Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]PROTOCOLOS E MÉTODOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO BIM: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

BIM Process Implementation Protocols and Methods: Bibliometric Analysis

Lucimar de Souza e Paula
Universidade Federal de São Carlos | São Carlos-SP | lucimarpaula@iftm.edu.br

Cristiane Bueno
Universidade Federal de São Carlos | São Carlos-SP | cbueno@ufscar.br

RESUMO

Apesar da expansão do Building Information Modeling (BIM) desde os anos 2000, sua adoção ainda é considerada inovadora em países como Brasil e Índia, além de pequenas e médias empresas, que enfrentam barreiras técnicas e financeiras. Este estudo realizou uma análise bibliométrica sobre a implementação do BIM, com foco em protocolos e métodos, a partir de 8.512 publicações indexadas nas bases Scopus® e Web of Science™, entre 2004 e 2024, utilizando o software VOSviewer. Os resultados revelam crescimento contínuo nas publicações, com destaque para 2022 (WoS) e 2023 (Scopus). Estados Unidos (20,11%), China (20,74%) e Reino Unido (13,18%) lideram a produção científica, impulsionados por políticas públicas. Já o Brasil representa apenas 1,93%, indicando uma lacuna regional. Conclui-se a necessidade de maior internacionalização da pesquisa, além do desenvolvimento de diretrizes e protocolos adaptados a contextos locais, visando ampliar a adoção eficiente do BIM em diferentes realidades.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*. Implementação BIM. Protocolos. Métodos BIM.

ABSTRACT

Despite the expansion of Building Information Modeling (BIM) since the 2000s, its adoption is still considered innovative in countries such as Brazil and India, as well as among small and medium-sized enterprises (SMEs), which face technical and financial barriers. This study conducted a bibliometric analysis on BIM implementation, focusing on protocols and methods, based on 8,512 publications indexed in the Scopus® and Web of Science™ databases between 2004 and 2024, using VOSviewer software. The results reveal a consistent growth in publications, with peaks in 2022 (WoS) and 2023 (Scopus). The United States (20.11%), China (20.74%), and the United Kingdom (13.18%) lead scientific production, driven by public policies. In contrast, Brazil accounts for only 1.93% of the publications, highlighting a regional gap. The study concludes by emphasizing the need for greater internationalization of research and the development of guidelines and protocols tailored to local contexts, aiming to enhance BIM adoption across diverse realities.

***Keywords*:** *Building Information Modeling. BIM implementation. Protocols, BIM methods*.

1 INTRODUÇÃO

O BIM é definido como um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativos, que resulta em uma metodologia para o gerenciamento das informações de projetos de construção em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício (Succar, 2009). A tecnologia BIM contém ferramentas que permitem a atualização de dados em tempo real e são capazes de disponibilizar grande número de informações de todo o processo da edificação. Os procedimentos BIM possibilitam o trabalho da equipe de projeto em um ambiente virtual, em todas as etapas de sua elaboração, permitindo a visualização e a participação de toda equipe envolvida no processo.

Para Succar e Kassem (2015), o significado da implementação do BIM é “implementar ou melhorar a entrega BIM (produtos) e seus fluxos de trabalho relacionados (processos)”. Destarte, para uma melhor entrega BIM, é necessária à sua implementação de forma estruturada, com objetivos, diretrizes e procedimentos bem definidos.

Os pesquisadores Eastman *et al*. (2008); Eadie *et al*. (2013); Ganah e John (2013); Sacks, Gurevich e Shrestha (2016) destacaram em seus estudos que os setores públicos e privados são os maiores

[1]PAULA, L. S.; BUENO, C. A. Protocolos e métodos de implementação do processo BIM: Análise Bibliométrica. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2025.

beneficiários do BIM, obtendo vantagens durante as fases de projeto e de construção e, principalmente, na manutenção e operação.

Apesar dos benefícios, é importante reconhecer que toda inovação envolve riscos e desafios, e a implementação do BIM não é exceção. Estudos como os de Okakpu *et al*. (2020); Zou, Kiviniemi e Jones (2017), Khoshfetrat *et al*. (2020) e Sun, Xu e Jiang (2020), ressaltam que a identificação e gestão dos riscos desde as fases iniciais da adoção do BIM pode aumentar significativamente as chances de sucesso, especialmente diante das incertezas da transição dos métodos tradicionais para essa nova abordagem. Nesse contexto, compreender os desafios, barreiras e fatores críticos de sucesso é essencial para planejar, gerenciar e mitigar os riscos da implementação do BIM em organizações públicas e privadas. A literatura também aponta que o BIM vai além da adoção de um *software*, tornando-se necessária uma revisão total do processo de produção, da reengenharia organizacional e da forma como a indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) interagem com os clientes e sua rede de suprimentos (Mcclements; Mckane, 2015). Nesse sentido, Gu e London (2010) destacam a importância do desenvolvimento de estratégias e metodologias eficazes, incluindo padrões, protocolos e diretrizes para sua adoção.

No setor da construção civil, normas e os guias desempenham um papel fundamental. Os padrões técnicos estabelecem os critérios relacionados a métodos de projeto, níveis de desempenho, cálculos de engenharia, técnicas construtivas e outros aspectos relevantes (Sacks; Gurevich; Shrestha, 2016). A adoção desses procedimentos contribui para uma maior eficiência na aplicação dos recursos públicos, principalmente em projetos de infraestrutura contratados pela administração pública (Eastman *et al*., 2008).

