Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.03, 2025
ISSN 2178-6925

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DO BIM COM FOCO NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON THE USE OF BIM WITH A FOCUS ON CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT

Poline Monteiro da Mota
Engenheira Civil, Instituto Federal de Sergipe - IFS, Brasil
E-mail: polinemonteiro@gmail.com

Daiane Costa Guimarães
Engenheira Civil, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Brasil
E-mail: dayaned10@hotmail.com

Anna Cristina Araújo de Jesus Cruz
Engenheira Civil, Instituto Federal de Sergipe - IFS, Brasil
E-mail: anna.cristina@ifs.edu.br

Arilmara Abade Bandeira
Engenheira Civil, Instituto Federal de Sergipe - IFS, Brasil
E-mail: arilmara2015@gmail.com

Resumo

A construção civil é um dos setores que mais impactam o meio ambiente, especialmente devido à geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD). O aumento das exigências por práticas mais sustentáveis, o *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma ferramenta promissora para a gestão eficaz desses resíduos, promovendo a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida das construções. Este trabalho realiza uma análise bibliométrica sobre a aplicação do BIM na gestão de RCD, utilizando dados da base *Scopus* de 2013 a julho de 2024. Este trabalho tem como objetivo analisar a produção científica sobre a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) na gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) por meio de uma análise bibliométrica, destacando tendências e redes de colaboração. Foram encontrados 69 artigos relevantes, com destaque para a China e o Reino Unido como os países mais atuantes, refletindo a liderança dessas nações em práticas sustentáveis e avanços tecnológicos no setor da construção civil. A análise de co-ocorrência de palavras-chave, realizada com o auxílio do software VOSviewer, revelou que os termos "*construction and demolition waste*", "*building information*

modeling (BIM)" e "waste management" são centrais nas pesquisas sobre o tema. Além disso, o estudo identificou que os artigos estão concentrados em um pequeno número de periódicos de alta relevância, como Sustainability e Waste Management, conforme previsto pela Lei de Bradford. Os resultados demonstram que o interesse pelo uso do BIM na gestão de RCD tem crescido nos últimos anos, impulsionado por uma maior conscientização sobre os impactos ambientais da construção civil. Este estudo bibliométrico não apenas oferece uma visão abrangente sobre o desenvolvimento científico nessa área, mas também destaca a necessidade de mais pesquisas focadas na integração do BIM com práticas sustentáveis, visando minimizar os resíduos e otimizar a gestão dos recursos no setor da construção.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM); resíduos de construção e demolição; análise bibliométrica; gestão de resíduos.

Abstract

The construction industry is one of the sectors that most impacts the environment, especially due to the generation of Construction and Demolition Waste (CDW). With increasing demands for more sustainable practices, Building Information Modeling (BIM) emerges as a promising tool for the effective management of this waste, promoting sustainability throughout the construction life cycle. This work performs a bibliometric analysis on the application of BIM in CDW management, using data from the Scopus database from 2013 to July 2024. The aim of this study is to analyze the scientific production on the application of Building Information Modeling (BIM) in Construction and Demolition Waste (CDW) management through a bibliometric analysis, highlighting trends and collaboration networks. A total of 69 relevant articles were found, with China and the United Kingdom standing out as the most active countries, reflecting the leadership of these nations in sustainable practices and technological advances in the construction sector. The keyword co-occurrence analysis, carried out with the help of the VOSviewer software, revealed that the terms "construction and demolition waste", "building information modeling (BIM)" and "waste management" are central to research on the subject. Furthermore, the study identified that the articles are concentrated in a small number of highly relevant journals, such as Sustainability and Waste Management, as predicted by Bradford's Law. The results demonstrate that interest in the use of BIM in CDW management has grown significantly in recent years, driven by greater awareness of the environmental impacts of the construction industry. This bibliometric study not only provides a comprehensive overview of scientific developments in this area, but also highlights the need for further research focused on the integration of BIM with sustainable practices, aiming to minimize waste and optimize resource management in the construction sector.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); construction and demolition waste; bibliometric analysis; waste management.

1. Introdução

A construção civil é um setor muito importante no contexto socioeconômico de um país, seja pela sua participação de forma ativa na geração de empregos e renda, seja na contribuição para redução do déficit habitacional ou

evolução da infraestrutura do país (MATIAS, 2020). De acordo com a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC), o Produto Interno Bruto (PIB) de 2022 da construção civil subiu 6,9%, tendo significativa participação no crescimento do PIB brasileiro nesse ano. O setor também gerou 10% dos empregos formais em 2022, contribuindo para a redução do desemprego, que chegou à marca de 9,3% (menor nível desde 2015) (ABRAINC, 2023).

Apesar da relevância socioeconômica, o sistema de construção atual exerce forte impacto no meio ambiente, seja pelo consumo de recursos naturais e energéticos, seja pela geração de somas de resíduos ou por mudanças na paisagem decorrentes do descarte irregular desses (Melo *et. al*, 2019). A vultuosa geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) é um dos principais impactos ambientais causados pelo setor construtivo, aproximadamente 40% do componente de resíduos sólidos no mundo é gerado a partir da construção e demolição de estruturas (Ya'cob *et al*, 2013).

Em busca de encontrar soluções para as questões ambientais, em 2015, a ONU publicou a Agenda 2030, documento com 17 objetivos e 169 metas para o Desenvolvimento Sustentável (DS). Os objetivos 11 e 12 desse documento estabelecem que até 2030, dentre as demais metas determinadas, tem-se a de reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, à gestão de resíduos municipais e a de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, dentre outras ações (ONU, 2015). Nota-se que a temática da gestão de resíduos alcançou especial atenção de governantes e profissionais em um contexto internacional. No Brasil, um dos marcos importantes foi a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A mesma busca formas de incentivar a não geração, como também viabilizar a sua redução, reutilização e reciclagem, para assim tratar e dispor de maneira ambientalmente adequada os resíduos (Brasil, 2010).

