

INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

POLINE MONTEIRO DA MOTA

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

ESTÂNCIA
2024

POLINE MONTEIRO DA MOTA

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

Trabalho de conclusão do curso apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Estância, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Professor Dra. Arilmara Abade Bandeira.

ESTÂNCIA
2024

M917a Mota, Poline Monteiro da.
Análise bibliométrica sobre a utilização do bim com foco na gestão de
resíduos de construção e demolição. / Poline Monteiro da Mota. - Estância,
2024.
48 f.; il.

Monografia (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Arilmara Abade Bandeira.

1. Building Information Modeling (BIM). 2. resíduos de construção e
demolição. 3. análise bibliométrica. 4. gestão de resíduos. I. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS. II. Bandeira,
Arilmara Abade. III. Título.

CDU: 658.5:658.4.043

POLINE MONTEIRO DA MOTA

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

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Sergipe como pré-requisito para a
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia civil.

Aprovado em: 19/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ARILMARA ABADE BANDEIRA**
Data: 07/10/2024 16:46:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dra. Arilmara Abade Bandeira
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **ANNA CRISTINA ARAUJO DE JESUS CRUZ**
Data: 08/10/2024 10:13:39-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Ma. Anna Cristina Araújo de Jesus Cruz
Examinadora Externa

Documento assinado digitalmente
 **JOSE CARLOS DE ANUNCIACAO CARDOSO JUNI**
Data: 08/10/2024 13:54:10-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Me. José Carlos de Anunciação Cardoso Junior
Examinador Externo

Dedico esse trabalho a toda minha família e amigos que estiveram presentes nessa fase tão importante da minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho de conclusão de curso representa a culminação de uma jornada de aprendizado e desenvolvimento pessoal, que não seria possível sem o apoio de diversas pessoas às quais dedico meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente, agradeço a Deus pela saúde, sabedoria e força concedidas ao longo de toda essa caminhada.

Aos meus pais, Rozivânia e Josemar, e meus irmãos Plínio, Pedro e Paula, pelo amor incondicional, apoio em todos os momentos e incentivo. Vocês são minha maior fonte de inspiração.

Agradeço a minha cunhada Daiane, pelo auxílio e por tantas vezes me guiar na realização deste trabalho.

Agradeço ao meu namorado Joedson, por todo apoio, incentivo e amor dedicados a mim nesse período.

Aos meus amigos e colegas, que estiveram ao meu lado, seja para dividir as dificuldades ou celebrar as conquistas. Suas companhias tornaram esse percurso mais leve e significativo.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Arilmara Abade, pela paciência, orientação e dedicação durante a elaboração deste trabalho. Sua orientação foi essencial para que este projeto se concretizasse.

Ao IFS – Campus Estância, sua equipe de funcionários e a todos os professores que, ao longo dos últimos anos, transmitiram conhecimento e inspiraram minha jornada acadêmica. Em especial, a professora Anna Cristina, que sempre me apoiou e incentivou, mesmo quando eu já não acreditava mais em mim. Serei sempre grata por sua dedicação.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

“A menos que modifiquemos a nossa
maneira de pensar, não seremos capazes
de resolver os problemas causados pela
forma como nos acostumamos a ver o
mundo”.
(Albert Einstein)

RESUMO

A construção civil, apesar de sua relevância socioeconômica, é um dos setores que mais impactam o meio ambiente, especialmente devido à geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Com 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 significativamente 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, despite its socioeconomic relevance, 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.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ordem de prioridade de geração de Resíduos Sólidos	19
Figura 2 – Origem dos RCC no Brasil	21
Figura 3 – Geração de RCD no Brasil e por regiões – Comparativo 2021 e 2022	22
Figura 4 – Processo da busca na base <i>Scopus</i>	32
Figura 5 – Processo de geração de mapas no <i>software VOSviewer</i>	33
Figura 6 – Quantidade de publicações de artigos por ano	34
Figura 7 – Quantidade de publicações por país/território	35
Figura 8 – Produção científica dos 10 principais autores	36
Figura 9 – Dez periódicos que mais publicaram artigos científicos	37
Figura 10 – Mapa de rede de co-ocorrência de palavras-chave	38
Figura 11 – Mapa de rede de coautoria entre países	40
Quadro 1 – Formas de destinação dos RCD de acordo com a sua classificação	20

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAINCC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias

ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

API – *Application Programming Interface*

BIM – *Building Information Modeling*

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DS – Desenvolvimento Sustentável

EUROSTAT – *European Statistical Office*

IFS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LC – *Lean Construction*

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadoras

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC – Resíduos de Construção Civil

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

US EPA – *United States Environmental Protection Agency*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	17
2.1.1	Legislação e normas técnicas	17
2.1.2	Classificação	19
2.1.3	Origem e geração	20
2.1.4	Gestão e gerenciamento	23
2.2	<i>BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</i>	24
2.2.1	BIM na gestão de RCD	26
2.3	BREVE HISTÓRICO DA BIBLIOMETRIA	26
2.3.1	Conceituação da Bibliometria	26
2.3.2	Leis clássicas	29
2.3.3	Indicadores bibliométricos	30
3	METODOLOGIA	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	ANÁLISE DE REDES	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	44

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; Cheng, Ma, 2013). 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).

Como forma de encontrar soluções para questões ambientais, delegações oficiais de 178 países reuniram-se na Rio 92 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Phillipe Júnior, 2020). A partir desta reunião teve origem a Agenda 21, documento que reflete um consenso global e um compromisso político dos países signatários sobre a necessidade de conciliar desenvolvimento e preservação ambiental (Castro, 2004). Alguns capítulos da Agenda 21 são voltados à questão dos resíduos sólidos, apontado caminhos para o enfrentamento, equacionamento e solução da problemática (Phillipe Júnior, 2020).

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.

Diante do que foi apresentado, partiu-se a seguinte questão de pesquisa: como está caracterizada a pesquisa acadêmica sobre a utilização do BIM na gestão de Resíduos de Construção Demolição? Em decorrência dessa questão este trabalho objetiva apresentar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o tema, levando em consideração artigos da base de dados *Scopus*, no período de 2013 a julho de 2024.

1.1 JUSTIFICATIVA

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 (Da Silva; Moreira, 2023).

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; Lee, 2016). Dessa forma, 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; Chen, *et al.*, 2018). 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).

A realização de um estudo bibliométrico sobre a gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) com o uso do *Building Information Modeling* (BIM) é justificável devido ao crescente interesse e importância dessa integração para a construção sustentável. A análise bibliométrica permite identificar as principais tendências, lacunas de pesquisa, redes de colaboração, e os trabalhos mais influentes nessa área, oferecendo uma visão abrangente do desenvolvimento científico sobre o

tema. Além disso, esse tipo de estudo facilita o mapeamento do conhecimento acumulado, destacando os avanços tecnológicos e metodológicos na gestão de RCD com BIM, o que é essencial para orientar futuras pesquisas, apoiar a tomada de decisões estratégicas e promover a inovação no setor da construção civil.