Diante desse panorama, este artigo tem como objetivo responder à seguinte questão de pesquisa**:** **"**Como a literatura tem abordado os protocolos e métodos de implementação do BIM nos últimos 20 anos?**"**

A análise bibliométrica proposta permitirá mapear lacunas nessa discussão, como, por exemplo, a sub-representação de estudos voltados ao crescimento de protocolos e métodos de implementação do processo BIM.

2 FUNDAMENTAÇÃO

A implementação do BIM é reconhecida na literatura como um processo complexo, que envolve não apenas a adoção de novas tecnologias, mas também transformações estruturais, culturais e institucionais (Gu; London, 2010; Sacks; Gurevich; Shrestha, 2016). Essa complexidade justifica a adoção de abordagens integradas, capazes de compreender os múltiplos fatores que impactam sua aplicação.

A partir da revisão teórica, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: “Como a literatura tem abordado protocolos e métodos de implementação do BIM nos últimos 20 anos?”

Essa questão orienta a realização da análise bibliométrica como forma de identificar tendências e lacunas no campo, oferecendo subsídios para a formulação de políticas e estratégias organizacionais. Nesse contexto, a bibliometria, permite mapear a distribuição temática das publicações, revelando ênfases recorrentes, como treinamento e políticas públicas, e também áreas pouco exploradas, como abordagens interdisciplinares e impactos da adoção em países em desenvolvimento.

A literatura analisada agrupa os desafios da implementação do BIM em três fases distintas, conforme modelo proposto por Succar e Kassem (2015):

- Pré-implementação: diagnóstico das necessidades organizacionais, avaliação da infraestrutura e capacitação inicial;
- Implementação: desenvolvimento em projetos-piloto, definição de padrões e processos;
- Pós-implementação: consolidação da cultura BIM na organização e busca por inovação contínua.

Esse modelo é reforçado por autores como Sacks, Gurevich e Shrestha (2016), que destacam a importância de uma estratégia bem definida, incluindo a avaliação da maturidade organizacional e a análise das tendências setoriais. Gu e London (2010) ressaltam a necessidade de alinhamento dos objetivos

estratégicos, reorganização dos processos e capacitação das equipes. Wang e Lu (2022) enfatizam a importância a adoção de normas locais, a escolha de ferramentas adequadas e o estabelecimento de protocolos operacionais claros.

Nesse contexto, dois fatores aparecem com frequência nas publicações: capacitação e políticas públicas. Diversos autores, Ahuja *et al*., (2020); Chang; Pan; Howard, (2017) apontam esses elementos como facilitadores essenciais da adoção BIM. A recorrência desses tópicos, evidencia a importância de integrá-los em modelos analíticos mais robustos, que articulem elementos técnicos, humanos e institucionais.

A abordagem sociotécnica reforça essa perspectiva, ao considerar pessoas, organizações e tecnologias como componentes interdependentes do processo de adoção (Sackey; Tuuli; Dainty, 2014). Assim, torna-se indispensável promover capacitação contínua, reengenharia de processos e revisão dos fluxos de trabalho (Manzione et al., 2011).

Além disso, políticas públicas e mandatos nacionais têm papel estratégico na disseminação do BIM. Países como Estados Unidos e Reino Unido impulsionaram sua adoção por meio de diretrizes governamentais e exigência do BIM em projetos públicos (Zhou; Yang; Yang, 2019; Sampaio, 2021).

Nesse sentido, a análise bibliométrica revela-se uma metodologia adequada para examinar como esses temas vêm sendo abordados na literatura científica. Por meio da categorização das publicações, será possível identificar lacunas temáticos relevantes, como a sub-representação de estudos sobre os efeitos da cultura organizacional ou impactos da legislação em países da América Latina. Além disso, é possível verificar a evolução temporal dos enfoques adotados e o grau de maturidade das abordagens teóricas ao longo dos anos.

Portanto, está fundamentado que a implementação do BIM é um fenômeno complexo, multifatorial e dinâmico. O uso da análise bibliométrica justifica-se como uma forma de organizar criticamente a produção científica sobre o tema, oferecendo subsídios para o avanço do conhecimento e a formulação de diretrizes mais eficazes para o setor da construção civil.

3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho é de natureza bibliográfica e exploratória, com o objetivo de analisar a adoção e implementação do BIM. Segundo Gil, (2007, p. 17), esse método de investigação visa “proporcionar maior familiaridade com o tema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. O delineamento é quantitativo e descritivo, conforme Miguel (2012), uma vez que busca mensurar o número de publicações por ano, mapear palavras-chave e examinar as redes de colaboração científica entre países e autores.

A análise bibliométrica foi realizada com base em publicações indexadas em dois bancos de dados científicos amplamente reconhecidos: Scopus®, mantido pela Elsevier, e Web of Science™ (WoS**)**, da Clarivate Analytics.

3.1 Coleta e filtragem dos dados

A estratégia de busca consistiu na utilização de palavras-chave associadas aos operadores booleanos “AND” e “OR”, resultando na seguinte *string* de busca: (“BIM” OR “*Building Information Modeling**” AND “*implementation*”).

