

APLICAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) NO SETOR PÚBLICO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN THE PUBLIC SECTOR: A BIBLIOMETRIC STUDY

EDUARDO AUGUSTO LISBOA

UFSJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

PAULA KARINA SALUME

UFSJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

SAULO CARDOSO MAIA

LUIZ GUSTAVO CAMARANO NAZARETH

Comunicação:

O XIII SINGEP foi realizado em conjunto com a 13th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

APLICAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) NO SETOR PÚBLICO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Objetivo do estudo

Identificar e mapear a literatura científica sobre a adoção do BIM no setor público, analisando padrões de publicações, autores, países líderes e redes de colaboração, e detectando tendências, desafios e oportunidades para a implementação da tecnologia na gestão pública.

Relevância/originalidade

Preenche uma lacuna na literatura, sendo um dos pioneiros na análise bibliométrica sobre BIM no setor público. Sua originalidade reside em sistematizar o conhecimento, fornecendo bases para futuras pesquisas, formulação de políticas e busca de maior eficiência e modernização na gestão pública.

Metodologia/abordagem

Adotou-se uma abordagem bibliométrica, utilizando dados da Web of Science (WoS) e termos-chave como "BIM", "setor público", "administração pública" foram empregados. A análise de 105 artigos foi realizada com Biblioshiny (pacote bibliometrix do R), seguindo um modelo sistematizado.

Principais resultados

Houve crescimento no interesse por BIM no setor público, com a China liderando publicações. "Automation in Construction" é o periódico líder, e Pan (2021) o artigo mais citado. O setor público é tema central, porém demanda mais desenvolvimento e pesquisa.

Contribuições teóricas/metodológicas

O estudo sistematiza o conhecimento sobre BIM no setor público, estabelecendo o estado da arte e identificando lacunas de pesquisa. Contribui metodologicamente ao demonstrar a aplicação de ferramentas como Biblioshiny, fornecendo um modelo para análises futuras e validando abordagens na produção científica.

Contribuições sociais/para a gestão

O artigo orienta formuladores de políticas e gestores públicos sobre a implementação do BIM, além de apontar para inovação no setor público. Destaca a importância de políticas governamentais eficazes e da colaboração intersetorial para a modernização da gestão pública e avanço tecnológico.

Palavras-chave: BIM, Setor Público, Inovação, Gestão de Projetos, Bibliometria

APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN THE PUBLIC SECTOR: A BIBLIOMETRIC STUDY

Study purpose

To identify and map scientific literature on BIM adoption in the public sector. The study aimed to analyze publication patterns, key authors, leading countries, and collaboration networks. It also sought to detect emerging trends for innovation implementation in public management.

Relevance / originality

This study fills a literature gap, being a pioneering specific bibliometric analysis on BIM in the public sector. Its originality lies in systematizing knowledge, providing foundations for future research and policy formulation.

Methodology / approach

A bibliometric approach was adopted, using Web of Science (WoS) data. Keywords like "BIM," "public sector," "public administration" were employed. The analysis of 105 articles was performed with Biblioshiny (R bibliometrix package).

Main results

Growing interest in BIM in the public sector was observed, with China leading publications. Global collaboration networks were identified. "Automation in Construction" is the top journal, and Pan (2021) the most cited article.

Theoretical / methodological contributions

The study systematizes knowledge on BIM in the public sector, establishing the state-of-the-art and identifying research gaps. Methodologically, it demonstrates the application of bibliometric tools like Biblioshiny, providing a model for future analyses and validating systematic approaches in scientific production.

Social / management contributions

The article guides policymakers and public managers on BIM implementation. It promotes innovation, efficiency, transparency, and sustainability in public works. It highlights the importance of effective governmental policies and intersectoral collaboration for modernizing public management and technological advancement in the sector.

Keywords: BIMt, Public Sector, Innovation, Project Management, Bibliometrics

APLICAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) NO SETOR PÚBLICO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

1. Introdução

A inovação no setor público tem se consolidado fundamental para melhoria da qualidade dos serviços prestados à sociedade e modernização da máquina pública. Há uma infinidade de novas demandas e transformações sociais, problemas complexos com os quais o governo tem de lidar e que não mais se resolvem com respostas padronizadas (Cavalcante et al., 2017). Em um cenário como o do setor público, marcado pela crescente demanda por eficiência, transparência e controle de gastos públicos, a incorporação de novas tecnologias é uma possibilidade de estratégia para os governos em diversas áreas, incluindo o setor da construção, essas estratégias buscam atingir maior eficácia do bem comum da sociedade. A necessidade de inovação na gestão pública consiste em procurar novas ideias, tecnologias, técnicas e métodos, sistemas e procedimentos para estabelecer conexões relevantes entre o governo e a sociedade e para criar e melhorar o valor público, a fim de lidar com novos desafios sociais (Chen, 2015).