Dessa forma, surgiu a necessidade de criação de novas ferramentas, métodos e tecnologias desenvolvidos com a finalidade de alcançar melhores métricas de sustentabilidade nas construções, sem comprometer o desempenho e qualidade das edificações (Lambertz *et al.*, 2019). No contexto da indústria da

Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), o *Building Information Modelling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, em tradução para o português, pode contribuir tanto para análises de sustentabilidade, como em estudos relacionados à eficiência energética, análises do ciclo de vida, gerenciamento dos resíduos sólidos e avaliação dos requisitos das certificações ambientais, pois reúne um conjunto de processos, ferramentas e tecnologias relacionadas ao modelo de construção, cujas informações multidisciplinares são compartilhadas de forma integrada (Eastman *et al.*, 2014). Won, Cheng e Lee (2016) apontaram o BIM como uma maneira eficaz para minimizar a geração de RCD, uma vez que sua aplicação implica em um aumento da qualidade e na precisão do projeto e da construção, reduzindo assim os equívocos projetuais, retrabalho e modificações inesperadas.

Ao mesmo tempo, a realização de pesquisas sobre os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) é de fundamental importância devido ao impacto ambiental, social e econômico que eles geram. Com o aumento do desenvolvimento humano, a demanda por construções resulta em um crescimento significativo na geração desses resíduos. O descarte inadequado e a má gestão dos mesmos têm gerado preocupações crescentes sobre os danos ambientais associados (Kaddo, 2020).

Nesse contexto, a sustentabilidade na construção civil transcende a simples redução do desperdício de materiais, englobando a adoção de práticas que visam não apenas a redução de custos e insumos, mas também o reaproveitamento e a utilização eficiente dos recursos naturais nos projetos de engenharia. É essencial compreender que a incorporação da sustentabilidade na construção civil deve começar desde a fase de concepção do projeto (Roque; Pierre, 2019). O BIM, como uma ferramenta avançada de modelagem e gerenciamento de informações, possibilita a integração de todas as etapas de um projeto, desde o planejamento até a execução e a demolição (Won; Cheng; Le, 2016). Portanto, estudar a gestão de RCD associada ao BIM é uma forma de aprimorar a sustentabilidade e a eficiência na construção civil, uma vez que o uso dessa tecnologia possibilita a simulação de diferentes cenários de construção e

demolição, auxiliando na escolha de práticas construtivas mais sustentáveis e na minimização dos impactos ambientais.

Por outro lado, a análise bibliométrica surge como uma técnica para explorar e entender a área de conhecimento de um tema em particular, possibilitando a análise abrangente das publicações de maneira quantitativa e sistemática, empregando métodos matemáticos e estatísticos para examinar as particularidades, organização, temas relevantes e direções de pesquisa (Wu et al., 2019). É importante destacar que os estudos bibliométricos auxiliam na organização das pesquisas realizadas, além de identificar as lacunas de conhecimentos existentes. (Chueke; Arnatucci, 2015). Essa técnica permite explorar diversas características, como o total de publicações, a média de publicações por autor, o número total de citações, a média de citações por periódico, as fontes mais citadas, a distribuição geográfica das publicações, entre outras (Oliveira *et al*., 2015).

Assim, partindo-se da questão de pesquisa: como está caracterizada a pesquisa acadêmica sobre a utilização do BIM na gestão de Resíduos de Construção Demolição, este trabalho objetiva analisar a produção científica sobre a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) na gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) por meio de uma análise bibliométrica, destacando tendências e redes de colaboração.

2. Metodologia

Esta pesquisa se caracteriza como uma análise bibliométrica. Os estudos bibliométricos têm como premissa a ideia de que a geração de conhecimento no âmbito acadêmico é materializada por meio da produção científica. Como a pesquisa bibliográfica pode sofrer de vieses e subjetividade, a utilização de métodos de sistematização de literatura vem se tornando mais frequente em várias áreas de conhecimento conferindo maior rigor, profundidade e transparência ao processo de pesquisa bibliográfica, e a bibliometria é um desses métodos (Chueke; Amautecci, 2022). A bibliometria examina os resultados de estudos em uma área específica utilizando indicadores como número de

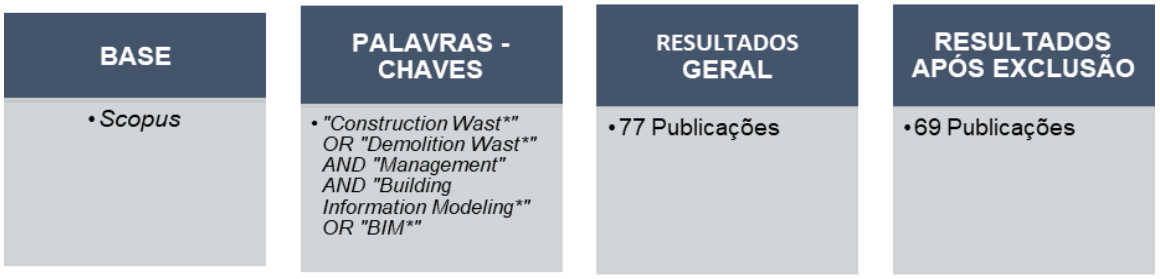
publicações, coautorias e citações. Bem como avalia a importância de autores e instituições em redes de colaboração, utilizando indicadores como grau de centralidade e intermediação (Chueke; Amatucci, 2022).

