

Ferramentas para o Green BIM: uma revisão sistemática de literatura

Green BIM tools: a systematic literature review

Maria Paula Dunel, mestrado, UFBA

mdunel@ufba.br

Érica de Sousa Checcucci, doutora, UFBA

Erica.checcucci@ufba.br

Lorena Nadyr, graduanda, UFBA

lorenanadyr@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [08]

Resumo

As ferramentas aplicadas ao Green BIM têm se consolidado como instrumentos essenciais para integrar práticas de sustentabilidade ao processo de modelagem e análise de edificações. Este estudo teve como objetivo identificar e analisar as principais ferramentas digitais associadas ao Green BIM, bem como compreender suas aplicações e relações de interoperabilidade. A revisão sistemática realizada permitiu mapear 346 artigos relevantes, nos quais foram identificados os softwares mais recorrentes e suas categorias de uso. Os resultados mostram a predominância de ferramentas vinculadas ao Revit e o forte enfoque das pesquisas em simulação energética, enquanto o EnergyPlus se destaca como motor de cálculo amplamente utilizado. Conclui-se que o ecossistema de ferramentas voltadas ao Green BIM é amplo e em constante evolução, embora ainda existam lacunas relacionadas à operação, ao monitoramento pós-ocupação e a abordagens mais abrangentes de sustentabilidade.

Palavras-chave: *Green BIM*; Arquitetura sustentável; Ferramentas BIM

Abstract

Green BIM tools have become essential instruments for integrating sustainability into building modeling and performance analysis. This study aimed to identify and examine the main digital tools associated with Green BIM, as well as to understand their applications and interoperability. The systematic review allowed the identification of 346 relevant articles, from which the most frequently cited software and their categories of use were mapped. The results indicate a predominance of tools linked to Revit and a strong emphasis on energy simulation, while EnergyPlus stands out as a widely used computational engine. The findings suggest that the ecosystem of Green BIM tools is broad and continuously evolving, although gaps remain in studies addressing building operation, post-occupancy monitoring, and more comprehensive approaches to sustainability.

Keywords: *Green BIM*; Sustainable Architecture; BIM Tools

1. Introdução

Green BIM é uma abordagem que integra práticas sustentáveis ao processo de modelagem da informação da construção, favorecendo o desenvolvimento de projetos ambientalmente responsáveis desde as etapas iniciais, por meio de processos colaborativos e integrados baseados em BIM (Barros; Bueno, 2025, p. 43).

É a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) voltada à otimização do desempenho ambiental das edificações em todo seu ciclo de vida — da concepção ao uso e manutenção. Conforme afirmaram giel e Nies (2008), o uso do BIM nesse contexto permite realizar análises energéticas, simulações de iluminação natural, avaliações de consumo de água e estimativas de impacto do uso dos materiais, contribuindo para decisões de projeto mais embasadas e alinhadas com certificações ambientais, como o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Os autores ressaltam ainda que a metodologia favorece a colaboração entre diferentes disciplinas, integrando arquitetos, engenheiros e consultores de sustentabilidade em um mesmo ambiente digital de trabalho.

De forma complementar, Muller *et al.* (2019) consideram o Green BIM como uma integração entre os princípios de sustentabilidade e as metodologias de modelagem da informação da construção, com o propósito de aprimorar o desempenho ambiental das edificações ao longo de todo o seu ciclo de vida. Para esses autores, quando o BIM se integra a estratégias sustentáveis oferece suporte a decisões de projeto mais responsáveis, promovendo eficiência energética, redução de impactos ambientais e melhoria contínua do desempenho dos edifícios, desde as etapas iniciais de concepção até a operação e eventual demolição.

Ribeiro (2024) observa que a incorporação de ferramentas BIM ao processo de projeto tem ampliado as possibilidades de análise e controle de parâmetros de sustentabilidade nas edificações. O modelo digital passa a assumir uma função mais abrangente do que a simples representação geométrica, tornando-se um repositório integrado de informações capaz de subsidiar estudos energéticos, ambientais e de desempenho ao longo de todo o ciclo de vida da construção.

De modo geral, as tecnologias BIM aplicadas à sustentabilidade configuram-se como instrumentos fundamentais para uma prática projetual mais consciente e integrada. Ao permitir a consideração de aspectos como eficiência energética, conforto ambiental e redução das emissões de carbono desde as fases iniciais, tais ferramentas contribuem para o desenvolvimento de edificações de menor impacto ambiental e para a consolidação de processos de projeto alinhados às diretrizes do desenvolvimento sustentável (Ribeiro, 2024).

Dessa forma, pode-se compreender que o BIM mantém uma relação de complementaridade com os princípios da sustentabilidade, atuando como um recurso essencial para o desenvolvimento de edificações ambientalmente responsáveis desde as fases

iniciais de concepção. Diante da importância do tema, este estudo adota uma abordagem metodológica que combina a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com uma análise qualitativa, visando oferecer uma visão ampla sobre o uso de ferramentas que possam desenvolver o Green BIM. Foram avaliadas publicações indexadas nas bases *Scopus* e *Web of Science*. O objetivo foi identificar as tendências mais recentes de pesquisa nessa área e apontar lacunas existentes no campo, de modo a contribuir para a organização e o fortalecimento do corpo de conhecimento que integra BIM com a sustentabilidade.