De acordo com o autor, Cavalcante et al. (2017) inovação é um processo de geração e implementação de novas ideias que trazem valor para a sociedade, podendo ser internas ou externas à administração pública. A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da informação da Construção, além de reduzir o retrabalho, prazos de construção e custos, possui potencial, com ainda maior impacto, de proporcionar maior valor entregue nas etapas de manutenção e operação, reduzindo despesas operacionais (Love et al., 2014).

Apesar dos avanços já observados, a adoção da metodologia BIM no setor público ainda se desenvolve de maneira relativamente lenta, sobretudo comparada ao ritmo de implementação verificado em países como Reino Unido, Estados Unidos, Canadá e Austrália. Enquanto países desenvolvidos já implementaram o BIM em grande escala, no Brasil a implementação ainda enfrenta barreiras institucionais e estruturais, especialmente em órgãos públicos. De acordo com pesquisas recentes, 57% das empresas no Brasil estão nos estágios iniciais de adoção do BIM, enquanto apenas 9% utilizam a metodologia de forma avançada. Esses números indicam que ainda há um longo caminho a percorrer, mas também revelam grandes oportunidades para quem se especializa na área.

Em 2019, instituiu-se no Brasil o decreto nº 9.983/2019, que trata sobre a estratégia nacional de disseminação do BIM, também conhecida como “Estratégia BIM BR”. Esse acontecimento simbolizou o início do desenvolvimento de políticas governamentais de tecnologia no país. O decreto estabeleceu metas e diretrizes para impulsionar o uso da metodologia, bem como instituiu o Comitê Gestor da Estratégia do BIM no país (Brasil, 2019). Posterior a isso, foi instituído por meio do decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, a adoção da metodologia feita de maneira progressiva, dividida em três etapas: a primeira começou em 2021 e a última está prevista para ter início em 2028. A normativa dispõe sobre a utilização da metodologia BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. (Brasil, 2020).

Uma revisão do estado da arte nos últimos anos, identificou que a evolução do BIM tem possibilitado sua integração com tecnologias emergentes como a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA), abrindo caminho para o desenvolvimento do *Digital Twin* (DT), um modelo digital dinâmico e em tempo real que espelha o ambiente físico construído. No intuito de explicar a evolução do BIM rumo ao conceito de DT, Deng et al. (2021) desenvolveram uma taxonomia de escada de cinco níveis. A estrutura de maturidade do BIM evolui desde os níveis iniciais 1 e 2, passando por simulações, interação com a IoT no nível 3, aplicação de inteligência artificial no nível 4, até alcançar o nível 5, associado ao modelo ideal de Digital Twin (DT). Essa inovação representa um salto tecnológico significativo, permitindo o monitoramento contínuo de obras e edificações, simulações preditivas e a gestão mais precisa dos ativos

públicos ao longo de seu ciclo de vida. O DT reforça ainda mais a relevância do artigo pois destaca a importância da solidificação eficiente do BIM e o seu papel como base estruturante para a digitalização do setor público para ampliar suas contribuições para a eficiência, sustentabilidade e inteligência na gestão de infraestruturas.

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo identificar, por meio de uma abordagem bibliométrica, a literatura científica referente a adoção do BIM no setor público, bem como mapear padrões de publicações, autores de destaque, maior produção internacional, periódicos e instituições mais atuantes, ainda assim, detectar redes de colaboração entre diferentes países e autores, bem como tendências emergentes no cenário global sobre o tema, possibilitando a identificação dos principais desafios, barreiras e oportunidades relacionadas à implementação concreta da tecnologia e a promoção da inovação na gestão de projetos da administração pública. A relevância deste artigo se justifica pela ausência de estudos bibliométricos voltados especificamente à aplicação do BIM no setor público, o que evidencia uma lacuna na literatura e reforça a importância de sistematizar o conhecimento produzido sobre o tema. A pesquisa se ancora na literatura de administração Pública, dialogando com áreas de conhecimento da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e teorias da inovação para gestão de projetos, contribuindo assim para melhor compreensão e disseminação do conhecimento sobre a transformação tecnológica no setor público e seus reflexos na eficiência e transparência na gestão de obras públicas.