A busca abrangeu o período de 2004 a 2024, considerando todos documentos nos idiomas Inglês e Português, e restritos à área da Engenharia.

A busca nas bases Scopus e WoS no resultou em 2.981 e 5.531 registros, respectivamente, utilizando o refinamento: na área de Engenharia, nos idiomas Inglês e português, no período de 2004 a 2024. Todos os documentos foram inseridos para a análise dos gráficos de publicação e para o VOSviewer para o processo e análise bibliométrica. Utilizou-se a ferramenta para ocorrência em título, resumo, todas as palavras-chave (*Author Keywords*), a fim de ampliar os resultados da análise.

Para a etapa de processamento e análise, utilizou-se o *software* VOSviewer (versão 1.6.x**)**, ferramenta amplamente utilizada para construção e visualização de mapas de redes científicas. Os seguintes parâmetros foram aplicados:

- Tipo de análise: Co-ocorrência de termos;
- Fontes dos termos: Título, resumo e palavras-chave (*All Keywords*);
- Unidade de análise: Termos;
- Critério de inclusão: Ocorrência mínima de 10 vezes por termo.

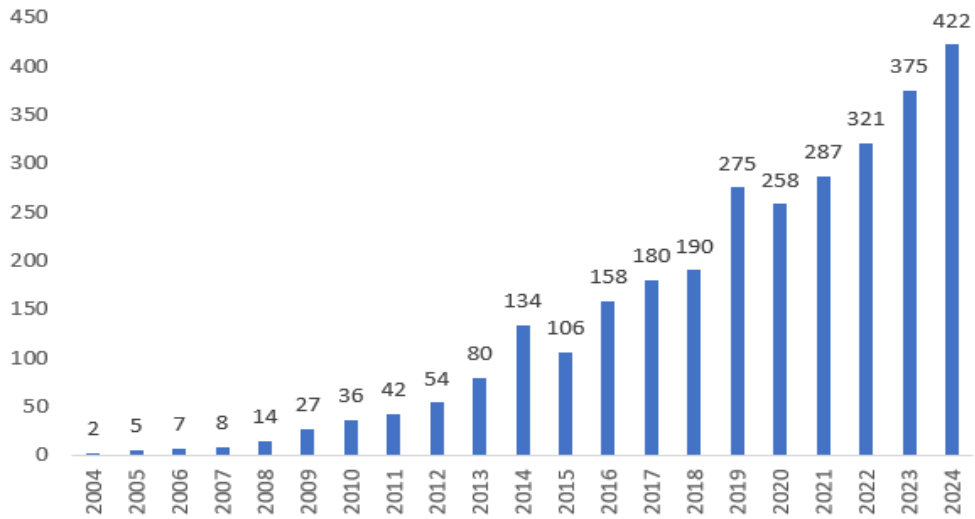
As redes foram visualizadas em mapas de densidade e mapas de agrupamento **(***clustering maps***)**, que permitem a identificação visual da frequência, proximidade semântica e inter-relações entre os termos. As análises adicionais incluíram a contagem de publicações por ano, países com maior colaboração científica.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados das publicações de artigos

Na análise cronológica do número de artigos publicados na base Scopus entre 2004 e 2024, foram identificados 2.981 documentos. O Gráfico 1 revela uma tendência de crescimento contínuo ao longo dos anos a partir de 2004. Entre 2004 e 2012, o número de publicações ainda era bastante tímido. A partir de 2012, observa-se um crescimento mais consistente, com picos nos anos de 2014 e 2019 registrando aumentos de 67% e 44,7% respectivamente, em relação aos anos anteriores, o que representa um salto significativo. Esse aumento pode estar relacionado à crescente adoção do BIM em países desenvolvidos e ao início de sua popularização como prática relevante na indústria da construção civil. Em 2020, o número de publicações apresentou uma queda de 6,16% em relação a 2019, possivelmente em decorrência dos impactos da pandemia de COVID-19. No entanto, entre 2021 a 2024, a produção científica retomou sua trajetória ascendente, com destaque para o ano de 2024, com 422 publicações. Este crescimento reflete o amadurecimento do tema na literatura científica, aliado à expansão global do uso do BIM em políticas públicas, grandes obras de infraestrutura e na formação acadêmica. Portanto, o gráfico evidencia a consolidação do BIM como tema de pesquisa recorrente e relevante na produção cientifica, com um crescimento acentuado, especialmente na última década.