2. Metodologia

Este artigo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) cujo objetivo é identificar e analisar as principais ferramentas BIM que têm sido adotadas para práticas sustentáveis, descritas na literatura científica. A RSL permite obter uma visão abrangente sobre o estado atual das investigações em determinada área do conhecimento. Trata-se de uma forma de “investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” (Galvão; Pereira, 2014, p. 1). Para assegurar a consistência e a transparência do processo, o estudo seguiu as orientações da metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), proposta por Page e Moher (2017), amplamente reconhecida por aprimorar a qualidade e a clareza de revisões sistemáticas e meta-análises.

Para a realização desta RSL, foram estabelecidas duas etapas: coleta de dados e análise dos dados.

2.1 Coleta de dados

O protocolo de pesquisa foi elaborado com base no método PICO (*Population or Problem, Interest, Context*), voltado para estudos de natureza qualitativa. Esse método auxilia na formulação da pergunta de pesquisa e na definição da estratégia de busca de evidências (Cardoso; Trevisan, 2019).

Inicialmente foram lidos trabalhos de referência sobre o tema, identificadas palavras-chaves e montadas *strings* de busca relacionadas ao tema da pesquisa. A aplicação do protocolo foi realizada nas bases de dados *Web of Science* (WOS) e *Scopus*, onde foram efetuadas buscas nos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos publicados no período de 2005 a 2025. Essa estratégia possibilitou a identificação dos estudos mais atuais e relevantes e a construção de um conjunto sólido e abrangente de informações sobre as ferramentas aplicadas ao *Green BIM* (Figura 1).

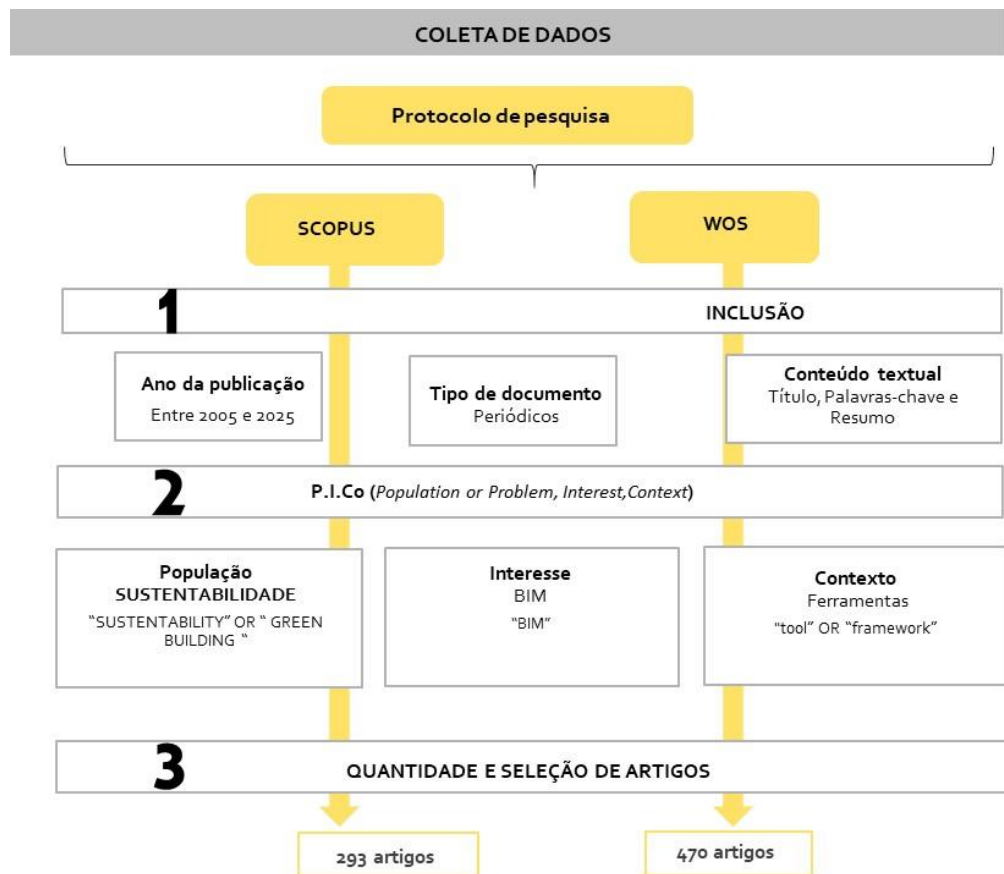


Figura 1: Protocolo de pesquisa adotado. Fonte: as autoras.

A pesquisa nas bases de dados foi desenvolvida em três etapas, conforme o método PRISMA: (1) Identificação, (2) Triagem e elegibilidade e (3) Inclusão. Na fase de identificação, as palavras-chave foram aplicadas em ambas as bases de dados, e os resultados obtidos foram exportados para a etapa seguinte. Posteriormente, 58 artigos duplicados foram removidos.

A fase de triagem foi realizada a partir de 3 filtros: (1) inicialmente, utilizou-se o suporte da planilha Excel onde foi realizada a análise manual dos títulos e resumos dos trabalhos, excluindo-se 68 artigos que não apresentavam relação com a temática BIM; (2) Em seguida, foi realizado mais um filtro onde foram excluídos 63 artigos que falam de BIM, mas não falam de sustentabilidade; e, (3) Finalmente, foi feito um último filtro com artigos que não mencionam software/ferramenta no resumo e/ou título, e foram excluídos 229 artigos.

Após a triagem, 345 artigos foram considerados elegíveis e incluídos na etapa de análise. O detalhamento do processo de seleção e filtragem dos estudos está representado na Figura 2.