1.2 OBJETIVOS

Para obtenção dos resultados desta pesquisa foram definidos os seguintes objetivos, divididos em geral e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

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.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar e compilar os artigos científicos sobre o uso do BIM na gestão de RCD, publicados na base de dados *Scopus*;
- Mapear a produção científica relacionada ao BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição, enfatizando os países, autores e periódicos mais influentes na área;
- Gerar e interpretar mapas de colaboração científica, incluindo redes de co-ocorrência de palavras-chave e coautoria entre países, utilizando o *software* VOSviewer.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

De acordo com Hamassaki (2018), os Resíduos de Construção Civil (RCC) ou “entulho” compõem um conjunto de fragmentos ou restos de tijolos, concreto, argamassa, aço, madeira e outros materiais originados a partir do desperdício na construção, reforma ou demolição de estruturas.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, define o resíduo sólido da construção civil como:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Brasil, 2002).

E, de acordo com a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os RCC são “gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (Brasil, 2010).

Tais resíduos também são denominados pelo termo Resíduos de Construção e Demolição (RCD), nomenclatura muito utilizada e difundida nos últimos anos, uma vez que o montante final da geração surge a partir de diversas fases da vida útil de edificações, indo desde o levante destas até as fases de desmonte (Matias, 2020). No presente trabalho adotou-se esta nomenclatura por ser mais utilizada na língua inglesa (*Construction and Demolition Waste*).

2.1.1 Legislação e normas técnicas

A Resolução CONAMA nº 307, publicada em 2002, é um dos principais instrumentos regulamentadores da gestão de RCD no Brasil. Esta resolução foi alterada pelas Resoluções CONAMA 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015, e tem por finalidade “estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais” (Brasil, 2002).

Entre diversas diretrizes estabelecidas para implementação da gestão de

RCD, esta Resolução tem como instrumento o Plano Municipal de Gestão de Resíduos de Construção Civil, que deve conter:

- I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores; (nova redação dada pela Resolução 448/12)
- II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;
- IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (Brasil, 2002).

A partir da publicação da Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), publicou em 2004 uma série de normas referidas tanto aos Resíduos Sólidos quanto aos procedimentos para o gerenciamento dos RCD, que são:

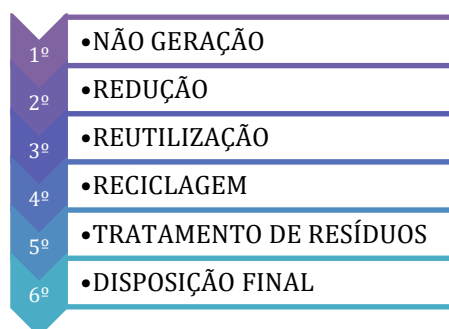
- NBR 15112:2004 - diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo.
- NBR 15113:2004 - diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros.
- NBR 15114:2004 - diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem.
- NBR 15115:2004 - procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção.
- NBR 15116:2004 - requisitos para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos da construção.

No âmbito federal, outro marco regulatório da gestão de RCD, foi a publicação da Lei nº 12.305/2010, instituindo a PNRS, que reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, de

forma isolada ou em cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, visando à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

Apesar de abranger todos os tipos de Resíduos Sólidos, a PNRS representa mais um avanço na regulamentação da gestão de RCD, pois tem como alguns de seus objetivos a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; a gestão integrada de resíduos sólidos; estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável; bem como a redução de resíduos sólidos adotando-se a seguinte ordem de prioridade de geração (Figura 1) (Brasil, 2010):

Figura 1 – Ordem de prioridade de geração de Resíduos Sólidos



Fonte: Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010).

2.1.2 Classificação

Quanto a periculosidade, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os RCD se enquadram na Classe II B, uma vez que de forma geral são compostos de materiais inertes, exceto nos casos em que o resíduo contém substâncias nocivas, como por exemplo restos de tintas, solventes, óleos e outros derivados.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002), alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, CONAMA nº 431/2011 e CONAMA nº 469/2015, classifica os RCD em quatro classes:

- I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
 II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).
 III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).
 IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

Os RCD devem ser destinados de acordo com sua classificação, como estabelece a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, como pode ser observado no Quadro 1 (Brasil, 2002).

Quadro 1 – Formas de destinação dos RCD de acordo com a sua classificação

CLASSE	DESTINAÇÃO
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

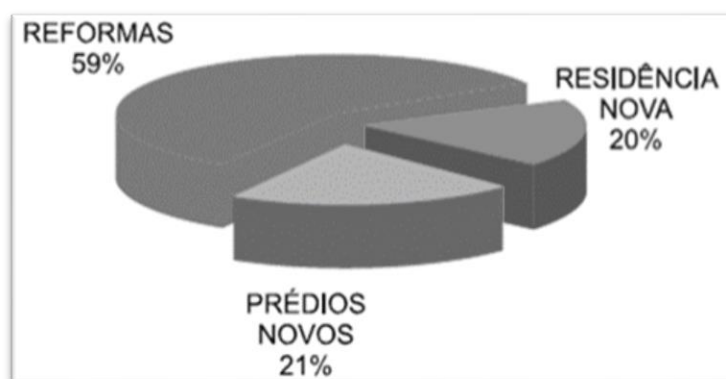
Fonte: Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002).

2.1.3 Origem e geração

Os RCD são originados a partir da própria atividade construtiva desenvolvida em obras de reforma, construções, reparos, demolições e escavações, como pode-se inferir da definição dada pela Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002).

A partir de estudos realizados em alguns municípios brasileiros, Pinto e Gonzáles (2005) apontam que os RCD têm origem em fontes distintas, como pode ser observado na Figura 2, em que a atividade que mais se destaca é de reformas, ampliações e demolições, com 59% do total de RCD, seguida por construções de novos prédios e por fim construções de novas residências.

Figura 2 – Origem dos RCC no Brasil.



Fonte: Pinto e Gonzáles (2005).

Dessa forma, no Brasil, os principais agentes responsáveis pela geração de volumes significativos que devem ser considerados em um diagnóstico são:

Executores de reformas, ampliações e demolições - atividade que, raramente, é formalizada com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás, mas que, no conjunto, consiste na fonte principal desses resíduos;

Construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos - com áreas de construção superiores a 300 m², cujas atividades quase sempre são formalizadas;

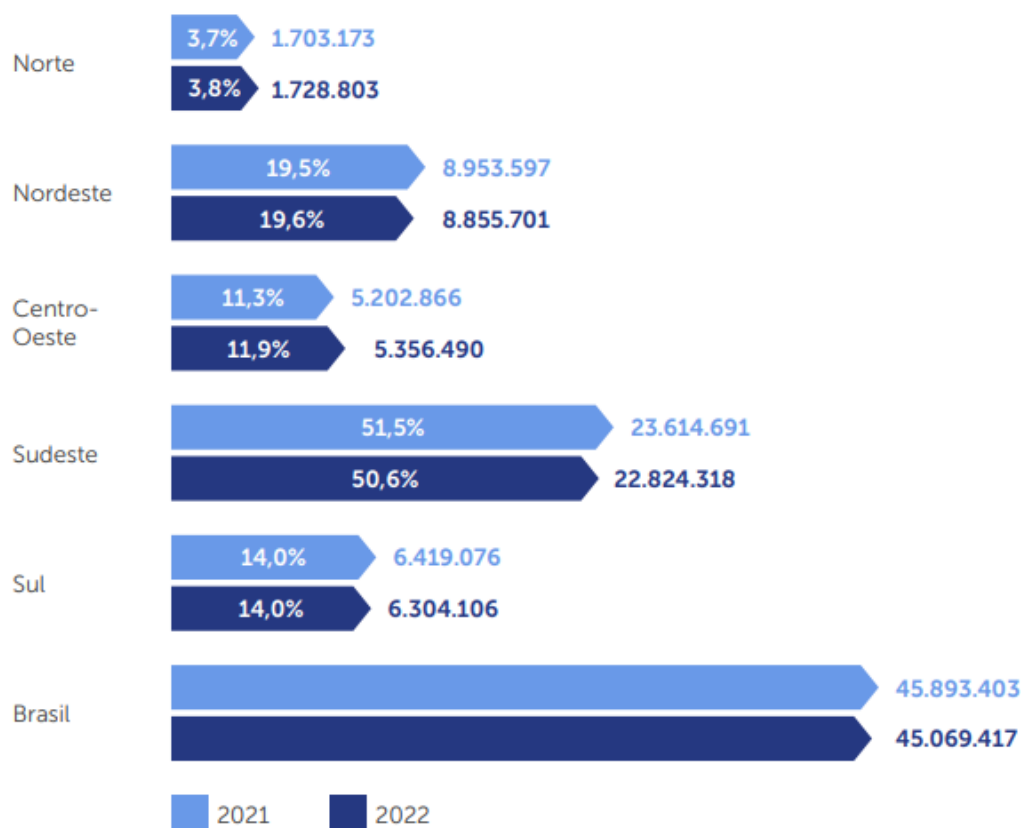
Construtores de novas residências individuais, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais (Soares, 2010).