Gráfico 1: Números de artigos publicados entre os anos 2004 a 2024

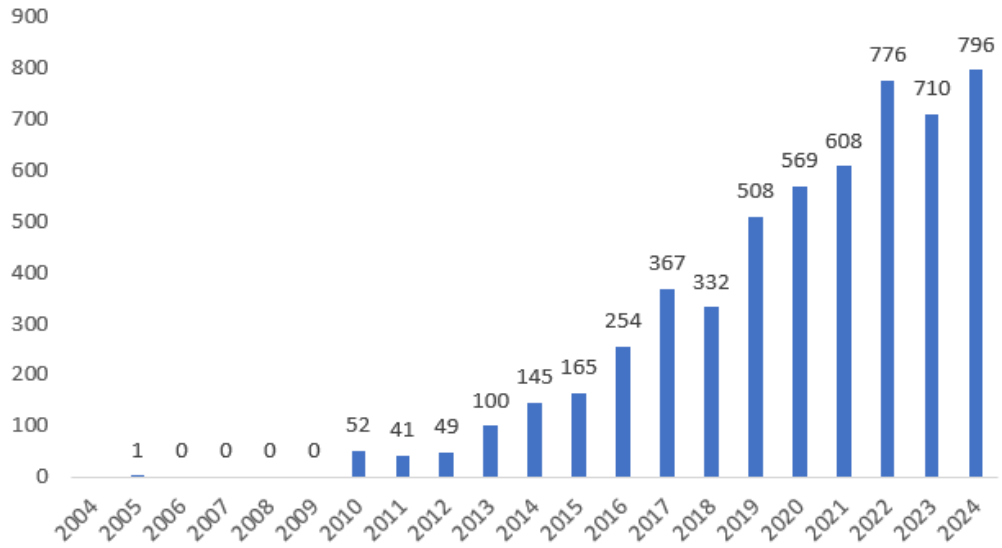


Fonte: Autores via Excel 2010 (dados coletados na plataforma *Scopus*, 2025).

Quanto à análise de número de artigos publicados na base WoS entre 2004 e 2024, foram identificados 5.531 documentos. Nesta pesquisa, também foram aplicados os mesmos critérios de busca utilizados na *Scopus* do período de 2004 a 2024. O Gráfico 2 evidencia que as publicações sobre BIM e sua implementação eram

praticamente inexistentes entre 2004 e 2009, registrando-se apenas uma publicação em 2004. A partir de 2011, observa-se o início de uma trajetória de crescimento consistente, com um aumento expressivo no número de publicações ao longo dos anos seguintes. Entre os anos de 2016 e 2020, nota-se um crescimento acentuado, refletindo a consolidação do tema na literatura científica. Esse padrão também reforça a tendência de amadurecimento da pesquisa em BIM observada na base de dados da Scopus (Gráfico 2).

Gráfico 2: Número de artigos publicados entre os anos de 2009 a 2024



Fonte: Autores via Excel 2010 (dados coletados na plataforma WoS, 2025).

Na análise da origem das produções cientificas, foram considerados os quinze países com maior número de publicações, na base da *Scopus.* Para fins comparativos, os mesmos países foram analisados na base WoS. Conforme Gráfico 3, os Estados Unidos (EUA) lideram o *ranking,* seguido pelo Reino Unido e pela China. Este resultado reflete o fato de os EUA serem um dos países pioneiros na adoção da tecnologia BIM, com diversos órgãos públicos, em diferentes níveis do governo, tendo estabelecido programas, metas, roteiros de implementação e padrões BIM (Cheng; Lu (2015).

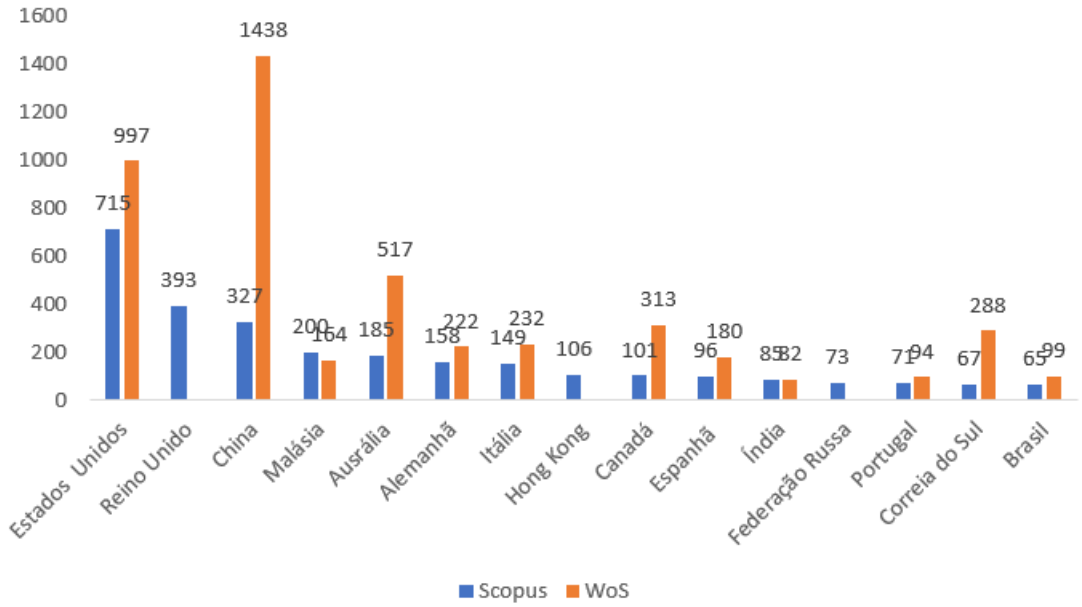
Na base WoS, observa-se um número ainda mais expressivo de publicações em relação aos países analisados, o que pode ser atribuído à maior abrangência dessa base em termos de indexação internacional de periódicos institucionais. Neste contexto, a e China se destaca com um pico de 1.438 publicações, superando os EUA e o Reino Unido. O elevado número de publicações da China está diretamente relacionado ao papel do país como potência global, refletindo uma combinação de fatores, como interesse estratégico nacional, políticas públicas de incentivo**,** investimentos em infraestrutura, capacidade técnica qualificada e um forte foco em inovação tecnológica.

