24.459. 1-24.459. 11.

[8] Zakharova, G. B.; Krivonogov, A. I.; Kruglikov, S. V.; Petunin, A. A. Energy-efficient technologies in the educational programs of the architectural higher education schools. **Acta Polytechnica Hungarica** Vol. 17, No. 8, 2020

[9] LEON, I., SAGARNA, M., MORA, F.; OTADUY, J. P. BIM application for sustainable teaching environment and solutions in the context of COVID-19. **Sustainability,** 2021, vol. 13, no 9, p. 4746. DOI: https://doi.org/10.3390/su13094746

[10] SHEN, Z.; JENSEN, W. G.; FISCHER, B. A.; WENTZ, T. G. Using BIM to teach design and construction of sustainable buildings. En 2012 **ASEE Annual Conference & Exposition**. 2012. p. 25.1420. 1-25.1420. 11.

[11] ZHANG, J; SCHMIDT, K; LI, H. BIM and sustainability education: Incorporating instructional needs into curriculum planning in CEM programs accredited by ACCE. **Sustainability**, 2016, vol. 8, no 6, p. 525. DOI: https://doi.org/10.3390/su8060525

[12] LIU, Q; WANG, Z. Green BIM-based study on the green performance of university buildings in northern China. **Energy, sustainability and society**, 2022, vol. 12, no 1, p. 12.

[13] BENNER, J; MCARTHUR, J. J. Data-driven design as a vehicle for BIM and sustainability education. **Buildings**, 2019, vol. 9, no 5, p. 103. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings9050103

[14] SANCHEZ-LITE, A.; ZULUETA, P.; SAMPAIO, A.Z.; GONZALEZ-GAYA, C. Bim for the realization of sustainable digital models in a university-business collaborative learning environment: Assessment of use and students' perception. **Buildings**, 2022, vol. 12, no 7, p. 971. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings12070971

[15] SCHÜTZENHOFER, S; NIC, M; KOVACIC, I. **Design optimisation via BIM supported material passports**. In: Anthropologic: Architecture and Fabrication in the cognitive age–Proceedings of the 38th eCAADe Conference. 2020. p. 289-296.

[16] SVENNEVIG, P. R; HJELSETH, E. **Experiences from implementation of sustainability in a civil engineering course at the University of Agder**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION., 2017, OSLO AND AKERSHUS UNIVERSITY COLLEGE OF APPLIED SCIENCES, NORWAY.

[17] LI, N.; JIANG, P.; LI, C.; WANG, W. College teaching innovation from the perspective of sustainable development: the construction and twelve-year practice of the 2p3e4r system. **Sustainability**, 2022, vol. 14, no 12, p. 7130. DOI: https://doi.org/10.3390/su14127130

[18] MILIC, R. J; MCPHERSON, P.; MCCONCHIE, G.; REUTLINGER, T.; SINGH, S. Architectural history and sustainable architectural heritage education: Digitalisation of heritage in New Zealand. **Sustainability**, 2022, vol. 14, no 24, p. 16432.

[19] SOUZA, M. A. de; BORGES, T. S. G.; RIBEIRO, R. de A.; ÁVILA, P. V. M. Leite de.; CHECCUCCI, Érica de S. Revisão sistemática de literatura: o uso de BIM no ensino de conforto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023. DOI:10.46421/sbtic. v4i00.2613.