A primeira etapa da análise bibliométrica envolveu a seleção de documentos sobre a utilização do BIM na gestão de resíduos da construção e demolição, a base de dados escolhida para esse processo foi a *Scopus* (*Elsevier*), por configurar-se como o maior banco de dados atualmente, possibilitando os melhores resultados de busca na respectiva temática, o acesso à base foi virtualmente pelo Portal de Periódicos da CAPES.

No passo seguinte definiu-se os termos para a busca, sendo estes: *"Construction Wast*" OR "Demolition Wast*" AND "Management" AND "Building Information Modeling*" OR "BIM*"*, utilizando a pesquisa de forma simples no campo "*article title, abstract e Keywords".* Dessa forma a base *Scopus* buscou trabalhos que abordem esses termos no resumo, título ou palavras-chave. Como critérios de refinamento, foi considerado o tipo de documento como artigo e escritos na língua inglesa. A busca resultou em 77 artigos, publicados entre os anos de 2013 a julho de 2024.

Após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos encontrados, foram excluídos 8 (oito) artigos que não possuíam a temática abordada no presente estudo, restando 69 publicações após o processo de exclusão (Figura 1).

Figura 1 – Processo da busca na base *Scopus*



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As publicações de artigos que se encaixavam dentro dos critérios da pesquisa foram selecionadas e exportadas da *Scopus* em um arquivo CSV, contendo dados de cada documento como palavras-chave, citação e local de

publicação, para posterior tratamento dos dados e mapeamento bibliométrico por meio do *software VOSViewer*, uma ferramenta de *software* para construção e visualização de redes bibliométricas. Essas redes podem, por exemplo, incluir periódicos, pesquisadores ou publicações individuais e podem ser construídas com base em citações, acoplamento bibliográfico, cocitação ou relações de coautoria (*VOSviewer*, 2024). Para geração de mapas no *VOSViewer*, utilizou-se o passo a passo da Figura 2.

Após a geração dos mapas no *software VOSviewer*, iniciou-se a avaliação bibliométrica dos resultados encontrados. Para o presente estudo, foram executados os seguintes tipos de análise sobre os dados extraídos da base *Scopus*: coautoria entre países e co-ocorrência de palavras-chave. Os resultados estão apresentados de forma quantitativa, por meio de gráficos que demonstram a evolução das publicações ao longo do período estabelecido, os principais países, autores e periódicos. Bem como a análise dos mapas gerados no *software VOSviewer*.

Figura 2 – Processo de geração de mapas no *software VOSviewer*



Fonte: Elaborado pela autora com base no *software VOSviewer* (2024).

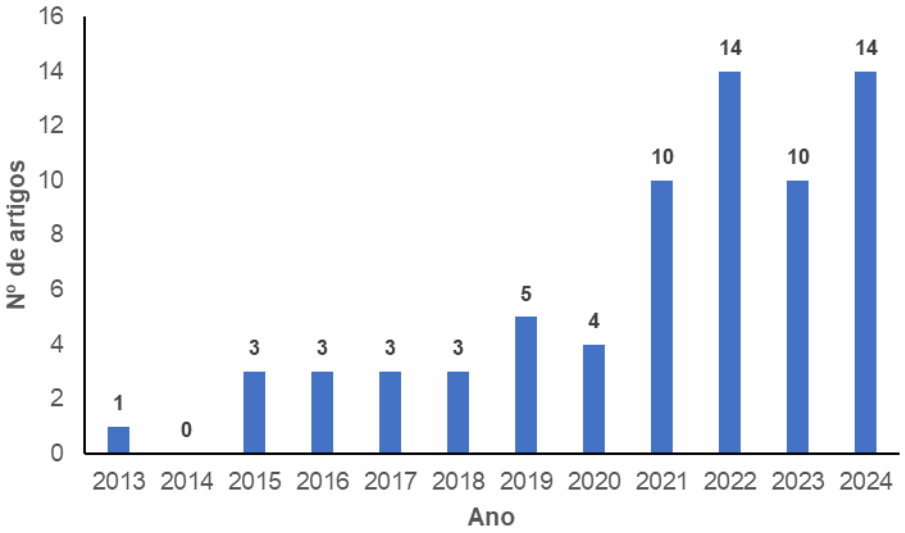
3. Resultados e Discussão

A presente pesquisa foi realizada por meio de dados coletados pela base de dados de artigos *Scopus*, analisando a produção científica sobre o uso da tecnologia BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição através de uma análise bibliométrica com auxílio do *software VOSViewer*.

A evolução temporal da quantidade de publicações do referido tema

pode ser observada na Figura 3. O primeiro trabalho foi publicado em 2013, a busca não retornou nenhuma publicação em 2014. Já entre os anos de 2015 a 2020 a produção científica começou a crescer, porém de forma bastante limitada, com menos de cinco artigos publicados por ano, com exceção de 2019, quando foram publicados exatamente cinco artigos. No entanto, de 2021 a 2024, houve um aumento significativo no número de publicações. É importante ressaltar que no ano de 2024 foi considerado artigos publicados até o mês de julho, uma vez que a busca de dados foi realizada no mês de agosto. Mesmo limitado a apenas 7 meses, houve um aumento de 4 publicações em relação a 2023, com uma forte tendência de que essa diferença aumente quando o ano chegar ao final.