O desperdício de materiais na construção civil contribui de forma significativa para a geração de RCD, e ocorre principalmente por causas como superprodução, falta de planejamento e comunicação entre os responsáveis pelo projeto e pela execução, logística ineficiente, movimentação inadequada de materiais no canteiro de obras, armazenamento incorreto e falhas na execução que resultam em produtos defeituosos (Felipe *et al.*, 2018). Além disso, a má gestão dos recursos também resulta em sobras que, em vez de serem recicladas ou reutilizadas, são encaminhadas para aterros, agravando os impactos ambientais e aumentando os custos de descarte. Portanto, o desperdício de materiais está diretamente ligado à geração excessiva de RCD (Pinto, 1999).

A Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) realizou a edição do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023, constatando que em 2022 foram gerados cerca de 45 milhões de toneladas de RCD no Brasil, com uma redução de 1,8% em relação ao ano anterior. O Sudeste, apesar de ter apresentado a maior queda regional em relação a 2021, continuou sendo a região que mais se destacou na geração de RCD, contribuindo com 50,6% do total coletado no país em 2022. Enquanto as regiões Norte e Centro-Oeste, aumentaram sua geração de RCD em

1,5% e 3,0%, respectivamente, tais dados podem ser observados na Figura 3 (ABREMA, 2023).

Figura 3 – Geração de RCD no Brasil e por regiões – Comparativo 2021 e 2022.



Fonte: ABREMA (2023).

Na União Europeia, a geração total de Resíduos Sólidos em 2016 foi de 2,5 bilhões de toneladas, dos quais 923,7 milhões de toneladas (36,4%) são RCD (*European Statistical Office - EUROSTAT*, 2020). Para Akhtar e Sarmah (2018), são gerados em todo o mundo mais de 3 bilhões de toneladas de RCD, sendo que os maiores colaboradores nesse cenário são os Estados Unidos, China e Índia, com uma geração coletiva de resíduos superior a 2 bilhões de toneladas.

De acordo com dados da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency – US EPA*), foram geradas aproximadamente 268 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e 569 milhões de toneladas de RCD em 2017, o que representa mais que o dobro do montante de RSU. Outro dado interessante é o percentual de RCD gerado por demolição e construção, o primeiro foi de cerca de 90% e o segundo apenas 10% (US EPA, 2019).

Alguns fatores influenciam na quantidade, composição e características dos RCD, como o grau de desenvolvimento da indústria da construção civil, os materiais predominantemente utilizados, em conjunto com o desenvolvimento econômico e a demanda de novas construções. Isso justifica a heterogeneidade na composição dos RCD de diferentes países, estados, cidades e municípios (Carneiro, 2005).

2.1.4 Gestão e gerenciamento

A PNRS conceitua o gerenciamento e a gestão de resíduos sólidos como descrito abaixo. Tais se estendem também aos RCD.

Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010).

A Resolução CONAMA nº 307/2002, estabelece que o gerenciamento de RCD compreende:

O sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (Brasil, 2002).

Conclui-se que apesar de suas semelhanças, o gerenciamento e a gestão dos resíduos possuem significados e finalidades diferentes. O primeiro refere-se à estrutura organizacional, enquanto a segunda refere-se aos fundamentos institucionais e às políticas públicas e ambientais (Nagalli, 2016).

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil enfrenta diversos desafios, como o desconhecimento sobre a composição dos materiais e a carência na cultura de separação dos resíduos (IPEA, 2012). O não gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras representa uma parcela significativa dos impactos, e que muitas vezes são negligenciados pelos atores responsáveis nas fases de elaboração, aprovação e implantação dos projetos e planos de gerenciamento (Fogli, 2016).

A indústria da construção civil tem buscado alternativas para a gestão de resíduos, entre elas estão o uso de tecnologias de produção mais limpa, o reaproveitamento de resíduos e a utilização de agregados reciclados (Paz, 2014). O uso da tecnologia BIM surgiu para inovar a gestão de edifícios e promover práticas mais sustentáveis no ambiente construído, através dele é possível gerenciar informações sobre materiais e monitorar indicadores de RCD ao longo do projeto (Schamne, 2024).

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é uma abordagem inovadora para o desenvolvimento e organização de projetos de construção. Esse processo envolve o uso de softwares específicos que contêm todas as informações necessárias para a construção, como documentação gráfica, materiais de construção, estimativas de quantidade e preço, parâmetros geométricos de objetos, entre outros. Além disso, o BIM também introduz novas práticas de trabalho e colaboração entre os profissionais envolvidos (Bezerra *et al.*, 2019). O mesmo também é caracterizado pelo processo de criação e gerenciamento de informações digitais de uma construção ou projeto de infraestrutura ao longo de seu ciclo de vida, o que permite a criação de modelos 3D inteligentes que contêm informações sobre geometria, espaços, componentes, materiais, tempo e custo, facilitando a colaboração entre equipes multidisciplinares e melhorando a eficiência e precisão no planejamento, construção e manutenção de edificações e infraestruturas (Eastman *et al.*, 2014).

No Brasil, o Decreto nº 10.306 de 2020 define o *Building Information Modeling* como conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de forma colaborativa e que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção (Brasil, 2020).

Segundo Azhar *et al.* (2012), ao contrário do processo tradicional de projeto, o processo BIM exige a participação de várias áreas e profissionais desde as fases iniciais. Os autores descrevem o modelo de informações de construção como uma simulação que integra modelos tridimensionais dos componentes do projeto, conectados a todas as informações essenciais relacionadas à construção, incluindo

dados e o próprio modelo. Para alcançar esse objetivo, é essencial integrar as diferentes especialidades de projeto em um único modelo que seja compatível com os *softwares* utilizados. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos significativos em *softwares* voltados para projetos nas áreas de arquitetura, engenharia e construção, ainda não existe um programa capaz de realizar todas as funções necessárias para a concepção de uma edificação. Assim, com a função do BIM de facilitar a comunicação entre as disciplinas de projeto, surge a necessidade de transferência de dados entre diferentes *softwares*. A eficácia e eficiência desse processo são determinadas pela interoperabilidade (Eastman *et al.*, 2014).