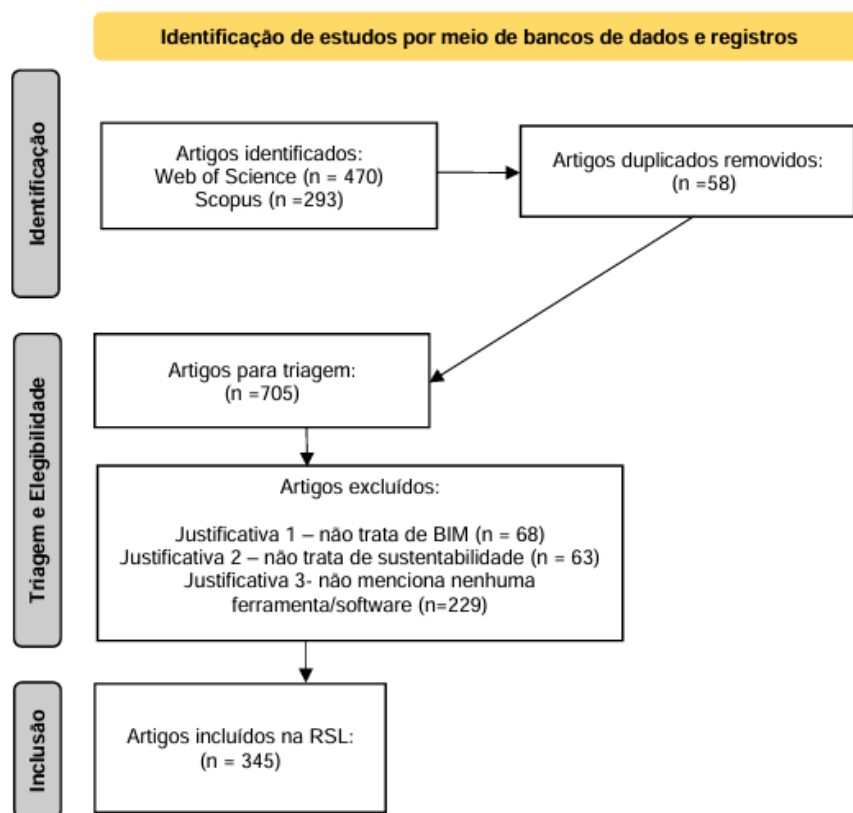


Figura 2: Método PRIMA de pesquisa de dados. Fonte: as autoras.

2.2 Análise dos dados

Esta etapa consistiu na análise detalhada dos 345 artigos científicos, sistematizada em planilhas contendo o ano de publicação, autores, título do artigo e resumo. Para apoiar o processo de organização e triagem dos dados, foi empregado o suporte de Inteligência Artificial (IA), utilizando a ferramenta *Open IA ChatGPT Go Subscription*, que auxiliou na extração e categorização das informações provenientes das diferentes bases consultadas.

Com o objetivo de estruturar melhor o conjunto de dados, os artigos foram organizados em dois grupos distintos, correspondentes às bases de origem: “WOS” e “SCOPUS”. Em seguida, foi solicitado à IA que identificasse, a partir dos títulos e resumos, quais ferramentas BIM eram mencionadas como aplicadas à análise da sustentabilidade, gerando assim uma lista consolidada das ferramentas mais citadas na literatura.

Para assegurar a confiabilidade e a precisão da análise, foi realizada uma validação cruzada. Retirou-se uma amostra de 50 artigos da lista WOS e outra amostra de 50 artigos da lista SCOPUS, que foram analisadas tanto com o apoio da IA quanto manualmente. Os resultados mostraram consistência entre os dois métodos, evidenciando que as mesmas ferramentas e *softwares* BIM foram identificados em ambas as abordagens, o que reforça a robustez e a confiabilidade do procedimento adotado.

3. Resultados

A primeira análise foi realizada para identificar quais eram os *softwares* citados nos títulos e resumos dos 345 artigos. O Quadro 1 apresenta todos os softwares identificados, seu desenvolvedor e para que foi aplicado nos trabalhos/pesquisas descritos no artigos.

Quadro 1: Softwares/ferramentas identificadas na amostra final

Software	Relação com Sustentabilidade	Desenvolvedor
<i>ATHENA Impact Estimator</i>	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de materiais e sistemas construtivos.	<i>ATHENA Institute</i>
<i>Dynamo</i>	Software de programação visual que permite analisar, avaliar e otimizar diversos aspectos do projeto, podendo ser utilizado para ampliar a eficiência da edificação.	<i>Autodesk</i>
<i>Ecotect</i>	Simulações ambientais (luz, vento, conforto térmico).	
<i>Green Building Studio (GBS)</i>	Simulação energética baseada em nuvem para avaliar consumo e emissões de gases.	
<i>Insight 360</i>	Ferramenta integrada ao <i>Revit</i> para análise energética.	
<i>Navisworks</i>	Coordenação BIM.	
<i>Revit</i>	Modelagem BIM com possibilidade de integração com outras ferramentas para análises energéticas e ambientais.	
<i>One Click LCA</i>	ACV automatizada para análise de carbono incorporado e certificações.	<i>Bionova Ltd</i>
<i>HAP</i>	Cálculo de carga térmica e eficiência de sistemas HVAC (<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>).	<i>Carrier</i>
<i>Cove.Tool</i>	Otimização automática de estratégias de eficiência energética.	<i>Covetool Inc.</i>
<i>CYPETHERM</i>	Análise térmica e cálculo energético de edifícios.	<i>CYPE Ingenieros</i>
<i>DesignBuilder</i>	Interface para <i>EnergyPlus</i> que permite simulação térmica e energética.	<i>DesignBuilder Software Ltd</i>
<i>DIALux</i>	Simulação de iluminação.	<i>DIAL GmbH</i>
<i>eQUEST</i>	Simulação energética comparativa para eficiência em edificações.	<i>DOE / LBNL</i>
<i>TAS</i>	Simulação térmica e energética para edifícios.	<i>EDSI</i>
<i>ENVI-met</i>	Simulação do microclima urbano e de conforto externo.	<i>ENVI-met GmbH</i>
<i>ArchiCAD</i>	Modelagem BIM com integração para análises ambientais.	<i>Graphisoft</i>
<i>OpenLCA</i>	Software de ACV de processos e materiais.	<i>GreenDelta</i>
<i>IES VE</i>	Simulação integrada de energia, conforto térmico e emissões de gases.	<i>IES</i>