Figura 3 - Quantidade de publicações de artigos por ano



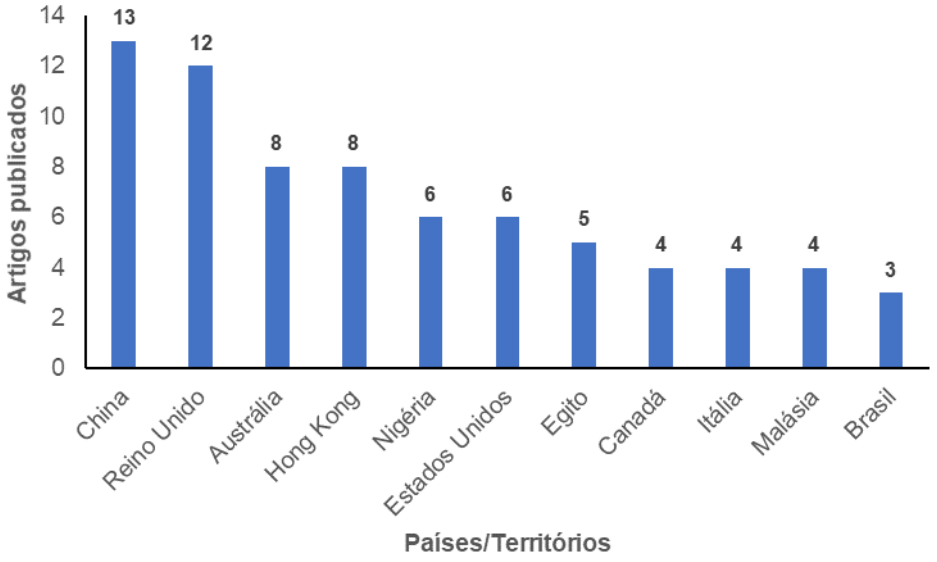
Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

Portanto, a produção tem sido cada vez maior, com tendência de aumento para os próximos anos. Esse interesse da comunidade científica possivelmente se deve ao aumento das preocupações ambientais, que gera uma demanda crescente por práticas de construção mais sustentáveis. Para Won; Cheng; Le (2016), o BIM pode ser uma ferramenta crucial nesse aspecto, pois permite um planejamento mais eficiente dos projetos, ajudando a prever e reduzir a geração de resíduos.

O tema também está sendo pesquisado por 30 países/territórios nos diferentes continentes. A Figura 4, mostra a contribuição de publicações dos

países/territórios que mais se destacam.

Figura 4 – Quantidade de publicações por país/território



Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

De acordo com o gráfico, a China apresenta a maior quantidade de publicações na área em questão, seguida do Reino Unido (12), Austrália (8) e Hong Kong (8). O Brasil teve apenas 3 publicações, ficando claro como são poucos os trabalhos abordando a tecnologia BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição, podendo ser melhor explorada.

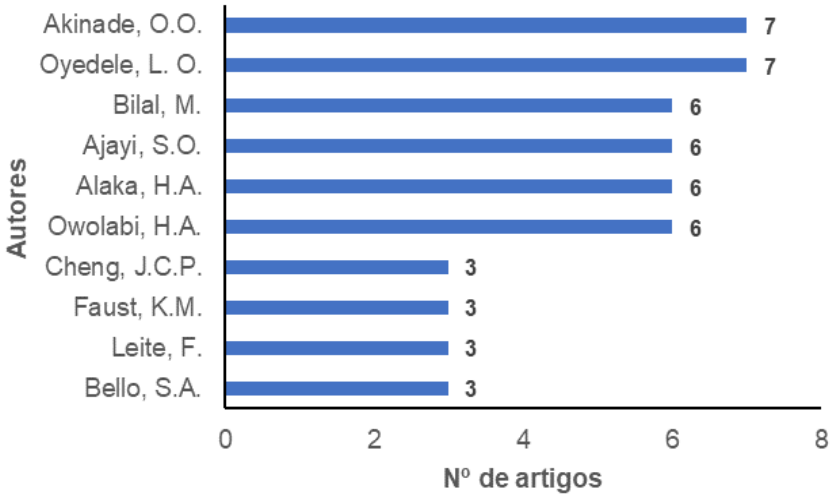
O desempenho científico da China nas pesquisas com essa temática está relacionado com o rápido crescimento urbano, o que leva a um aumento significativo na construção de novos edifícios e, consequentemente, na geração de RCD. Esse aumento exige métodos mais eficientes para gerenciar os resíduos (Wang *et al*., 2022). Desde que o governo chinês implementou políticas rigorosas para promover a sustentabilidade e a gestão de resíduos, como a política de "Cidades sem Resíduos" e a "Lei de Promoção da Economia Circular", o investimento em pesquisa e desenvolvimento em áreas tecnológicas emergentes, incluindo o BIM, aumentou significativamente (Lv *et al*., 2021).

Já o Reino Unido foi um dos primeiros países a implementar mandatos governamentais para o uso de BIM em projetos públicos. Desde 2016, o BIM nível 2 é obrigatório em todos os projetos de construção financiados pelo

governo, o que estimulou a adoção generalizada da tecnologia e incentivou a pesquisa sobre suas aplicações, incluindo a gestão de RCD. As universidades no Reino Unido, como a *University College London* e a *University of the West of England*, lideram na pesquisa e inovação em BIM, focando em tecnologias e soluções inovadoras para melhorar a gestão de RCD. A colaboração entre academia e indústria também facilita a aplicação prática dessas inovações, acelerando o uso de BIM na gestão de resíduos (Blackwell, 2012). Corroborando com esses fatos, os resultados do presente trabalho demonstram que autores do Reino Unido estão entre os que mais publicaram artigos sobre o uso do BIM na gestão de RCD.

Na amostra analisada, foram identificados 247 autores, dos quais os 10 que mais contribuíram na produção científica foram destacados na Figura 5. Esses 10 autores, são responsáveis por cerca de 72% do total de publicações, representando o grupo mais produtivo dentro do tema estudado. Conforme a Lei de Lotka, esse padrão é esperado, já que a produtividade dos pesquisadores em uma determinada área do conhecimento tende a ser desigual. Um pequeno grupo de autores frequentemente se destaca por produzir uma quantidade significativa de artigos, enquanto a maioria dos autores contribui com um número menor de publicações (Maia; Bezerra, 2020).