Ao comparar as duas bases, observa-se EUA e China, lideram a produção científica global sobre o BIM, com 20,11% e 20,74%, respectivamente, do total de publicações entre os países analisados.

Na análise do Brasil, foram identificadas 164 publicações, o que representa 1,93% da produção total. Embora ainda modesta em termos quantitativos, a participação brasileira vem crescendo, impulsionada por diversas iniciativas voltadas à disseminação e adoção do BIM na indústria da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações). A popularização do BIM no país, especialmente nas últimas décadas, tem sido impulsionada por eventos técnicos e científicos, como seminários, *workshops* e conferências, além de pesquisas acadêmicas e grupos de trabalho em entidades representativas do setor. Essa tendência conta com o apoio de agências governamentais de fomento à pesquisa e políticas setoriais, como as promovidas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço (MDIC) e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (Nardelli, 2018). Destaca-se também, o Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020, que tornou obrigatório o uso do BIM em órgãos públicos brasileiros, e o Decreto nº 11.888 de 22 de janeiro de 2024, este estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil. Essa estruturação normativa

e institucional revela um movimento de consolidação progressiva do BIM no cenário nacional, ainda que em ritmo mais gradual quando comparado aos líderes globais na adoção da metodologia.

Gráfico 3:Origem das publicações por países



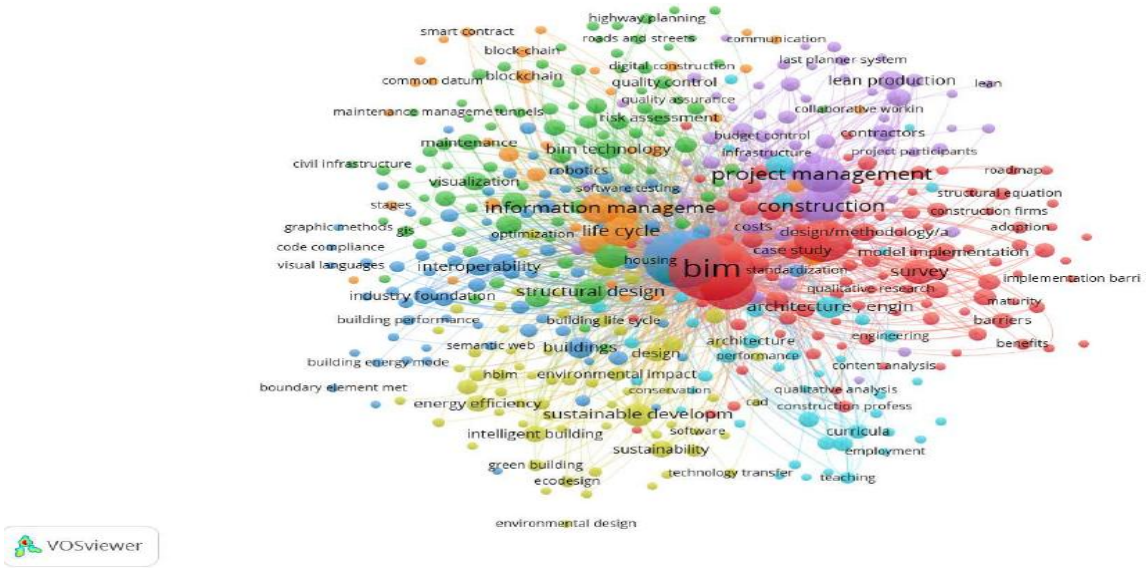
Fonte: Autor via Excel 2010 (dados coletados nas plataformas Scopus e WoS, 2024).

4.2 Análise de palavras-chaves

Na análise das palavras-chave, foi utilizado o *software* VOSViewer, a partir da seleção de 2.981 artigos da indexados na base *Scopus*. A visualização gerada apresenta uma rede de coocorrência de palavras-chave, em nós circulares são codificados por cores para representar diferentes clusters temáticos. O tamanho dos nós indicam a frequência de concorrência das respectivas palavras-chave, enquanto que os arcos entre ele representam relações de coocorrência. A espessura das linhas reflete a dessa relação. Nesta etapa, foi estabelecido como critério um número mínimo de 10 repetições de ocorrência por termo, o que resultou em uma rede composta por 474 palavras chave, organizadas em 7 clusters identificadas por colorações diferentes. Essa visualização permite compreender as relações temáticas predominantes e os campos de conhecimento interconectados na literatura sobre BIM. As palavras-chave com maior número de ocorrência, e portanto, com maior relevância na amostra analisada, foram: BIM*, architectural desing, construction industry, Information theory e project management* (Figura 1).