2. Referencial Teórico

2.1 O BIM como estratégia inovadora

A tecnologia BIM é uma ferramenta promissora e estratégica no setor AEC, integrando modernização e maior eficiência na gestão e execução de projetos de obras de infraestrutura no mundo. O BIM é uma técnica que envolve a criação e o gerenciamento de um modelo digital que contém informações detalhadas sobre um determinado projeto. Esse processo depende da coleta e atualização colaborativa de informações em estágios cruciais do projeto, o que reduz a probabilidade de desacordos entre as várias partes envolvidas. (Nguyen & Adhikari, 2023).

O seu emprego permite a coordenação entre diferentes agentes do ciclo de vida da obra, desde a concepção do pré-projeto e escopo até o desenvolvimento da execução e manutenção. O BIM permite que profissionais de AEC colaborem perfeitamente em diferentes estágios do ciclo de vida, incluindo as fases de projeto, construção e operação (Deng et al., 2021). Isso permite que os participantes projetem, analisem, sequenciem e explorem um empreendimento por meio de um ambiente digital, no qual é muito mais econômico fazer alterações do que durante a construção, considerando que as mudanças são exponencialmente mais caras (Hardin & McCool, 2015). No processo tradicional, as análises são feitas de modo independente, exigindo entrada de dados manuais e sujeitas a erros, resultando em perda do valor dos ativos informacionais ao longo do ciclo de vida e maior esforço para recriação das informações pelas fases seguintes (Eastman et al., 2011).

Desde o início de sua implementação o BIM enfrentou um grande desafio de transição, dos processos tradicionais de modelagem como desenhos manuais e o desenho assistido por computador (CAD). Dessa forma, a ferramenta começou a ganhar espaço devido ao seu alto desempenho, resultado de sua completude e eficiência. O BIM é um conjunto de processos, aplicativos e formatos de dados que permitem uma representação consistente e semântica de peças e sistemas de construção (Boje et al., 2020).

A gestão de projeto da construção produz grande volume de informações que facilmente se perdem no desenvolvimento do projeto desde o planejamento até a execução. O BIM pode resolver essas questões abrangendo todo o processo do projeto, do início à conclusão, facilitando um fluxo coeso e transparente de modelos ao longo do ciclo de vida, além de ajudar a melhorar a eficiência e a precisão do processo de construção (Zhang et al., 2022). A

ferramenta configura-se como uma das tecnologias mais promissoras para a modernização dos processos de construção e gestão de infraestrutura. No setor público, a adoção do BIM representa não apenas um avanço tecnológico, mas também uma mudança paradigmática nos modelos tradicionais de contratação e gestão de obras públicas. Governos de diversos países têm incluído exigências relativas ao BIM em suas legislações e políticas públicas como forma de promover maior eficiência, sustentabilidade e combate à corrupção em projetos de infraestrutura.

2.2 A projeção futura do BIM como tecnologia transformadora

A adoção de tecnologia na construção teve um crescimento significativo nos últimos anos, com objetivo de otimizar o desempenho das obras, diminuir os custos e fortalecer a comunicação e a colaboração entre os atores do projeto. Apesar de sua utilidade, o BIM é limitado em sua capacidade de fornecer informações dinâmicas sobre o ambiente construído. Ele não pode atualizar automaticamente dados em tempo real em seus modelos sem a ajuda de fontes externas (Deng et al., 2021).

É aqui que a IoT entra em jogo. A IoT se refere à interconexão de vários dispositivos sensores que podem trocar informações entre diferentes plataformas (Gubbi et al., 2013). Com a introdução da IoT, tornou-se viável combinar informações sensoriais em tempo real com os dados fixos fornecidos pelos modelos BIM (Tang et al., 2019). Ao mesclar habilmente as tecnologias BIM e IoT, é possível ficar de olho no processo de construção e no ambiente interno dos edifícios em tempo real (Lee; et al., 2016). Essa integração de BIM e IoT deu origem à DT, que tem o potencial de resolver muitos problemas relacionados à construção.

Com o avanço tecnológico no setor da construção, a implementação concreta do BIM se torna essencial para desenvolvimento de tecnologias emergentes, como o *Digital Twin* (DT). Isso porque o BIM apresenta a base informacional e estrutural necessária para que essas novas tecnologias operem de forma mais eficaz. A *Building Digital Twin Association* definiu DT como uma representação digital de um sistema de manufatura física que pode executar diversas disciplinas de simulação e é sincronizado bidirecionalmente com loops de feedback utilizando dados detectados e dispositivos inteligentes vinculados (*Building Digital Twin Association*, 2019). O objetivo desse conceito é conectar o mundo físico a uma plataforma digital para gerenciar e supervisionar com eficiência o processo de construção, gerenciamento de instalações, monitoramento ambiental e outros processos de ciclo de vida relacionados ao ambiente construído.