Software	Relação com Sustentabilidade	Desenvolvedor
<i>Tally</i>	Ferramenta integrada ao <i>Revit</i> para medir o carbono incorporado na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).	<i>KieranTimberlake / Autodesk / EP Brainstorm</i>
<i>Honeybee</i>	Extensão da <i>Ladybug</i> que conecta o <i>Grasshopper</i> a motores de simulação como EnergyPlus e Radiance , permitindo simulação térmica, energética e luminosa.	<i>Ladybug Tools LLC</i>
<i>Ladybug</i>	Conjunto de ferramentas para análise ambiental integrada ao <i>Rhinoceros/Grasshopper</i> e <i>Revit</i> , permitindo avaliação climática, radiação solar, sombras e estratégias bioclimáticas.	
<i>COMFEN</i>	Avaliação do desempenho energético de fachadas.	<i>LBNL</i>
<i>Radiance</i>	Simulação de iluminação.	
<i>BEopt</i>	Modelagem para projetar edifícios de energia quase zero.	<i>NREL</i>
<i>OpenStudio</i>	Interface para o software <i>EnergyPlus</i> para modelagem energética.	
<i>DesignPH</i>	Integra SketchUp ao software PHPP (<i>Passivhaus Planning Package</i>), usado para padronizar projetos em padrão <i>Passive House</i> . Permite avaliar isolamento, perdas térmicas e demanda energética em fase conceitual do projeto.	<i>Passive House Institute</i>
<i>SimaPro</i>	Análise do ciclo de vida de produtos e processos.	<i>PRé Sustainability</i>
<i>Relux</i>	Simulação de iluminação natural e artificial.	<i>Relux Informatik AG</i>
<i>Rhinoceros & Grasshopper</i>	Modelagem paramétrica voltada à otimização geométrica e análise de desempenho ambiental. Com <i>plugins</i> (<i>Ladybug</i> , <i>Honeybee</i> , <i>ClimateStudio</i>), permite simular iluminação, conforto térmico e energia.	<i>Robert McNeel & Associates</i>
<i>ClimateStudio</i>	Software de simulação de iluminação natural, radiação solar, conforto térmico e desempenho ambiental, integrando certificações	<i>Solemma LLC</i>
<i>TRNSYS</i>	Simulação térmica e energética de edifícios e sistemas renováveis.	<i>TESS</i>
<i>Pathfinder</i>	Simulação de evacuação e circulação humana, contribuindo para segurança e conforto em edificações sustentáveis.	<i>Thunderhead Engineering</i>
<i>TRACE 700</i>	Simulação térmica e dimensionamento eficiente de HVAC.	<i>Trane</i>
<i>Sefaira</i>	Simulação energética em fase conceitual de projeto.	<i>Trimble</i>
<i>SketchUp</i>	Modelagem 3D que permite a visualização rápida de alternativas de projeto. É base para integração com ferramentas de análise energética.	
<i>EnergyPlus</i>	Motor avançado de simulação energética de edifícios.	<i>U.S. DOE</i>

Software	Relação com Sustentabilidade	Desenvolvedor
<i>PVSyst</i>	Dimensionamento e análise de sistemas fotovoltaicos.	<i>University of Geneva</i>
<i>ESP-r</i>	Simulação integrada de energia e conforto.	<i>University of Strathclyde</i>
<i>BMS (Building Management System)</i>	Automação predial para otimização de energia e recursos.	Vários fabricantes

<i>BREEAM</i>	Certificação ambiental	BRE Global, Reino Unido
HQE / AQUA		França e Fundação Vanzolini, Brasil
<i>CASBEE</i>		<i>Japan Sustainable Building Consortium</i> , Japão
<i>Green Star</i>		<i>Green Building Council</i> , Australia
<i>LEED</i>		<i>U.S. Green Building Council (USGBC)</i> , EUA

Fonte: as autoras.

Uma vez identificados os *softwares*, foram estabelecidos quatro grupos criados com intuito de categorização dos trabalhos: (1) Modelagem BIM e Paramétrica; (2) Simulação Energética e Térmica, de Iluminação e Radiação Solar; (3) Avaliação do Ciclo de Vida, Impacto Ambiental, Operação e Gestão e, (4) Certificação ambiental.