Esses termos evidenciam os principais focos de estudo associados ao BIM, abrangendo desde aspectos técnicos e teóricos até aplicações práticas na indústria da construção. Palavras como BIM*, architectural desing, construction industry, Information theory e project management*, juntamente com os demais termos destacados na Figura 1, indicam as principais áreas de pesquisa relacionadas à metodologia BIM. Observa-se que, embora o uso da tecnologia não seja recente, o BIM ainda representa uma realidade inovadora para muitas empresas e países. Sua implementação envolve toda cadeia da indústria da construção, desde a concepção dos projetos iniciais até a execução da obra e o gerenciamento de instalações, incluindo a manutenção das edificações

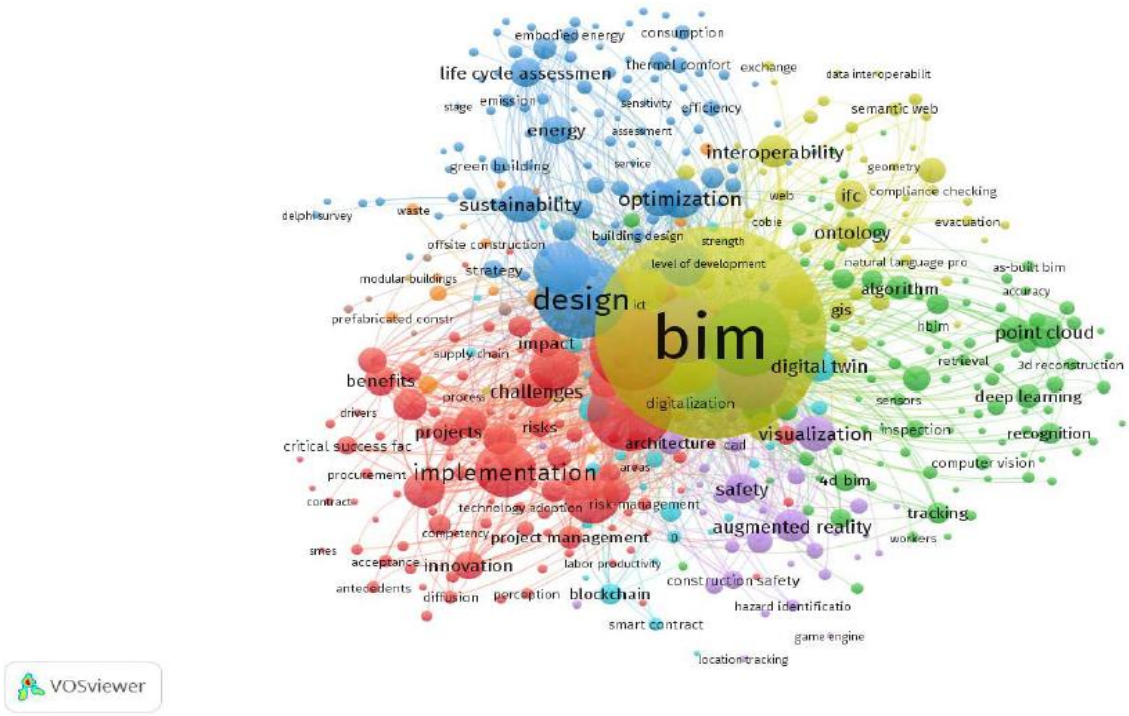
Figura 1: Rede de ocorrência de palavras de artigos selecionados da plataforma Scopus.



Fonte: Autores via VOSVIEWER (dados coletados na plataforma Scopus, 2024).

Na sequência, foi analisado a rede de ocorrência de palavras-chave a partir dos 5.531 artigos selecionados na base da Web of Science, utilizando, também o *software* VOSViewer. Adotou-se como critério mínimo a ocorrência de 10 repetições por termo, resultando em uma rede composta de 484 palavras-chave, organizadas em 8 clusters, conforme as cores representadas (Figura 2).

Figura 2: Rede de ocorrência de palavras de artigos selecionados da WoS.



Fonte: Autores via VOSVIEWER (dados coletados na plataforma WoS, 2025).

As palavras-chave que apresentaram as maiores ocorrências na Figura 2 são: BIM, *desing*, *construction*, *management*, *implementation*. Esses termos representam as principais temáticas recorrentes nas

publicações analisadas na a base WoS relacionados ao uso do BIM. A partir dessas palavras, observa-se que as pesquisas estão centradas na aplicação do BIM na construção civil, com a ênfase na gestão de obras, na implementação da tecnologia e a representação virtual de construções reais. Esses estudos destacam que o BIM contribui para o aperfeiçoamento do controle das informações, além de otimizar o gerenciamento de processos e instalações ao longo do ciclo de vida da edificação

A conclusão, das figuras 1 e 2 é que a palavra BIM aparece no centro das duas redes, interligadas a todas as demais palavras que compõem ao ecossistema de inovação tecnológica associada à sua utilização. No entanto, nota-se que termos como “roteiros,” “manuais” e “protocolos” relacionados ao BIM não aparecem com destaque nas publicações analisadas. Esse dado sugere uma lacuna importante na literatura científica, indicando a necessidade de pesquisas futuras voltadas à padronização e sistematização de processos, que podem apoiar novas implementações do BIM e contribuir de forma mais eficiente para a gestão da manutenção nas organizações.

Os resultados demonstram um crescimento expressivo da produção científica sobre BIM, especialmente após 2012, com destaque para os Estados Unidos, China e Reino Unido como os principais países produtores. Esse avanço está diretamente ligado à adoção da metodologia em grandes obras, políticas públicas e ambientes acadêmicos. No Brasil, embora a produção ainda seja modesta, observa-se um movimento ascendente apoiado por normativas recentes e incentivos governamentais.