Para investigar o estado da arte do desenvolvimento da tecnologia e inovação no Setor da Construção civil, Deng et al., 2021, empregaram uma taxonomia de escada de cinco níveis para refletir a evolução do BIM para o DT. Desta forma, é possível classificar a evolução da aplicação do BIM no ambiente construído em diferentes níveis de maturidade tecnológica. No nível 1, o BIM é empregado como uma ferramenta estática de visualização 3D, com a finalidade de facilitar o compartilhamento de informações entre os diversos *stakeholders* ao longo do ciclo de vida da edificação. Já no nível 2, pode-se observar uma ampliação do uso do BIM, operando com fontes de dados para simulação e análises diversas. No nível 3, a metodologia BIM começa a apresentar um avanço ainda maior, integrando suas funções com a Tecnologia de Internet das Coisas (IoT), viabilizando o monitoramento em tempo real do ambiente edificado. Contudo, no nível 4 essa integração é aprimorada com a integração entre BIM e Inteligência Artificial (IA), incorporando algoritmos de previsão baseados em dados em tempo real. Por fim, o nível 5, representa o estado da arte mais avançado na literatura científica, essa etapa representa a consolidação da estrutura ideal de um Gêmeo Digital (DT). Desse modo, verificou-se que a maioria dos estudos anteriores se enquadram nos níveis 2 e 3, que correspondem, respectivamente, às simulações com suporte do BIM e à integração BIM-IoT para a gestão do ambiente construído. (Deng; et al., 2021).

O BIM é frequentemente considerado a tecnologia central para a construção de um DT, mas precisa alcançar a representação contínua do conceito (Sacks et al., 2020). Dessa maneira, compreender e aplicar o BIM não é apenas uma etapa de modernização, mas uma construção estratégica para implementação de novas tecnologias, como o Digital Twin, seja estabelecida de forma eficaz, ampliando ainda mais a inovação no setor da AEC.

3 Metodologia

O presente artigo adota uma abordagem bibliométrica, a qual busca analisar e mapear a produção científica relacionada ao uso do BIM, tecnologia promissora baseada no conceito Modelo da informação da construção, na gestão de projetos na administração pública em um conceito global. A análise bibliométrica é um instrumento robusto para avaliar publicações científicas; possui inúmeras aplicações em diferentes áreas científicas para auxiliar a avaliação de pesquisas e a política científica (Bojović et al., 2014). Os dados para a pesquisa bibliométrica, foram extraídos da base *Web Of Science* (WoS), utilizando os termos-chave: “BIM”, “setor público”, “administração pública”. Os indicadores considerados incluíram o número de publicação, citações, autores mais produtivos, instituições e países com maior volume de produção e colaboração científica. Além disso, utilizou-se a interface gráfica Biblioshiny, do pacote bibliometrix da linguagem R, que permitiu a análise e a geração de gráficos que facilitaram a exploração e a visualização dos dados previamente carregados da WoS. O Biblioshiny destaca-se como uma das mais completas ferramentas de pesquisas relacionadas à bibliometria e à cientometria, possuindo interface intuitiva, além de grande abrangência do número de funcionalidades, análises e gráficos.

Neste artigo, foi adotado um modelo sistematizado de etapas proposto por Maia. (2019), com o objetivo de realizar uma análise mais detalhada do desenvolvimento metodológico. Esse método de resumo do processo sistematizado para realização da análise bibliométrica é estruturado em cinco etapas macro e seus micro procedimentos específicos: planejamento, busca, organização dos dados, análise e relatório. Este fluxo possui cinco etapas centrais, é simples e ajuda a minimizar erros, permitindo feedback (Maia, et al., 2019).

Paralelamente a isso, a pesquisa foi estruturada com base em fontes reconhecidas de dados científicos, incluindo as bases Scielo, Google Acadêmico, Periódicos CAPES e WoS. Os termos de busca utilizados para análise bibliométrica foram definidos pela seguinte *String*: TI = ("building information modeling" OR BIM) AND TI = ("public sector*" or "public administration" or "public management" or "public organization*" or government OR "project management"). Essa busca resultou em 105 amostras, que foram selecionadas para análise detalhada.