Figura 5 – Produção científica dos 10 principais autores

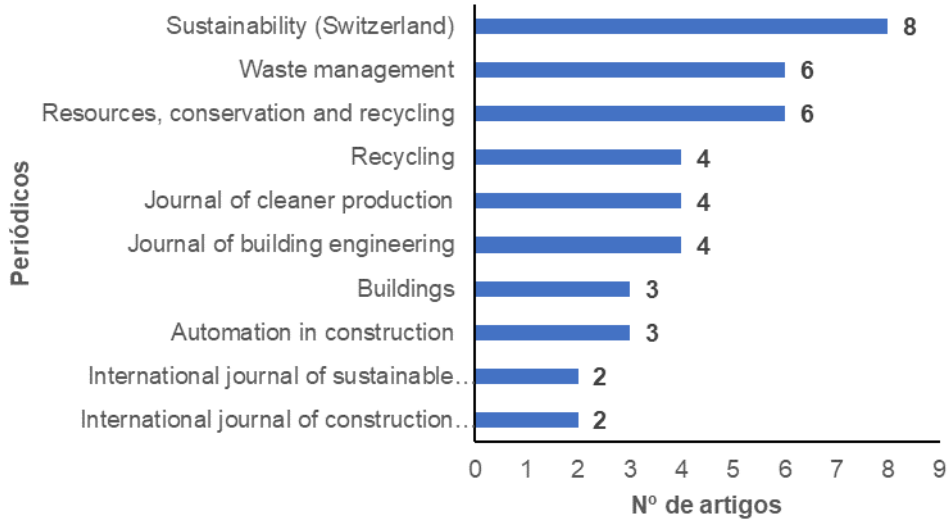


Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

Akinadé e Oyedele juntos detêm mais de 20% das publicações. Ambos contribuíram significativamente para a produção científica com 7 publicações cada, nas quais são coautores, sendo que Akinadé é o autor principal de 4 desses artigos. Olúgbénga Akinadé é professor de Inovação Digital na *Teesside University*, e Lukumon O. Oyedele é pesquisador acadêmico na *University of the West of England*. As pesquisas conduzidas por esses autores cobrem uma ampla gama de tópicos, incluindo resíduos de construção e demolição, *big data*, economia circular, projeto de construção, BIM, gestão de resíduos, minimização de resíduos, desconstrução e sustentabilidade.

No que diz respeito aos periódicos, foram identificados um total de 34. A Figura 6 ilustra que o periódico científico mais utilizado para a publicação de artigos sobre a tecnologia BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição foi o *Sustainability (Switzerland)*, com uma representatividade de 11,6% e um total de 8 artigos publicados. Em seguida, destacam-se *Waste Management* e *Resources, Conservation and Recycling*, ambos com 6 publicações, representando 8,7% cada.

Figura 6 - Dez periódicos que mais publicaram artigos científicos



Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

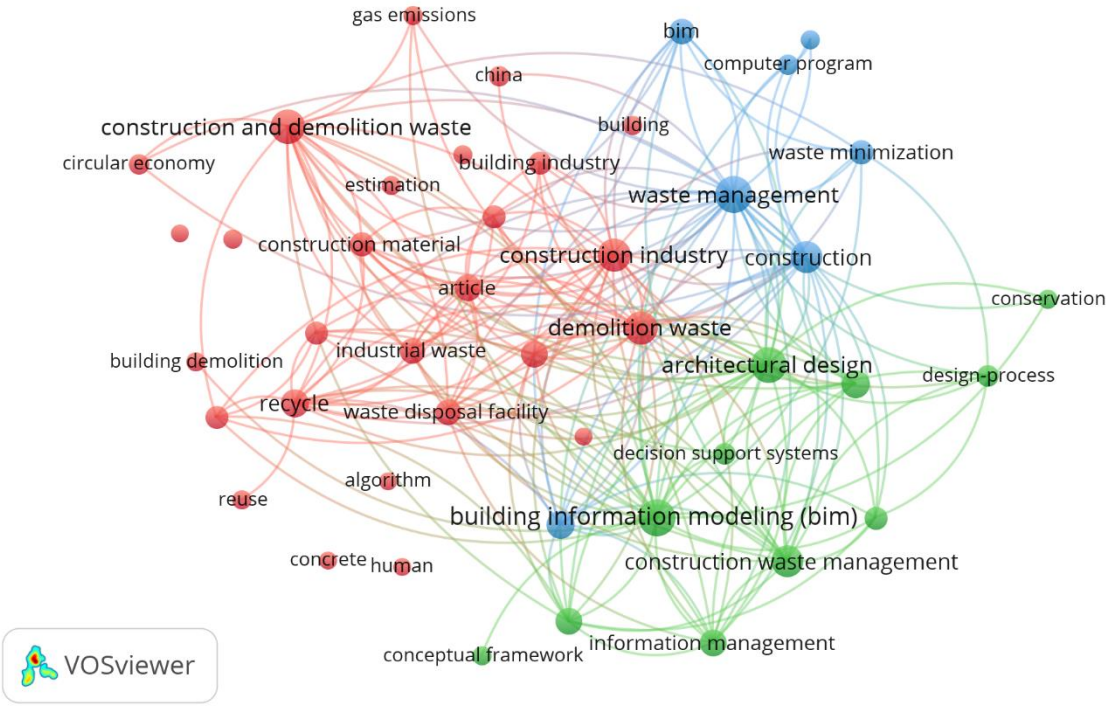
A Lei de Bradford sugere que em qualquer campo de estudo, uma pequena quantidade de periódicos será responsável pela maior parte das publicações relevantes (Araújo, 2006). Os periódicos mencionados na Figura 6 publicaram aproximadamente 61% dos artigos levantados na amostra, confirmando a premissa da Lei de Bradford. Portanto, os mesmos são os que mais contribuem para o avanço do conhecimento na área, concentrando as principais fontes para acompanhar as tendências e os desenvolvimentos mais recentes.