A interoperabilidade refere-se à capacidade de diferentes sistemas e aplicações trocarem dados de forma eficaz, permitindo que especialistas de diferentes áreas colaborem por meio do compartilhamento de arquivos. Isso elimina a necessidade de duplicar a entrada de dados já existentes, tornando os fluxos de trabalho mais eficientes e otimizados (Eastman *et al.*, 2014). Dessa forma, o BIM auxilia na tomada de decisões nas diferentes etapas de uma construção, trazendo benefícios como a redução de erros, diminuição de desperdícios, bem como no monitoramento de desempenho sustentável do empreendimento. Com isso, o mesmo tornou-se uma ferramenta decisiva para uma melhor gestão de RCD (Won; Cheng; Le, 2016).

2.2.1 BIM na gestão de RCD

Diversas pesquisas têm explorado o uso do BIM na gestão de Resíduos de Construção e Demolição. Cheng e Ma (2013) desenvolveram um sistema de estimativa de resíduos que aproveita a tecnologia BIM, utilizando a API (*Application Programming Interface*) na plataforma *Autodesk Revit*. Esse sistema permite uma estimativa automatizada, rápida e precisa dos resíduos, tanto antes da demolição ou reforma quanto no cálculo das taxas de disposição e dos requisitos de caminhões de coleta. O artigo detalha as funcionalidades e recursos do sistema, ilustrando com um exemplo o potencial do BIM no gerenciamento de resíduos.

Ajayi *et al.* (2015), em uma pesquisa no Reino Unido, identificaram cinco grandes categorias de fatores e práticas que prejudicam a eficácia das estratégias de gestão de RCD, aumentando assim a intensidade da geração desses resíduos. Uma das soluções sugeridas pelos autores para mitigar tal problema, foi garantir que as estratégias de gestão de resíduos sejam compatíveis com o BIM.

Akinade *et al.* (2018), avaliaram as expectativas das partes interessadas sobre o uso do BIM na gestão de RCD. Após revisar a literatura sobre as limitações das ferramentas atuais, foram realizadas entrevistas qualitativas com profissionais familiarizados com o BIM, resultando na identificação de 22 fatores, que foram transformados em um questionário. A análise fatorial exploratória revelou cinco grupos principais de expectativas: colaboração baseada em BIM, processos orientados a resíduos, análise de resíduos ao longo do ciclo de vida da construção, tecnologias inovadoras para análise de resíduos e documentação melhorada. Esses fatores são essenciais para atender às necessidades das partes interessadas e para a aceitação de práticas baseadas em BIM na indústria da construção.

Won, Cheng e Lee (2016) quantificaram uma redução de cerca de 15% no volume de resíduos em dois empreendimentos na Coreia do Sul, graças ao uso da tecnologia BIM. Os dados utilizados na pesquisa referem-se a erros identificados antecipadamente e suas possíveis implicações em retrabalhos no campo. Os autores destacaram, em particular, a identificação de incompatibilidades e a revisão de projetos como os principais fatores responsáveis pela redução de desperdícios proporcionada pela construção virtual.

Schamne *et al.* (2024), propõem um modelo conceitual para a gestão de resíduos na construção civil utilizando o *Building Information Modeling* (BIM) com base no padrão *Industry Foundation Classes* (IFC). O objetivo é integrar a gestão de resíduos diretamente no fluxo de trabalho BIM, permitindo que os profissionais da construção planejem, monitorem e gerenciem os resíduos de maneira mais eficaz ao longo do ciclo de vida do projeto. O modelo sugere a utilização do IFC para padronizar e compartilhar informações sobre resíduos, facilitando a comunicação entre as diferentes partes interessadas e promovendo uma abordagem mais sustentável e eficiente na gestão de resíduos.

Hei *et al.* (2024), realizaram um estudo do uso do BIM associado a LC (*Lean Construction*), em português, construção enxuta, os resultados indicaram que a estratégia BIM-LC aumentou a eficiência e a produtividade do trabalho em 3,4% e 12,9%, respectivamente, encurtou o período de construção em 11 dias, reduziu os custos de construção em 8,07% (equivalente a US\$ 9.093,8) e diminuiu os custos de transporte em 12,5% (ou seja, US\$ 1.875). O estudo contribui para o conhecimento sobre a aplicação do método BIM-LC em projetos de realocação, apoia a tomada de

decisões baseada em dados e promove novos mercados para componentes reciclados, impulsionando um ambiente construído sustentável.

As pesquisas indicam as potencialidades do uso da tecnologia BIM na gestão de RCD, sendo fundamental identificar tendências, lacunas e avanços sobre o tema. Para isso, a análise bibliométrica é uma metodologia que permite mapear o desenvolvimento do conhecimento, além de orientar futuras pesquisas e práticas que possam melhorar a eficiência e sustentabilidade na gestão de RCD (Wu *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2018).

2.3 BREVE HISTÓRICO DA BIBLIOMETRIA

A bibliometria, ou métodos bibliométricos, surgiu no início do século XX, e é utilizada de diferentes formas, como para estudar a dispersão de sujeitos em publicações, no estudo do crescimento da literatura, na contagem de documentos para fornecer *insights* sobre a história da ciência e tecnologia, entre outras (Santos; Storopoli; Ramos, 2021). Apesar de existirem muitas discussões na literatura acerca da origem da bibliometria, há relatos de que ela surgiu pela primeira vez em 1917 com o estudo da história da disciplina de anatomia (Okubo, 1997).

A bibliometria passou a ser reconhecida pelo termo *statiscal bibliography* apenas em 1923 (Hulme, 1923). Outro estudo foi feito por Gross e Gross em 1927, sendo este o primeiro trabalho registrado sobre análise de citação (Pizzani; Silva; Hossne, 2010). A alteração do nome *statistical bibliography* para bibliometria foi uma sugestão de Alan Pritchard em 1969, que a definiu, então, como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos de livros e outros meios de comunicação, aconselhando sua utilização em todos os estudos que buscassem quantificar o processo de comunicação escrita (Pizzani; Silva; Hossne, 2010).

Vale destacar que o termo bibliometria já tinha sido utilizado antes de Pritchard, por Otlet (1934), que a considerava como “a parte definida da Bibliologia que se ocupa da medida ou quantificação aplicada aos livros (Aritmética ou Matemática Bibliológica)”. Porém, foi Pritchard o primeiro a definir o termo de forma mais ampla (Hood; Wilson, 2001).

Ao longo do século XX, as diversas aplicações dos estudos bibliométricos possibilitaram o seu desenvolvimento. O cenário competitivo e globalizado fez com que os países investissem na ciência, como insumo para o desenvolvimento e

inovação tecnológica (Mugnaini; Quoniam, 2002). Diante disso, diferente de uma pesquisa bibliográfica tradicional, a bibliometria contribui na sistematização de pesquisas realizadas num determinado campo de saber e encaminha problemas a serem investigados em pesquisas futuras (Chueke; Amatuucci, 2015). Gradualmente os estudos bibliométricos foram se estabelecendo como métodos rigorosos de pesquisa científica, ampliando sua contribuição não apenas à quantificação da produção científica. Por meio de indicadores, esses estudos permitem identificar a qualidade, a atividade e o impacto científico, bem como as associações temáticas (Beira *et al.*, 2020).