A análise das palavras-chave revelou que os termos mais frequentes estão relacionados à aplicação prática do BIM na construção civil e à gestão de projetos. Contudo, a ausência de termos como "roteiros", "protocolos" e "manuais" indica uma lacuna na literatura voltada à sistematização e padronização do uso da tecnologia. Tal ausência reforça críticas já feitas por autores como Succar (2009), que apontam a carência de diretrizes claras para sua implementação em contextos diversos.

Como limitação do estudo, destaca-se a predominância de publicações em inglês e português, o que pode ter excluído trabalhos relevantes em idiomas como chinês, alemão e árabe. Além disso, o uso de apenas duas bases de dados pode restringir a amplitude das evidências. Ainda assim, os resultados obtidos oferecem um panorama consistente da evolução das pesquisas sobre BIM e indicam caminhos relevantes para futuras investigações voltadas à consolidação normativa e à gestão da manutenção com base nessa metodologia.

5 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma análise bibliométrica a respeito das produções científicas relacionada à “implementação do BIM”, a partir de 8.512 artigos publica entre 2004 e 2024 nas bases Scopus® e Web of Science™. O objetivo foi identificar padrões de crescimento, principais contribuições por país, temáticas recorrentes e lacunas existentes na literatura.

A análise revelou uma tendência consistente de crescimento no número de publicações, especialmente na última década. Entre 2004 e 2024, o volume anual de artigos apresentou um aumento superior a 10%, refletindo o amadurecimento do campo e o crescente interesse da academia, indústria e órgãos públicos.

Os dados revelam uma tendência clara de crescimento anual da produção científica, com destaque para os anos de 2022(WoS) e 2023(Scopus), concentram os maiores picos de produção. No recorte por países, destacam-se Estados Unidos (20,11%), China (20,74%) e Reino Unido (13,18%), o que revela uma forte correlação entre a liderança científica e a adoção de políticas públicas robustas de digitalização da construção, como já discutido por Succar (2009), Azhar (2011) e, mais recentemente, por Cao *et al*. (2017).

Apesar de o BIM não ser uma tecnologia nova, os dados confirmam que sua implementação continua sendo tratada como um vetor de inovação estratégica, com ênfase em gestão integrada, sustentabilidade e controle do ciclo de vida de edificações. Esta análise também revelou um dado ainda pouco explorado na literatura: embora os termos “gestão”, “projeto” e “implementação” sejam recorrentes, quase não há menções a “roteiros”, “manuais” ou “protocolos” técnicos nas palavras-chave dos artigos analisados, o que sugere uma lacuna importante na sistematização da aplicação do BIM. Este achado reforça a crítica feita por Succar (2009) quanto à ausência de frameworks estruturados para orientar implementações práticas, especialmente em contextos com menor maturidade digital.

Regionalmente, o estudo evidenciou disparidades significativas: a América Latina, em especial o Brasil, apresentou baixa representatividade, com apenas 164 publicações (1,93%), o que sinaliza a necessidade urgente de internacionalização da pesquisa, fortalecimento da colaboração acadêmica e maior inserção em debates globais. Tal cenário também sugere que barreiras estruturais e institucionais ainda dificultam a adoção e o desenvolvimento local do BIM.

Com base nos achados, este estudo contribui ao fornecer uma visão consolidada da evolução e das lacunas da literatura sobre o tema, destacando a necessidade de:

- Avaliar a efetividade das políticas públicas de incentivo ao BIM em diferentes contextos;
- Realizar estudos comparativos sobre o grau de maturidade BIM entre países desenvolvidos e em desenvolvimento;
- Investigar barreiras à adoção da metodologia em pequenas e médias empresas;
- Desenvolver *frameworks* adaptativos e protocolos técnicos ajustados às realidades locais.

Por fim, reforça-se a importância de parcerias intersetoriais estratégicas, especialmente entre universidades, órgãos reguladores, entidades representativas do setor (como conselhos profissionais e associações da construção civil) e empresas privadas. Tais colaborações devem ser orientadas não apenas à criação de diretrizes operacionais e roteiros regionais de implementação do BIM, mas também ao desenvolvimento de protocolos técnicos padronizados, ações de capacitação continuada e à revisão de marcos normativos nacionais, como já proposto por Succar (2009) em seu modelo de maturidade BIM.

Além disso, recomenda-se que essas parcerias estejam integradas a políticas públicas estruturadas, com financiamento direcionado e metas de pequeno, médio e longo prazo, a exemplo do que foi observado em países como Reino Unido e China (Cao *et al*., 2017; Khosrowshahi & Arayici, 2012), onde os governos atuaram como catalisadores da adoção do BIM em escala nacional. No contexto latino-americano, a criação de observatórios nacionais de inovação na construção e a institucionalização de centros colaborativos de pesquisa aplicada, com foco em soluções locais para a implementação do BIM, poderiam representar caminhos promissores para consolidar a metodologia em regiões ainda com baixa maturidade digital.

REFERÊNCIAS

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; JAIN, M.; ARIF, M.; RAKSHIT, S. Factors influencing BIM adoption in emerging markets – the case of India. **International Journal of Construction Management**, vol. 20, no. 1, p. 65–76, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462445. Acesso em: 19 out. 2023.