3.1 Análise de Redes

Através do *software VOSviewer*, foi possível analisar a co-ocorrência das palavras-chave dos documentos obtidos. O *VOSviewer* identificou inicialmente 584 termos que apresentavam interações entre si. Para otimizar a visualização e análise, foram aplicados filtros que consideraram um mínimo de 4 ocorrências por termo. Esse critério reduziu o número de termos analisados para 45, destacando as palavras-chave com maior relevância e frequência de

ocorrência. Isso permite uma melhor interpretação do mapa gerado (Figura 7), facilitando a identificação dos temas mais importantes dentro do conjunto de dados analisado.

Figura 7 – Mapa de redes de co-ocorrência de palavras-chave



Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

O tamanho dos círculos no mapa indica a relevância de cada termo na rede de itens avaliados. Assim, quanto maior o círculo, maior é a sua importância na área de pesquisa. Dessa forma, é possível observar que os termos "*construction and demolition waste*", "*building information modeling* (BIM)" e "*waste management*" se destacam significativamente. Esses resultados estão em conformidade com o objeto de estudo deste trabalho, que visa avaliar o uso do BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição. O mapa de redes gerado é composto por três *clusters*, que são agrupamentos de itens que apresentam maior conexão entre si.

O *cluster* 1, representado pela cor vermelha, contém 27 itens, com destaque para "*construction and demolition waste*", que aparece 31 vezes na rede. Este *cluster* concentra-se na gestão de Resíduos de Construção e

Demolição, enfatizando a importância da reciclagem e reutilização de materiais dentro de uma economia circular. As discussões abordam como o BIM pode auxiliar na estimativa e redução da geração de resíduos e no planejamento de práticas sustentáveis durante a construção e demolição.

O *cluster* 2, na cor verde, com 11 itens, tem como termo mais relevante "*building information modeling (BIM)*". Este *cluster* explora o uso do BIM em projetos arquitetônicos com um enfoque na sustentabilidade. As discussões incluem como o BIM pode suportar o desenvolvimento de *frameworks* para a construção sustentável, facilitando a conservação de recursos e a minimização do impacto ambiental desde as fases iniciais do projeto.

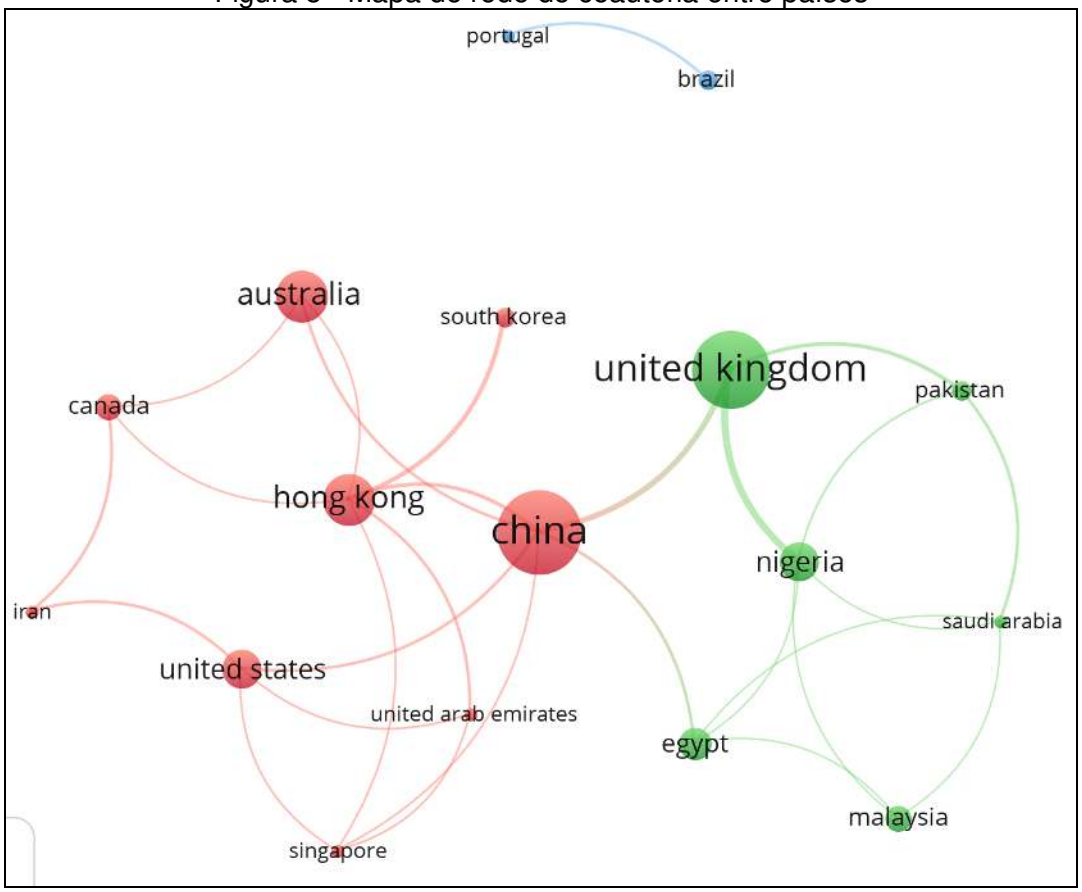
O *cluster* 3, na cor azul, inclui 7 itens, sendo "*waste management*" o mais recorrente, citado 26 vezes. Este *cluster* foca no papel do BIM na gestão de resíduos na indústria da construção. As discussões incluem como o BIM pode ser usado para melhorar a eficiência no gerenciamento de resíduos, minimizando os desperdícios desde a fase de projeto até a execução. Também explora a integração do BIM com tecnologias emergentes, como *big data* e inteligência artificial.