2.3.1 Conceituação da Bibliometria

Os estudos bibliométricos ou cientométricos 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).

Conceitualizada por Alan Pritchard (1969) como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias e outros meios de comunicação, a bibliometria visa facilitar a comparação e compreensão dos conjuntos de referências (Rostaing, 1993). Também é definida como o estudo e organização dos setores científicos e tecnológicos a partir de fontes de literatura e patentes para identificar os autores, suas relações e suas tendências (Spinak, 2001).

De acordo com Guedes e Borschiver (2013), o estudo bibliométrico é caracterizado por ser uma ferramenta estatística capaz de produzir e mapear diferentes indicadores relacionados à gestão da informação e do conhecimento, principalmente nos sistemas de informação e de comunicação científicos e tecnológicos, essencialmente importantes para os processos de planejamento, monitoramento e gestão da ciência e tecnologia, tendo por objetivo criar indicadores para sumarizar as instituições e os autores mais prolíferos, identificar os acadêmicos mais citados em um determinado campo de conhecimento, levantar temas de pesquisa e métodos mais frequentes (Okubo, 1997).

2.3.2 Leis clássicas

A Bibliometria apresenta uma série de leis que referenciam os estudos de forma sistêmica, que estudam aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada (Mello, 2017). Os autores Chueke e Amatucci (2022) consideram que as principais Leis que regem os estudos bibliométricos e que contribuem para aumentar o rigor desses estudos são: Lei de Bradford, Lei de Zipf e Lei de Lotka.

- Lei de Bradford

A Lei de Bradford, que mede a dispersão da literatura periódica científica, estabelece que ao se ordenar os periódicos do *corpus* analisado em ordem decrescente de produtividade, esses poderão ser divididos em um núcleo de periódicos mais particularmente dedicados ao assunto e em vários grupos ou zonas, contendo o mesmo número de artigos que o núcleo (Brookes, 1969). Dessa forma é possível identificar os periódicos mais relevantes e que dão maior vazão a um tema em específico (Chueke; Amatucci, 2022).

- Leis de Zipf

A primeira Lei de Zipf descreve a relação entre palavras num determinado texto suficientemente grande e a ordem de série destas palavras (contagem de palavras em largas amostragens) (Araújo, 2006). Organizadas por ordem decrescente, a primeira palavra é a mais frequente, a segunda é a segunda mais frequente e assim sucessivamente (Mello, 2017). Tendo como principal objetivo estimar os temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento, através da frequência de palavras-chave (Chueke; Amatucci, 2022). A Segunda Lei de Zipf, modificada por Booth (1967), descreve o comportamento das palavras de baixa frequência de ocorrência, e enuncia que em um texto, várias palavras de baixa frequência (alta ordem de série) tem a mesma frequência.

- Lei de Lotka

A Lei de Lotka ou Lei dos Quadrados Inversos tem por objetivo descrever o perfil das produções científicas dos autores, sendo que em sua maioria poucos autores produzem muito e muitos autores produzem pouco (Maia; Bezerra, 2020). Para Chueke e Amatucci (2022) o objetivo principal dessa lei é levantar o impacto da

produção de um autor em uma área de conhecimento, utilizando como métrica a produtividade do autor.

2.3.3 Indicadores Bibliométricos

Compreendidos como unidades de medida para o tratamento de dados da revisão sistemática, os indicadores bibliométricos são componentes imprescindíveis da análise de dados oriundos a partir da análise bibliométrica (Medeiros *et al.*, 2015). Os indicadores podem ser divididos em: (a) Indicadores de produção científica (produtos da ciência) – construídos a partir da contagem do número de publicações por tipo de documentos, por instituição, área de conhecimento, país, etc.; (b) Indicadores de citação (reflete o impacto dos artigos ou assuntos citados) – consideram a contagem do número de citações recebidas por uma publicação de artigo em periódico, sendo essa a forma mais reconhecida de atribuir crédito ao autor; (c) Indicadores de ligação (técnicas de análise estatística de agrupamentos) – construídos pela ocorrência de coautorias, citações e palavras, sendo aplicados na elaboração de mapas de estrutura de conhecimento e redes de relacionamento entre pesquisadores, instituições e países (Okubo, 1997; Spinak, 1998).

3 METODOLOGIA

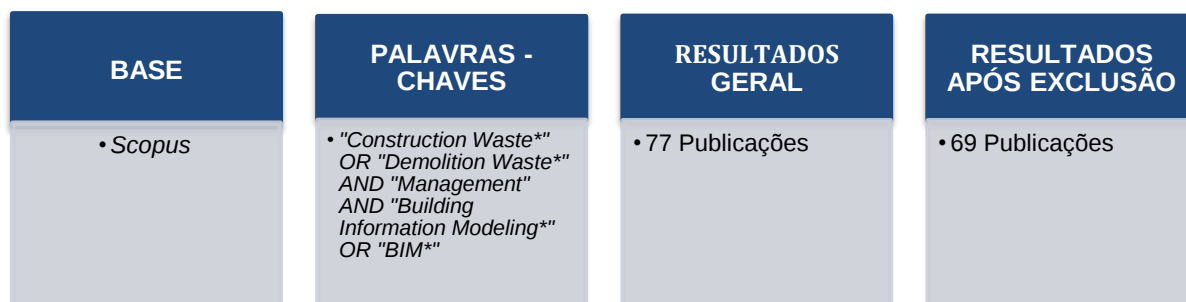
Esta pesquisa se caracteriza como uma análise bibliométrica com método descritivo, aquele que descreve um fenômeno ou objeto de estudo (população, empresa, governo, situação-problema) e estabelece relações entre as suas variáveis (Gil, 2022). Quanto a abordagem do problema se classifica como uma pesquisa quantitativa, se concentra na coleta e análise de dados numéricos e mensuráveis, usando métodos estatísticos. Ela envolve amostragem aleatória, questionários estruturados, análise estatística e busca por generalizações (Becker, 2014). Quanto aos procedimentos técnicos, é qualificada como bibliográfica por ser elaborada a partir de fontes publicadas (Da Silva; Menezes, 2005).

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 próximo passo definiu-se os termos para a busca, sendo estes: "*Construction Waste**" OR "*Demolition Waste**" 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 4).