Embora sistemas de certificação ambiental não sejam softwares, foram considerados nesta pesquisa como ferramentas de análise de sustentabilidade, uma vez que orientam metodologicamente o projeto e a operação das edificações. Certificações como *LEED*, *BREEAM*, *HQE/AQUA*, *CASBEE* e *Green Star* aparecem com alta frequência nos estudos analisados, como por exemplo, na pesquisa de Chen e Nguyen (2019) que utilizam o BIM para automatizar verificações e créditos de sustentabilidade como na seleção de materiais sustentáveis baseada em critérios do LEED. Além disso, estudos mostram que a integração direta entre BIM e LEED pode automatizar a avaliação de sustentabilidade já na fase conceitual, permitindo identificar requisitos de desempenho desde as etapas iniciais e agilizar análises de projeto, como propõem Jalaei, Jalaei e Mohammadi (2020) ao desenvolverem um *framework* que combina modelagem BIM com critérios do *LEED* para apoiar decisões mais sustentáveis.

A distribuição dos softwares (Figura 3) evidencia uma forte concentração na categoria de Simulação Energética e Térmica, que reúne 28 dos 45 softwares identificados, correspondendo a 60% do total. Esse predomínio indica que as pesquisas na área de Green BIM têm priorizado a análise do desempenho energético das edificações, com foco especial na eficiência térmica, na otimização de sistemas HVAC e na investigação de estratégias bioclimáticas. Em seguida, aparecem as ferramentas de Avaliação do Ciclo de Vida, Impacto Ambiental, Operação e Gestão, com 8 softwares (17,8%), demonstrando a relevância crescente de abordagens voltadas ao impacto ambiental ao longo do ciclo de vida da

edificação. As categorias de Certificação Ambiental e de Modelagem BIM e Paramétrica apresentam participação equivalente, cada uma com 5 softwares (11,1%). Embora menos representativas em número, ambas desempenham papéis essenciais: as certificações como instrumentos de validação da sustentabilidade e a modelagem BIM como base para a integração e interoperabilidade dos dados ambientais.

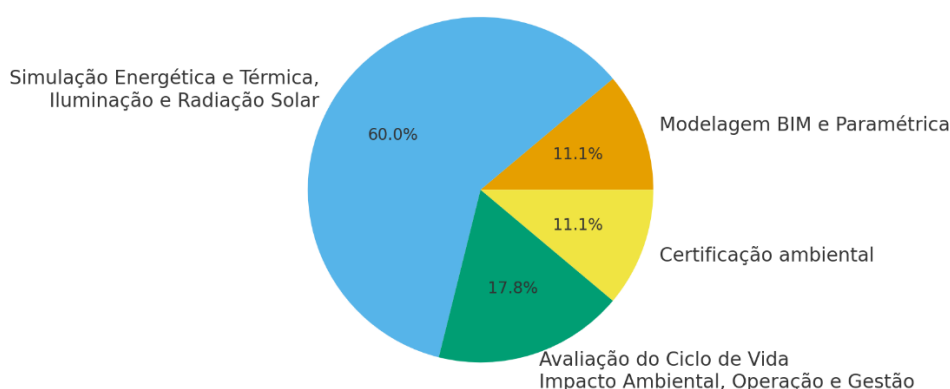


Figura 3: Proporção de *software*/ferramenta por categoria. Fonte: as autoras.

Logo, procedeu-se à quantificação das citações dos softwares identificados nos artigos analisados (Figura 4), com o intuito de reconhecer quais ferramentas digitais apresentam maior recorrência nas pesquisas que abordam a integração entre BIM e sustentabilidade. Essa etapa permitiu compreender a representatividade e a relevância de cada *software* no contexto científico, evidenciando os fabricantes predominantes, as principais categorias de aplicação e as possíveis relações de interoperabilidade entre as ferramentas.

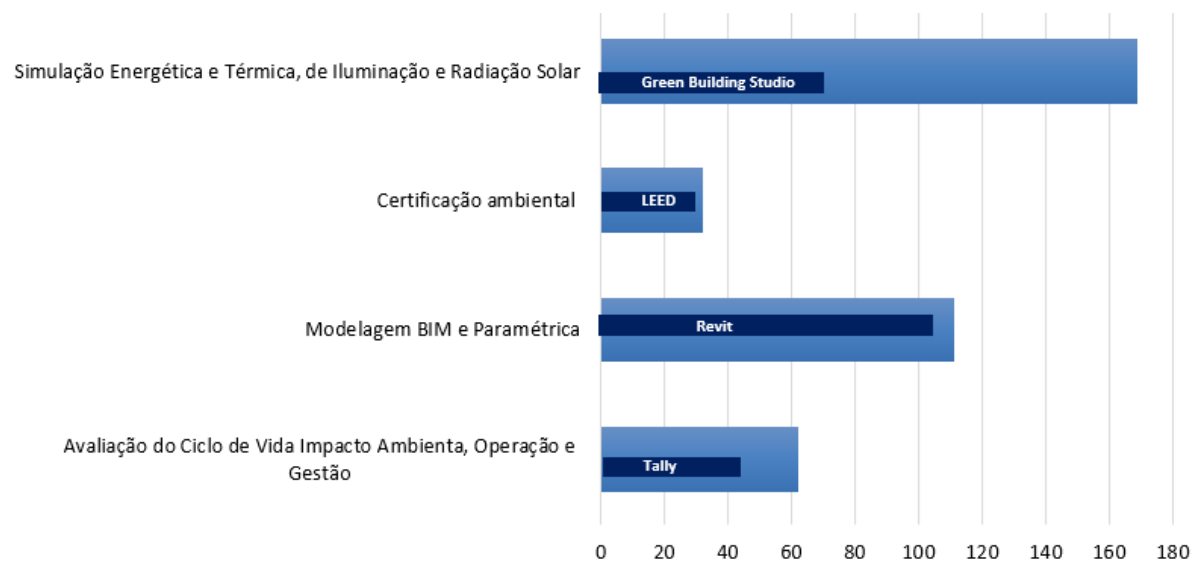


Figura 4: *Software/ferramenta mais citado/a*. Fonte: as autoras.