Essas tendências de pesquisa — planejamento de projetos com foco em resíduos, sustentabilidade e economia circular, além da integração de tecnologias emergentes —, abordadas pelos estudos que compõem cada *cluster*, evidenciam uma forte convergência entre o uso do BIM, a sustentabilidade e a otimização de processos na construção. Isso demonstra que o BIM não apenas aprimora o gerenciamento de projetos, mas também contribui para a criação de uma indústria da construção mais sustentável e eficiente.

A Figura 8 revela como pesquisadores de diferentes países colaboram entre si, destacando tanto as conexões fortes quanto as mais fracas. China e Reino Unido possuem os maiores círculos, indicando que são os países mais centrais e influentes nas colaborações sobre o tema. Isso sugere que esses países têm um papel de liderança na pesquisa e no desenvolvimento de práticas envolvendo o uso de BIM para a gestão de RCD.

.

Figura 8 - Mapa de rede de coautoria entre países



Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024)

A imagem está dividida em dois clusters principais, representados pelas cores vermelha (*cluster* 1) e verde (*cluster* 2), e um *cluster* menor em azul (*cluster* 3).

Cluster 1: Inclui países como China, Hong Kong, Austrália, Estados Unidos, Irã, Canadá, Singapura, Emirados Árabes Unidos e Coreia do Sul. A predominância de países desenvolvidos, como Austrália, Estados Unidos e Canadá, sugere uma forte rede de colaboração em torno do tema, com a China desempenhando um papel central. A presença de países em desenvolvimento como o Irã e os Emirados Árabes Unidos indica que o interesse e a colaboração transcendem as barreiras econômicas e regionais. A conexão robusta entre China, Hong Kong e Austrália, por exemplo, mostra um eixo de colaboração na região Ásia-Pacífico.

Cluster 2: Inclui países como Reino Unido, Nigéria, Egito, Malásia, Paquistão e Arábia Saudita. O Reino Unido é o país central deste grupo,

indicando sua liderança em parcerias de pesquisa com países em desenvolvimento, como Nigéria, Egito e Paquistão, o que pode refletir iniciativas de transferência de tecnologia ou práticas sustentáveis, onde o Reino Unido, como país desenvolvido, apoia a implementação do BIM em países em desenvolvimento.

Cluster 3: Inclui apenas Portugal e Brasil. A ligação entre Portugal e Brasil, ambos países com laços históricos e linguísticos, reflete colaborações bilaterais específicas dentro do tema, com o Brasil como representante de um país em desenvolvimento. Essa situação apresenta oportunidades claras para que pesquisadores brasileiros busquem maior envolvimento em colaborações internacionais, não apenas com Portugal, mas também com outras nações que lideram a pesquisa em BIM e RCD. O fortalecimento dessas parcerias poderia resultar em transferência de tecnologia, desenvolvimento de novas metodologias, e uma maior visibilidade internacional da pesquisa brasileira.

Este mapa de coautoria destaca a distribuição global de esforços de pesquisa sobre o uso do BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição, com uma forte liderança da China e Reino Unido. Ao mesmo tempo, a presença ativa de países em desenvolvimento sugere um movimento crescente para incorporar práticas avançadas de gestão de resíduos em mercados emergentes, por meio de colaborações internacionais. Essas colaborações são vitais para promover a sustentabilidade e a eficiência na indústria da construção globalmente.

Além disso, complementa os dados da Figura 4, que apresenta a quantidade do número de artigos publicados por cada país, ambas as imagens reforçam que a China e o Reino Unido são os principais líderes na pesquisa sobre o uso do BIM na gestão de RCD. Isso se deve não apenas ao volume de produção científica, mas também à sua forte colaboração internacional. Países como Austrália, Hong Kong, e Nigéria desempenham papéis significativos, evidenciados tanto no número de publicações quanto em suas conexões na rede de colaboração global. Em contraste, Brasil e Portugal, apesar de terem publicações, apresentam menor integração e visibilidade na rede global, o que sugere uma participação menos expressiva em termos de colaboração e

produção científica internacional na área pesquisada.

4. Conclusão

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica sobre a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) na gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), com foco nas publicações indexadas na base de dados *Scopus* entre 2013 e 2024. Através desta análise, foi possível identificar as principais tendências, lacunas de pesquisa, redes de colaboração entre autores e países, bem como as palavras-chave mais recorrentes na literatura sobre o tema.

Os resultados evidenciaram um crescimento significativo na produção científica sobre o uso do BIM na gestão de RCD a partir de 2021, o que demonstra o aumento do interesse da comunidade acadêmica em práticas mais sustentáveis na construção civil. A China se destacou como o país com maior número de publicações, seguida pelo Reino Unido, indicando uma liderança global desses países nas pesquisas relacionadas ao tema.

Além disso, foi constatado que o periódico "*Sustainability (Switzerland)*" foi o mais relevante para a divulgação dos estudos sobre o tema, o que reflete a importância de práticas sustentáveis e inovadoras na construção civil. A análise das palavras-chave revelou que os termos "*construction and demolition waste*", "*building information modeling* (BIM)" e "*waste management*" são centrais na discussão acadêmica, confirmando a relevância do BIM como ferramenta na gestão eficiente de resíduos. Também revelou que temas como sustentabilidade, economia circular e reciclagem, são centrais nas discussões acadêmicas, reforçando o papel do BIM como uma ferramenta essencial para otimizar a eficiência dos projetos e minimizar o impacto ambiental. No futuro, espera-se que novas pesquisas se concentrem em integrar tecnologias emergentes, como inteligência artificial e *big data*, ao uso do BIM, promovendo ainda mais avanços no campo da construção sustentável.