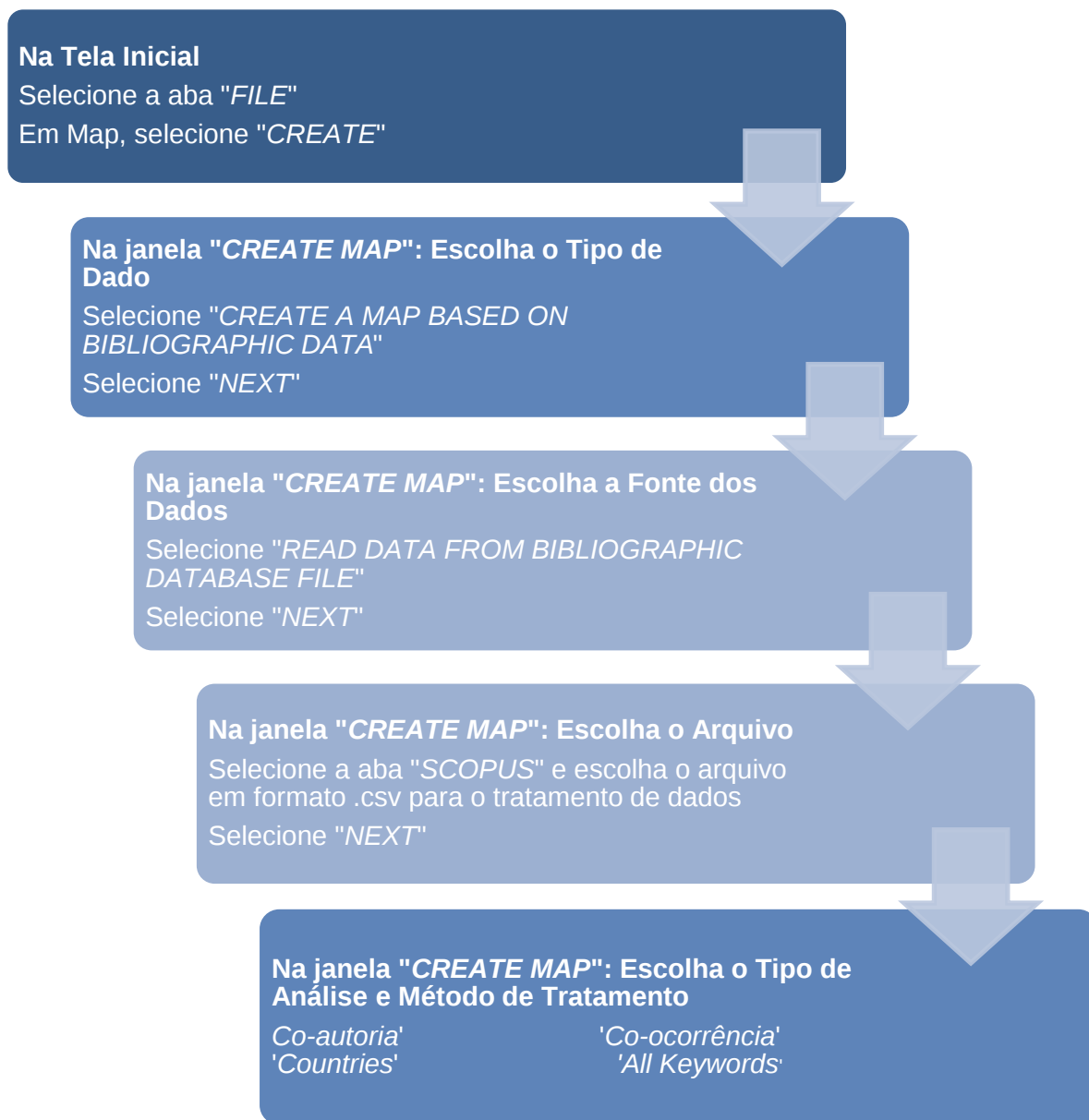
Figura 4 – Processo da busca na base *Scopus*

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 5.

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 5 – Processo de geração de mapas no *software VOSviewer*



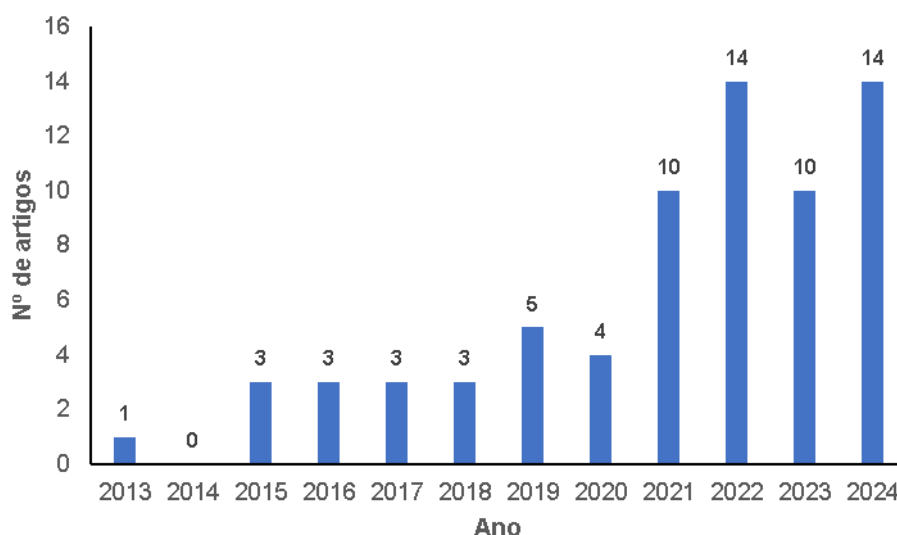
Fonte: Elaborado pela autora com base no *software VOSviewer* (2024).

4 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 6. 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 6 - Quantidade de publicações de artigos por ano



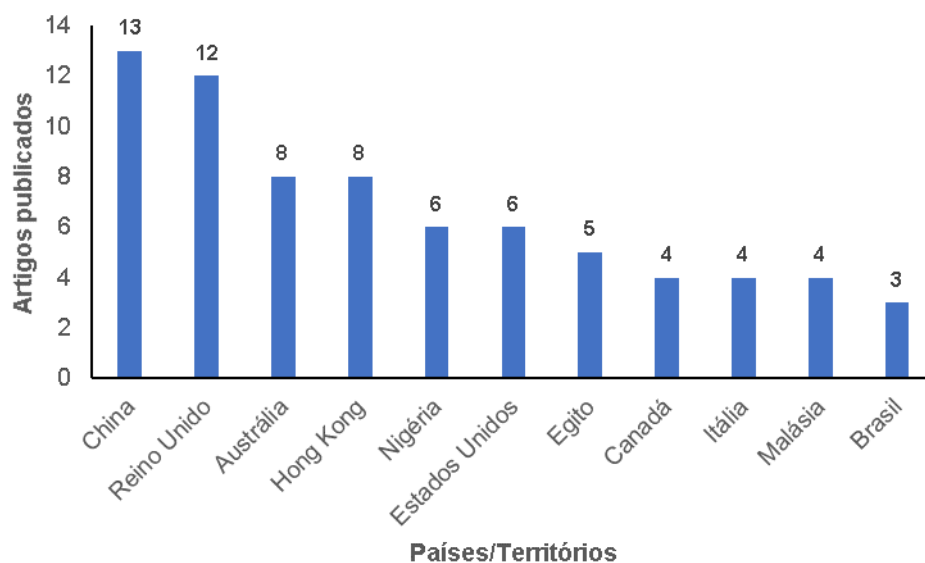
Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

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 7, mostra a contribuição de publicações dos países/territórios que mais se destacam.

Figura 7 – 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.