A análise dos dados indica que o *Revit* é o *software* mais citado nos estudos revisados, totalizando 104 ocorrências. Esse resultado confirma o papel central desse programa como principal ferramenta BIM, sendo amplamente utilizado para a elaboração de modelos digitais, coordenação interdisciplinar e integração com demais ferramentas de suporte à sustentabilidade. Embora o *Revit* não seja, em si, um *software* de avaliação de desempenho ambiental, sua capacidade de interoperar com *plugins* e plataformas de simulação o torna uma peça-chave nos fluxos de trabalho voltados à sustentabilidade, como apresentado por Xu e Yuan (2018), que realizaram um estudo da modelagem BIM nesse *software* para realizar uma simulação da luz solar no cálculo do potencial de energia solar para edifícios sustentáveis.

Em seguida, destaca-se o *Green Building Studio (GBS)*, com 62 citações, evidenciando sua relevância como ferramenta de simulação energética integrada ao BIM. O *GBS* é especialmente aplicado nas fases iniciais de projeto, permitindo análises rápidas de desempenho energético, estimativas de consumo e comparações de alternativas arquitetônicas, como foi feito no trabalho de Bapat, Sarkar e Gujar (2022) e de Yakut e Esen (2020). Sua compatibilidade direta com o *Revit* contribui significativamente para sua ampla adoção, reforçando a tendência de utilização de ferramentas interoperáveis que simplificam o fluxo de dados entre modelagem e simulação.

Os casos de ferramentas como *Tally* (45 citações), *TAS* (34 citações), *LEED* (29 citações) e *HAP* (23 citações) surgem em posições intermediárias, indicando o interesse crescente em análises de ciclo de vida (ACV), simulações termoenergéticas e certificações ambientais. Esses resultados mostram que a pesquisa contemporânea tem se expandido para além da análise exclusiva de desempenho energético, incorporando métricas mais amplas relacionadas à eficiência ambiental e o impacto dos materiais, como no estudo de Najjar *et al.* (2023). Os autores, utilizam o *Revit*, o *GBS* e *Tally* para ver a influência das aberturas de ventilação na eficiência energética de construções modulares com estrutura metálica.

Por outro lado, softwares como *EnergyPlus*, *DesignBuilder* e *OpenStudio* apresentam menor frequência de citações diretas, apesar de sua reconhecida precisão e robustez. Essa menor incidência pode estar associada à maior complexidade técnica, que exige conhecimento especializado para sua utilização. Contudo, o *EnergyPlus* se destaca por sua ampla interoperabilidade com diversas ferramentas, atuando como motor de cálculo em várias plataformas de simulação, como apresentado no estudo de Fluxo de Trabalho BIM-BEM baseado em IFC dos autores Garlet, Melo e Lambert (2022).

O uso do *EnergyPlus* é amplamente destacado como uma das principais ferramentas de simulação energética integrada ao ambiente BIM. Segundo Xu *et al.* (2019), a interoperabilidade entre o *Revit* e o *EnergyPlus* pode ser viabilizada por meio do formato *gbXML*, o que permite a transferência de dados do modelo BIM para a Modelagem Energética de Edifícios (BEM). Os autores propõem um novo *framework* de integração BIM-BEM que visa reduzir inconsistências e melhorar a precisão dos resultados de simulação.

De forma complementar, Yeung *et al.* (2023) discutem a complexidade da integração entre diferentes plataformas e destacam o *EnergyPlus* como ferramenta robusta e confiável para a análise de consumo energético em edifícios. O estudo propõe um ambiente de modelagem aberto e colaborativo, onde o *EnergyPlus* é utilizado como núcleo para a simulação energética, reforçando a importância da interoperabilidade entre sistemas BIM e BEM.

No contexto da avaliação de ciclo de vida (ACV), Nwodo, Anumba e Asadi (2017) apontam que o uso combinado do *EnergyPlus* com metodologias de ACV e análise de custos permite estimar o impacto ambiental e econômico das edificações ao longo de seu ciclo de vida. Essa integração contribui para a tomada de decisões sustentáveis durante o processo de projeto e construção.

Já Porsani *et al.* (2021) exploram a interoperabilidade entre o BIM e o *EnergyPlus* em diferentes etapas do projeto, destacando a importância de formatos de intercâmbio de dados, como o *IFC* e o *gbXML*, para superar barreiras técnicas e facilitar o fluxo de informações. Os autores ressaltam que a consolidação de fluxos *BIM-BEM* é essencial para potencializar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental das edificações.

Em síntese, os resultados revelam uma tendência clara: as ferramentas mais utilizadas são aquelas altamente integradas ao ambiente BIM e que oferecem interfaces simplificadas e fluxos de trabalho mais diretos. *Softwares* mais complexos permanecem concentrados em áreas de pesquisa ou aplicações especializadas, enquanto soluções interoperáveis e orientadas ao apoio ao projeto se consolidam como referência em práticas profissionais e estudos aplicados à sustentabilidade na arquitetura e construção.

Pode-se observar que o fabricante *Autodesk* é o que apresenta maior frequência de ocorrência entre os *softwares* citados, o que evidencia sua predominância no ecossistema de ferramentas aplicadas ao BIM e à sustentabilidade. Essa posição de destaque se deve, principalmente, à ampla difusão do *Revit* e à disponibilidade de ferramentas complementares integráveis ao seu ambiente de modelagem.