As colaborações internacionais também se mostraram relevantes, a análise bibliométrica destacou a forte parceria entre pesquisadores da China e

do Reino Unido com países em desenvolvimento. Essa parceria estratégica não apenas facilita o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, mas também promove a transferência de conhecimento para países emergentes, como Nigéria, Egito e Irã, permitindo que essas nações adotem práticas mais sustentáveis em seus setores de construção.

A China, com seu rápido crescimento urbano e consequente aumento na geração de resíduos, tornou-se um dos principais polos de pesquisa nesse campo. Este crescimento demanda soluções inovadoras e eficientes, e as políticas governamentais chinesas, como as iniciativas "Lei de Promoção da Economia Circular" e "Cidades sem Resíduos", têm impulsionado a adoção de tecnologias avançadas como o BIM para mitigar os impactos ambientais da construção civil.

O Reino Unido, por outro lado, foi pioneiro na implementação obrigatória do BIM em projetos públicos, o que não apenas acelerou a adoção dessa tecnologia, mas também fomentou a pesquisa científica sobre suas aplicações. A colaboração entre universidades britânicas e instituições chinesas tem resultado em um número significativo de publicações e avanços tecnológicos.

No contexto brasileiro, embora as colaborações internacionais ainda sejam menos expressivas, há sinais promissores. A parceria entre Brasil e Portugal, por exemplo, reflete uma conexão histórica e linguística que pode ser melhor explorada para expandir a pesquisa sobre BIM e RCD. No entanto, o número limitado de publicações provenientes do Brasil sugere que ainda há um longo caminho a percorrer para que o país se estabeleça como um líder nesse campo. O potencial do Brasil para aumentar sua produção científica e integrar-se mais profundamente nas redes globais de pesquisa é significativo, especialmente considerando os desafios ambientais e o tamanho do setor de construção civil no país.

Em suma, as colaborações internacionais emergem como um fator determinante no avanço das pesquisas sobre BIM e gestão de RCD. Para o Brasil, a ampliação dessas colaborações pode ser um caminho estratégico para fomentar a inovação e o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis na

construção civil, alinhando o país com as tendências globais e contribuindo de forma mais significativa para a literatura científica.

Em conclusão, o uso do BIM na gestão de RCD está em ascensão, e a análise bibliométrica aqui apresentada contribui para um melhor entendimento das dinâmicas de pesquisa nesse campo. No entanto, ainda existem lacunas e oportunidades para estudos futuros, especialmente em contextos regionais como o Brasil, onde a adoção de práticas sustentáveis na construção civil pode ser potencializada por meio de novas pesquisas e iniciativas colaborativas.

Referências

ABRAINC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. PIB da construção tem alta de 69% em 2022 e puxa crescimento da economia. Disponível em: https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2023/03/02/pib-da-construcao-tem-alta-de-69-em-2022-e-puxa-crescimento-da-economia. Acesso em: 13 out. 2023.

ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

BLACKWELL, B. Industrial strategy: government and industry in partnership – Building Information Modelling. HM Government, 2012.

BRASIL. Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Internext*, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.

EASTMAN, C. *et al*. Manual de BIM: Um guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. São Paulo – SP: Bookman, 2014. 483 p. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho.

KADDO, M. Analysis of the possibility of using polylactide in production of building materials. E3S Web of Conferences, v. 217, p. 1–8, 2020. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021701012.

LAMBERTZ, M. *et al*. Importância dos serviços prediais nas avaliações ecológicas de edifícios. In: *E3S Web de Conferências*. EDP Ciências, 2019.

LV, H. *et al*. Examining construction waste management policies in mainland China for potential performance improvements. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 23, p. 445-462, 2021.

MAIA, M.; BEZERRA, C. A. Análise bibliométrica dos artigos científicos de jurimetria publicados no Brasil. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 18, p. e020018-e020018, 2020.

MATIAS, A. N. Resíduos de construção e demolição à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2020. Dissertação de Mestrado.

MELLO, P. M. A. C. Interdisciplinaridade na Pós-Graduação: estudo de MELO, A. C. V. de et al. BIM integrado a minimização da geração de resíduos da construção civil. Uberlândia, 2019.

OLIVEIRA, C. A. C. *et al*. Análise da produção científica relacionada com padronização na Construção Civil de 2010 a 2014. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2015, São Carlos. Anais... São Carlos: 2015.

O NU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 21 out. 2023.

ROQUE, R. A. L.; PIERRI, A. C. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. *Research, society and development*, v. 8, n. 2, p. e3482703-e3482703, 2019.

VOSVIEWER. Visualizing scientific landscapes. Disponível em: https://www.vosviewer.com/. Acesso em: 19 ago. 2024.

WANG, J. *et al*. Life cycle assessment of building demolition waste based on building information modeling. *Resources Conservation and Recycling*, v. 178, p. 106095, 2022.

WON, J.; CHENG, J. C. P.; LEE, G. Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: case studies in South Korea. *Waste Management*, v. 49, p. 170-180, 2016.

WU, H. *et al*. Construction and demolition waste research: a bibliometric analysis. *Architectural Science Review*, v. 62, n. 4, p. 354-365, 2019.

YA'COB, A. S. *et al*. Fatores que afetam os esforços sustentáveis de gestão de resíduos de construção no local. *Transações WIT sobre Ecologia e Meio Ambiente*, v. 179, p. 1169-1176, 2013.