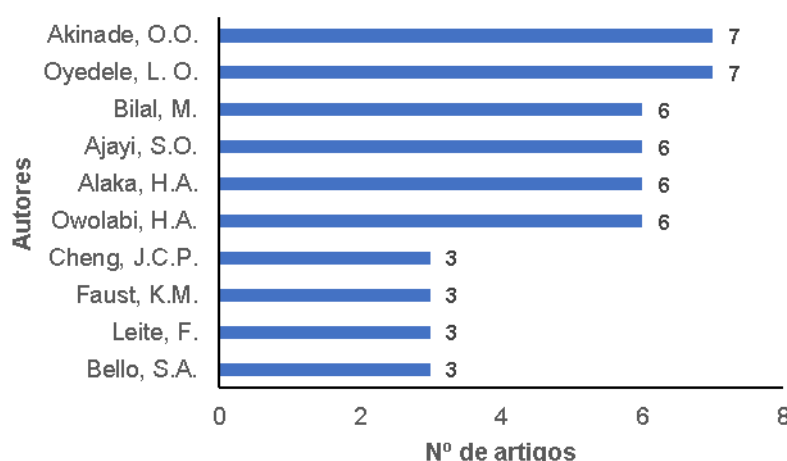
O desempenho científico da China nas pesquisas com essa temática está relacionado com o rápido crescimento urbano, o que leva a um aumento significativo na construção de novos edifícios e, conseqüentemente, na geração de RCD. Esse aumento exige métodos mais eficientes para gerenciar os resíduos (Wang *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 8. 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 8 – Produção científica dos 10 principais autores



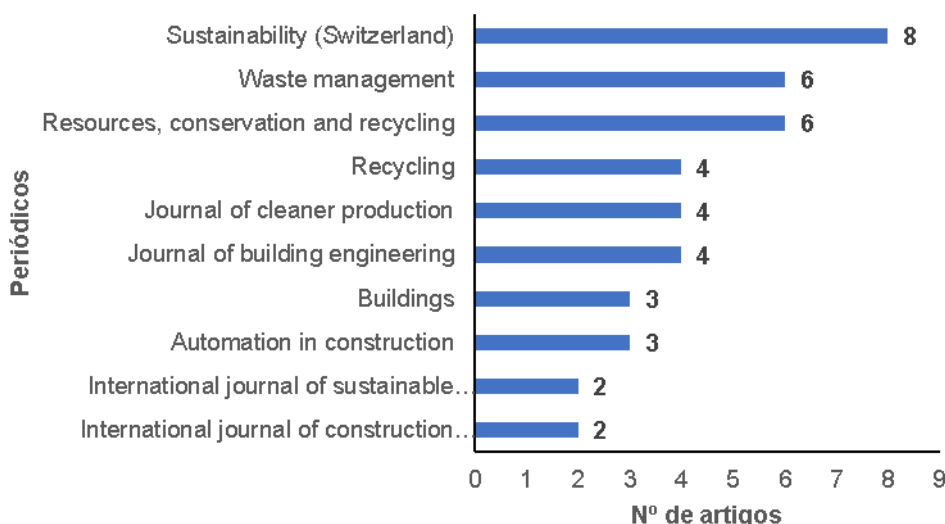
Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

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.

Olúgbéngá 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 9 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 9 - Dez periódicos que mais publicaram artigos científicos



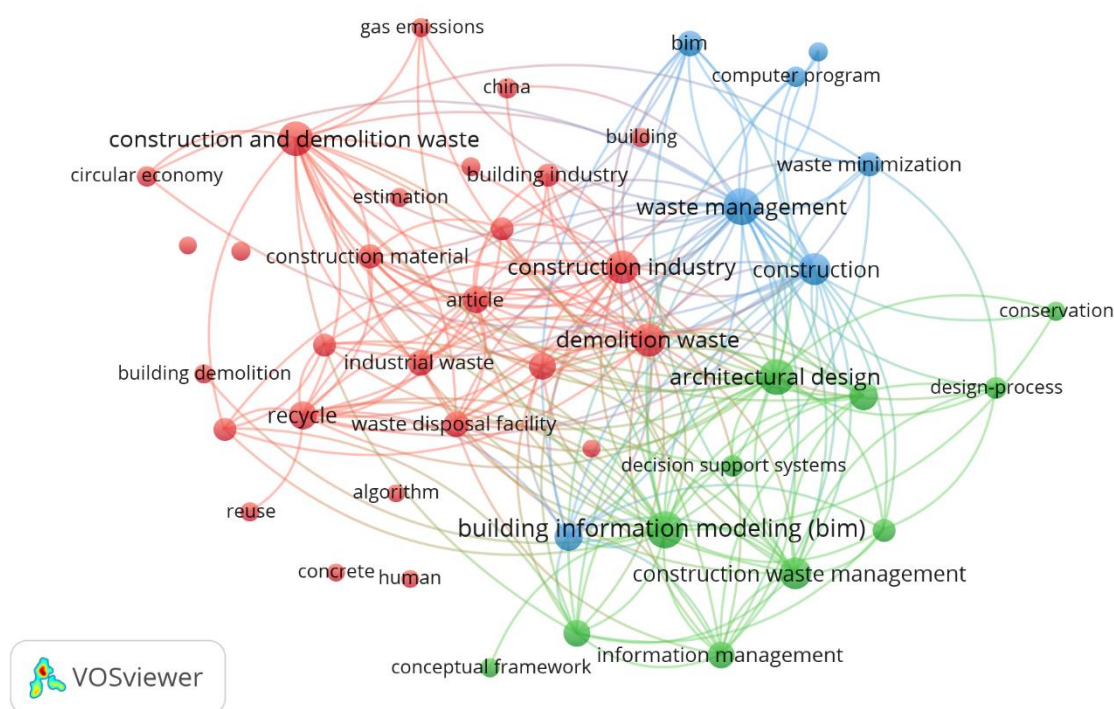
Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Scopus* (2024).

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 8 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.

4.1 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 10), facilitando a identificação dos temas mais importantes dentro do conjunto de dados analisado.

Figura 10 – Mapa de rede 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*” (resíduo de construção e demolição), “*building information modeling (BIM)*” (modelagem da informação da construção) e “*waste management*” (gestão de resíduos) 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.

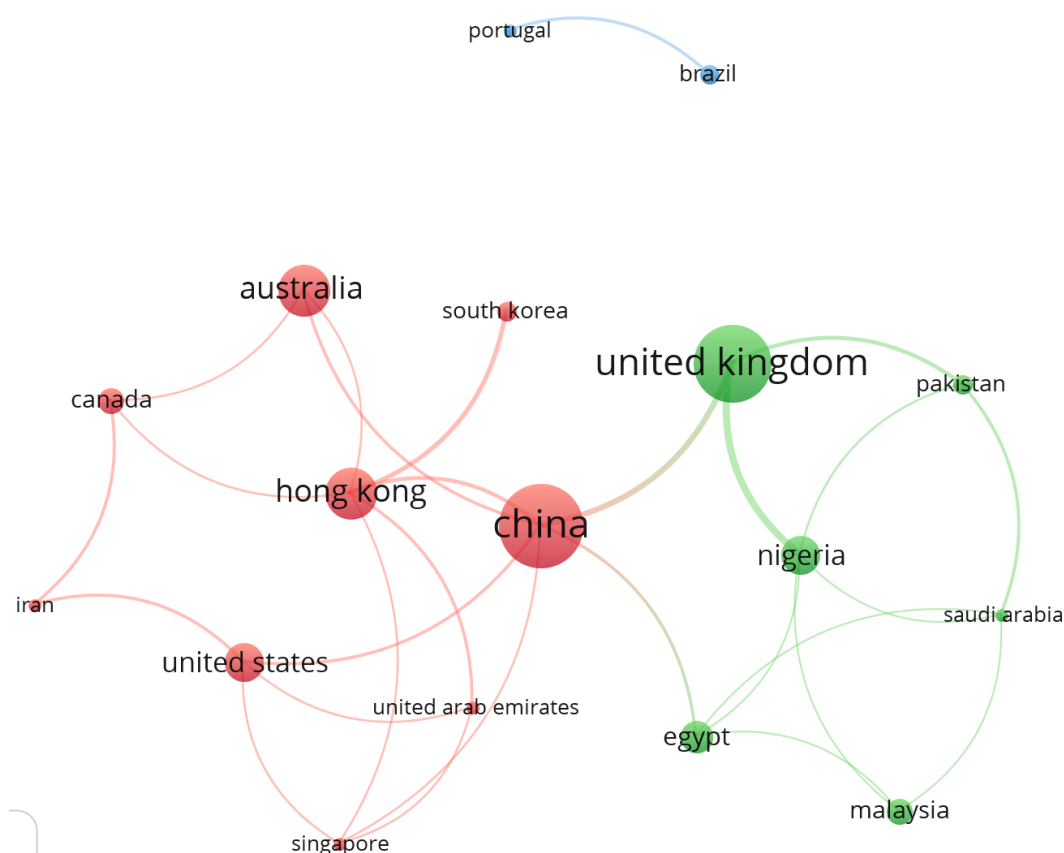
O *cluster 2*, na cor verde, com 11 itens, tem como termo mais relevante “*building information modeling (BIM)*”. Este *cluster* explora o uso do BIM em projetos arquitetônicos com um enfoque na sustentabilidade. As discussões incluem como o BIM pode suportar o desenvolvimento de *frameworks* para a 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* (macrodados) 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 11 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 11 - 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 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 7, 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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