AZHAR**,** S**.** Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC **Industry. *Leadership and Management in Engineering*, v**. 11, n. 3, p. 241–252, 2011. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127

CHANG, C.-Y.; PAN, W.; HOWARD, R. Impact of building information modeling implementation on the acceptance of integrated delivery systems: structural equation modeling analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 143, no. 8, p. 1–10, 2017.Disponível em: https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001335. Acesso em: 02 mai. 2023.

CAO, D. et al. Developing a BIM-based knowledge sharing management system for facility maintenance. **Automation in Construction**, v. 73, p. 1–12, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.003.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construct**ion, vol. 36, p. 145–151, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001. Acesso em: 27 mar. 2023.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: A Guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors. Acesso em: 24 ago. 2022.

GANAH, A.; JOHN, G. A. Suitability of BIM for enhancing value on PPP projects for the benefit of the public sector. PPP **International Confere**nce 2013 Body of Knowledge, no. March, p. 347–356, 2013.

GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, v. 19, n. 8, p. 988-999, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002. Acesso em: 02 set. 2022.

KASSEM, M.; SUCCAR, B.; DAWOOD, N. *A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries*. In: CIB W78 2013: 30th **International Conference**, 2013, Beijing. Proceedings [...]. Beijing: [s.n.], 2013.Disponível em: https://research.tees.ac.uk/en/publications/a-proposed-approach-to-comparing-the-bim-maturity-of-countries. Acesso em: 30 mai. 2025.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y**.** Roadmap for implementation of BIM in the UK Construction industry. ***Engineering, Construction and Architectural Management*****,** v. 19, n. 6, p. 610–635, 2012. DOI: https://doi.org/10.1108/09699981211277531

KHOSHFETRAT, R.; SARVARI, H.; CHAN, D. W. M.; RAKHSHANIFAR, M. Critical risk factors for implementing building information modeling (BIM): a delphi-based survey. **International Journal of Construction Management**, [S.L.], p. 1-10, 6 Jul. 2020. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15623599.2020.1788759. Acesso em: 04 mai. 2023.

MANZIONE, L.; ABAURRE, M. W.; MELHADO, S. B.; OWEN, R. Desafios para a implementação do processo de projeto colaborativo: análise do fator humano. In: V Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, no. 1, 2011.

MCCLEMENTS, G. E; MCKANE, M. Desenvolvimentos de implementação BIM para organizações de arquitetura, engenharia e construção (AEC) no Reino Unido. 2015. Disponível em: https://pure.ulster.ac.uk/en/publications/bim-implementation-developments-for-architecture-engineering-and--2. Acesso em: 22 mar. 2023.

OKAKPU, A.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; TOOKEY, J.; HAAR, J.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; REHMAN, A. UR. Risk factors that influence adoption of building information modeling (BIM) for refurbishment of complex building projects: stakeholders' perceptions. **International Journal of Construction Management**, [S.L.], p. 1-13, 28 jul. 2020. Informa UK Limited. https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1795985.

SACKEY, E.; TUULI, M.; DAINTY, A. Sociotechnical systems approach to BIM implementation in a multidisciplinary construction Context. **Journal of Management in Engineering**. 2014. Disponível em://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303. Acesso em: 06 set. 2023

SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 21, no. October, p. 479–503, 2016.

SAMPAIO, A. Z. Maturity of BIM implementation in the construction industry: governmental policies. International **Journal of Engineering Trends and Technology**, vol. 69, no. 7, p. 92–100, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I7P214. Acesso em: 06 set. 2023.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, vol. 18, no. 3, p. 357–375, 2009. DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003. Acesso em: 02 set. 2023.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: conceptual structures. **Automation in Constructio**n, vol. 57, p. 64–79, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018. Acesso em: 02 set. 2023

SUN, CHENGSHUANG; XU, HANTING; JIANG, SHAOHUA. Understanding the risk factors of BIM technology implementation in the construction industry: an interpretive structural modeling (ism) approach. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.L.], v. --, n. --, p. 123-143, 17 Jul. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1108/ecam-09-2019-0508. Acesso em: 02 set. 2023.

WANG, J.; LU, W. A deployment framework for BIM localization. **Engineering, Construction and Architectural Management,** vol. 29, no. 1, p. 407–430, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2020-0747. Acesso em: 02 set. 2023.

ZHOU, Y.; YANG, Y.; YANG, J.-B. Barriers to BIM implementation strategies in China. **Engineering Construction and Architectural Management**, vol. 26, no. 3, p. 554–574, 2019. https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158.

ZOU, Y.; KIVINIEMI, A.; JONES, S. W. A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. **Safety Science**, vol. 97, p. 88–98, 2017. DOI 10.1016/j.ssci.2015.12.027. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753516000072. Acesso em: 02 set. 2023.

GIL, A. **Como Elaborar projetos de pesquisa**, 5ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2007.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2.ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CHENG, J. C. P.; LU, Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 20, no. October, p. 442–478, 2015.

NARDELLI, S. E. BIM and public bidding in Brazil. 2018. In: XXII **Congresso Internacional da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**. Disponível em: https://doi.org/10.5151/sigradi2018-1351. Acesso em: 02 set. 2023.