Por outro lado, o *EnergyPlus* se destaca como o *software* que mais se integra com outras plataformas, atuando como núcleo de simulação energética associado a interfaces gráficas e módulos de análise, como *DesignBuilder*, *OpenStudio*, *IES VE* e *Cove.Tool*. Essa interoperabilidade é frequentemente possibilitada pelo uso do formato *gbXML*, que funciona como padrão de troca de informações entre ambientes BIM e ferramentas de simulação de desempenho, permitindo a transferência dos modelos geométricos e de propriedades térmicas para o ambiente de cálculo. O Quadro 2 apresenta relações de interoperabilidade entre os softwares citados.

Quadro 2: Interoperabilidade das ferramentas

Software	Interopera com	Forma de Interoperabilidade
Revit (Autodesk)	<i>Green Building Studio (GBS)</i> , <i>Insight</i> , <i>Tally</i> , <i>One Click LCA</i> , <i>LEED Online</i> , <i>EnergyPlus</i> (via <i>gbXML</i>), <i>IES VE</i> (via <i>gbXML</i>), <i>OpenStudio</i> (via <i>gbXML</i>)	<i>Plugins</i> diretos e exportação via gbXML
Green Building Studio (GBS)	<i>Revit</i>	Integração nativa na nuvem
Insight (Autodesk)	<i>Revit</i>	Análises energéticas integradas ao modelo BIM
Tally	<i>Revit</i>	<i>Plugin</i> direto para ACV no ambiente BIM
One Click LCA	<i>Revit</i> , IFC	Importação via <i>plugin</i> e formatos IFC/Excel
LEED Online / LEED (USGBC)	<i>Revit</i> , <i>Tally</i> , <i>One Click LCA</i>	Vínculo metodológico e exportação de relatórios
EnergyPlus (DOE)	<i>DesignBuilder</i> , <i>OpenStudio</i> , <i>IES VE</i> , <i>TAS</i> , <i>Revit</i> (via <i>gbXML</i>), <i>SketchUp</i> (via <i>OpenStudio</i>), <i>Cove.Tool</i>	Ferramenta núcleo , recebe modelo geométrico via gbXML
DesignBuilder	<i>EnergyPlus</i>	<i>DesignBuilder</i> é interface gráfica do <i>EnergyPlus</i>
OpenStudio	<i>EnergyPlus</i> , <i>SketchUp</i> , <i>Revit</i> (via <i>gbXML</i>)	<i>Framework</i> de modelagem parametrizada
IES VE	<i>EnergyPlus</i> (importação), <i>Revit</i> (via <i>gbXML</i>)	Módulos internos + interoperabilidade <i>gbXML</i>
TAS	<i>EnergyPlus</i> (parcial), <i>Revit</i> (via <i>gbXML</i>)	Simulação térmica + interoperabilidade via <i>gbXML</i>
Cove.Tool	<i>Revit</i> , <i>SketchUp</i> , <i>EnergyPlus</i>	Interoperabilidade para otimização energética
Sefaira	<i>SketchUp</i> , <i>Revit</i>	Análise energética nas fases iniciais
eQUEST	DOE-2, formatos <i>gbXML</i> e DXF	Importação de modelos geométricos
Ecotect (descontinuado, Autodesk)	<i>Revit</i> (antigo via <i>gbXML</i>), <i>Radiance</i>	Simulações de insolação e acústica

Fonte: as autoras (2026).

4. Conclusões

Este estudo avaliou 346 publicações que apresentam ferramentas aplicadas ao *Green BIM*, permitindo identificar tendências, recorrências e lacunas na integração entre BIM e sustentabilidade. Os resultados confirmam a predominância de softwares interoperáveis com o *Revit*, especialmente aqueles voltados à simulação energética, evidenciando que a eficiência energética permanece como eixo central das pesquisas. A análise também demonstra o papel estruturante do *EnergyPlus* como motor de cálculo amplamente incorporado por diferentes plataformas.

Como principais contribuições, o trabalho organiza um panorama atualizado das ferramentas utilizadas no campo, define seis categorias de análise e apresenta uma síntese das relações de interoperabilidade, oferecendo subsídios para pesquisadores e profissionais na seleção de tecnologias e na estruturação de fluxos de trabalho BIM–BEM.

A revisão também identificou baixa incidência de estudos voltados à fase de operação e monitoramento dos edifícios, bem como menor abrangência de pesquisas que considerem dimensões não energéticas da sustentabilidade. Além disso, a dependência de informações disponíveis apenas em títulos e resumos pode restringir a identificação de ferramentas mencionadas no corpo dos artigos. Nesse sentido, destaca-se que alguns estudos inicialmente excluídos na triagem poderiam ser recuperados em pesquisas futuras, considerando que tratam de ferramentas de sustentabilidade relevantes para análise de software e que podem apresentar práticas de Green BIM.

Ainda assim, os achados fornecem uma base consolidada para o avanço das investigações sobre Green BIM e apontam oportunidades relevantes para estudos futuros, especialmente no aprofundamento de análises pós-ocupação, no monitoramento dos edifícios e na ampliação dos enfoques ambientais, sociais e urbanos no contexto das práticas sustentáveis mediadas por BIM.

Referências

- BARROS, N. N.; BUENO, C. Sustentabilidade e Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). In: RUSCHEL, R. C.; XAVIER, M. M.; BOES, J. S. (org.). *BIM: Concepção, Construção e Operação – Ensino e Prática*. Rio de Janeiro: LTC, 2025. p. 43.
- CARDOSO, C. R.; TREVISAN, A. P. Utilização do método PICo na formulação de perguntas de pesquisa para revisões sistemáticas. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, 2019.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.
- GARLET, Liège; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. *BIM-BEM process IFC-based*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–14. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2133.