- ABRAINCO – 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.
- ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos resíduos sólidos e meio ambiente.** ABREMA, 2023. Disponível em: https://www.abrema.org.br/pdf/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 11 jul. 2024.
- AJAYI, S. O.; et al. **Waste effectiveness of the construction industry: understanding the impediments and requisites for improvements.** *Resources Conservation and Recycling*, v. 102, p. 101-112, 2015.
- AKINADE, O. O.; et al. **Designing out construction waste using BIM technology: stakeholders' expectations for industry deployment.** *Journal of Cleaner Production*, v. 180, p. 375-385, 2018.
- ARAÚJO, C. A. A. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais.** *Em questão*, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2004: resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AZHAR, S.; et al. **Building information modeling (BIM): now and beyond.** *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, p. 15-28, 2012.
- BECKER, H. S. **A epistemologia da pesquisa qualitativa.** *Revista de Estudos Empíricos em Direito*, v. 1, n. 2, 2014.
- BEIRA, J. C.; et al. **Indicadores bibliométricos na produção científica em periódicos brasileiros da Ciência da Informação no Estrato A1.** *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, v. 25, n. 2, p. 383-408, 2020.
- BEZERRA, P. H. P.; et al. **Proposta de plano de execução BIM na empresa Júnior de engenharia civil da Universidade Federal do Paraná: uma alternativa para a introdução de BIM na formação universitária.** *Brazilian Applied Science Review*, v. 3, n. 2, p. 1136-1151, 2019.
- BLACKWELL, B. **Industrial strategy: government and industry in partnership – Building Information Modelling.** HM Government, 2012.
- BOOTH, A. D. **A “Law” of occurrences for words of low frequency.** *Information and Control*, v. 10, n. 4, p. 386-393, 1967.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 307, 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da

construção civil e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Brasília, 17 de julho de 2002.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.** Regulamenta o inciso V do caput do art. 3º e o art. 8º da Lei nº 12.529, de 30 de novembro de 2011, para dispor sobre a aquisição por empresas estrangeiras de imóveis rurais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 3 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife.** João Pessoa, 2005.

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

FELIPE, Vítor et al. **Produção Enxuta e Construção Enxuta: um paralelo entre técnicas.** *Exacta*, v. 16, n. 3, p. 1-15, 2018.

FOGLI, F. S.; et al. **Planos de gerenciamento da construção civil e atenuação de impactos ambientais em canteiros de obra.** 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GUEDES, V. L. da S. **A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura.** *Pontodeacesso*, v. 6, n. 2, 2012.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria: Uma Ferramenta Estatística para a gestão da Informação e do Conhecimento, em Sistemas de Informação, de Comunicação e de Avaliação Científica e Tecnológica.** UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

HAMASSAKI, L. T. **Processamento do lixo – Reciclagem de Entulho.** In: D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 4. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE, 2018. Cap. 4.

HEI, S.; et al. **Implementing BIM and Lean Construction Methods for the Improved Performance of a Construction Project at the Disassembly and Reuse Stage: A Case Study in Dezhou, China.** *Sustainability*, v. 16, n. 2, p. 656, 2024.

HOOD, W. W.; WILSON, C. S. **The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics.** *Scientometrics*, v. 52, n. 2, p. 291-314, 2001.

HULME, E. W. **Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization.** London: Grafton, 1923.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012.

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 seu impacto na produção de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. 2017. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MELO, A. C. V. de et al. **BIM integrado a minimização da geração de resíduos da construção civil**. Uberlândia, 2019.

MUGNAINI, R.; QUONIAM, L. M. **Bibliometria em Países em Desenvolvimento: Notas para Discussão**. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274007570_Bibliometria_em_paises_em_desenvolvimento_notas_para_discussao. Acesso em: 31 mai. 2021.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Oficina de Textos, 2016.

NBIMS – National Building Information Modeling Standard. **Part-1: Overview. Principles and Methodologies**. US National Institute of Building Sciences Facilities Information Council, BIM Committee, 2007.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. 1997.

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.

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.

OTLET, P. **Traité de documentation: le livre sur le livre, théorie et pratique**. Editions Mundaneum, 1934.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas**. 2014. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; KÖEHLER, M. C. M. **Agenda 21 e resíduos sólidos**. V **Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**. Anais, 2002.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da Construção Civil nos Municípios**. Brasília: Caixa Econômica Federal: Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, v. 1, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia)–*Escola Politécnica*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PIZZANI, L.; SILVA, R. C.; HOSSNE, W. S. **Análise Bibliométrica dos 40 Anos da Produção Científica em Bioética no Brasil e no Mundo**. *Revista Bioethikos*, Centro Universitário São Camilo, v. 4, n. 4, p. 453-460, 2010.

PRITCHARD, A. **Statistical Bibliography; An Interim Bibliography**. 1969.

RIBEIRO, H. C. M. **Quinze Anos de Produção Acadêmica do Tema Contabilidade Internacional: Uma Análise Bibliométrica em Periódicos Brasileiros**. *REPeC – Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, Brasília, v. 8, n. 3, art. 6, p. 326-343, jul./set. 2014. ISSN 1981-8610.

SCHAMNE, A. N. et al. **BIM in construction waste management: A conceptual model based on the industry foundation classes standard**. *Automation in Construction*, v. 159, p. 105283, 2024.

SILVA, R. C.; HAYASHI, M. C. P. I. **Um estudo bibliométrico da produção científica no campo da Educação Especial**. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, n. 31, p. 117-136, 2008.

SOARES, R. H. **Manual para implantação de sistema de informação de gestão de resíduos sólidos em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil BRA/OEA/08/001. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Brasília, 2010.

SPINAK, E. **Indicadores cienciométricos**. *Ciência da informação*, v. 27, p. nd-nd, 1998.

SPINAK, E. **Indicadores cienciométricos**. *Acimed*, v. 9, p. 16-18, 2001.

US EPA – United States Environmental Protection Agency. **Advancing sustainable materials management: 2017 fact sheet**. Washington D.C.: US EPA, 2019. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-11/documents/2017_facts_and_figures_fact_sheet_final.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

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.