JALAEI, Farzad; JALAEI, Farnaz; MOHAMMADI, Sepehr. An integrated BIM-LEED application to automate sustainable design assessment framework at the conceptual stage of building projects. *Sustainable Cities and Society*, v. 53, p. 101979, 2020.

KRYGIEL, Eddy; NIES, Brad. *Green BIM: successful sustainable design with Building Information Modeling*. Indianapolis: Sybex, 2008. 268 p. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-us/Green+BIM%3A+Successful+Sustainable+Design+with+Building+Information+Modeling-p-9780470239605>. Acesso em: 11 nov. 2025.

MÜLLER, Marina Figueiredo; ESMANIOTO, Filipe; HUBER, Natan; LOURES, Eduardo F. R.; JUNIOR, Osiris Canciglieri. A systematic literature review of interoperability in the green Building Information Modeling lifecycle. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 223, p. 397-412, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.114. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619306032>. Acesso em: 11 nov. 2025.

XU, Zhao; YUAN, Jingfeng. A BIM-based study on the sunlight simulation in order to calculate solar energy for sustainable buildings with solar panels. In: *Emerging Solar Energy Materials*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 107-127. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326752088_A_BIM-Based_Study_on_the_Sunlight_Simulation_in_Order_to_Calculate_Solar_Energy_for_Sustainable_Buildings_with_Solar_Panels. DOI: 10.5772/intechopen.74161. Acesso em: 15 nov. 2025.

NWODO, M. N.; ANUMBA, C. J.; ASADI, S. BIM-Based Life Cycle Assessment and Costing of Buildings: Current Trends and Opportunities. *Computing in Civil Engineering 2017 – Proceedings of the International Workshop on Computing in Civil Engineering*, 2017. DOI: 10.1061/9780784480847.007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317573927_BIM-Based_Life_Cycle_Assessment_and_Costing_of_Buildings_Current_Trends_and_Opportunities. Acesso em: 15 nov. 2025.

PAGE, M. J.; MOHER, D. PRISMA 2017 Statement. *BMJ*, London, 2017. Disponível em: <https://www.prisma-statement.org/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

PORSANI, Gabriela Bastos; LERSUNDI, Kattalin Del Valle De; GUTIÉRREZ, Ana Sánchez-Ostiz; BANDERA, Carlos Fernández. Interoperability between Building Information Modelling (BIM) and Building Energy Model (BEM). *Applied Sciences*, v. 11, n. 5, art. 2167, 2021. DOI: 10.3390/app11052167. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2167>. Acesso em: 15 nov. 2025.

XU, Weili; CHONG, Adrian; LAM, Khee Poh; WANG, Haopeng. A New BIM to BEM Framework: The Development and Verification of an Open-source gbXML to EnergyPlus Translator for Supporting Building Life Cycle Performance Analysis. In: *Proceedings of the 16th Conference of the International Building Performance Simulation Association (BS 2019)*, Roma, Itália, 2-4 set. 2019. p. 2659-2666. DOI: 10.26868/25222708.2019.210837. Disponível em: https://publications.ibpsa.org/proceedings/bs/2019/papers/BS2019_210837.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.

YEUNG, Jonathan; MENACHO, Álvaro José Hahn; MARVUGLIA, Antonino; GUTIÉRREZ, Tomás Navarrete; BEACH, Thomas; RESGUI, Yacine. An open Building Information Modelling based co-

simulation architecture to model building energy and environmental life cycle assessment: a case study on two buildings in the United Kingdom and Luxembourg. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 183, art. 113419, 2023. Disponível em: <https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/160184/4/Yeung%20et%20al%202023%20An%20open%20building%20information%20modelling%20based%20co-simulation%20architecture%20to.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

RIBEIRO, Luciana Mendes. Sustentabilidade em projetos arquitetônicos com a utilização da tecnologia BIM. 2024. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.

BAPAT, Hirakraj; SARKAR, Debasis; GUJAR, Rajesh. A sustainable approach to reduce embodied and operational cooling energy for an elevated metro rail station of Ahmedabad, India using Building Information Modelling (BIM) and Factor Comparison Method. *Journal of The Institution of Engineers (India) Series A*, v. 103, p. 115-128, 2022. DOI: 10.1007/s40030-021-00594-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40030-021-00594-1>. Acesso em: [inserir data de acesso].

YAKUT, Melik Ziya; ESEN, Sinem. Impact of energy efficient design parameters on energy consumption in hot-humid climate zones. *Research on Engineering Structures & Materials*, v. 6, n. 3, p. 197-206, 2020. DOI: 10.17515/resm2019.156ic2809. Disponível em: <https://jresm.org/wp-content/uploads/resm2019.156ic2809.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

NAJJAR, M. K.; *et al.* Influence of Ventilation Openings on the Energy Efficiency of Metal-Frame Buildings. *Eng.*, v. 4, n. 2, p. 93- , 2023. DOI: 10.3390/eng4020093. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-4117/4/2/93> . Acesso em: 24 nov. 2025.

CHEN, Po-Han; NGUYEN, Thanh Chuong. A BIM-WMS integrated decision support tool for supply chain management in construction. *Automation in Construction*, v. 98, p. 289-301, 2019. DOI: 10.1016/j.autcon.2018.11.019.