4 Análise dos Resultados e Discussões

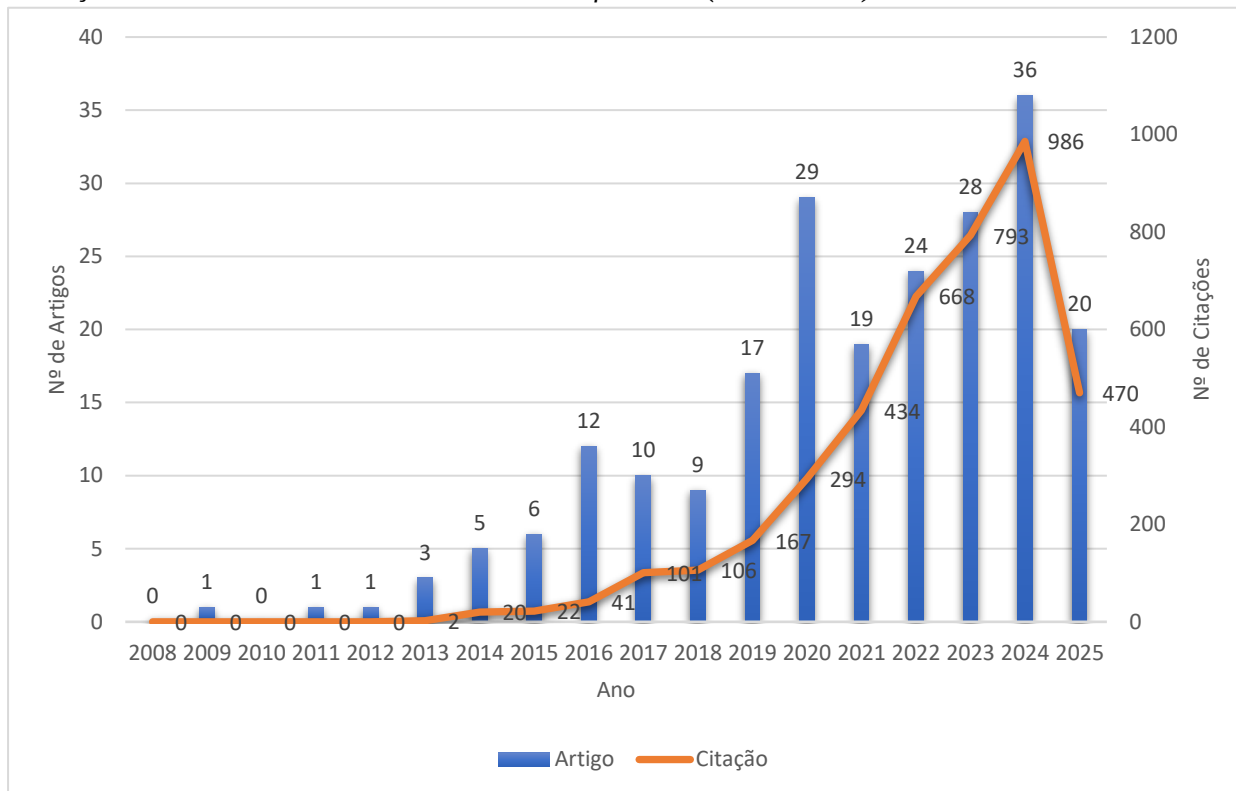
4.1 Evolução das publicações

A análise do gráfico apresenta a evolução do número de publicações e de citações dos trabalhos científicos referentes a tecnologia de inovação da construção civil, basicamente o BIM, com base em dados WoS. As buscas incluíam ligações da ferramenta com os termos “setor público”, “administração pública” e “gestão de projetos”. A pesquisa localizou inicialmente 105 artigos, selecionados considerando os mais relevantes para os objetivos diretos do estudo. A Figura 1 mostra a quantidade de publicações e o número de citações ao longo do tempo, sugerindo uma tendência de aumento no interesse pela área nos anos seguintes. A partir de 2016 o gráfico apresenta um crescimento mais significativo, atingindo avanço expressivo em 2020, com vinte e nove publicações, podendo ser resultado da aceleração do trabalho digital. Nos próximos anos, o número de trabalhos publicados mantém-se elevado, atualmente, com estabilidade apresentada entre 2020 e 2024. O pico de produção ocorre em 2024, com 36 artigos

publicados, sinalizando não apenas o amadurecimento das pesquisas no tema, mas também o aumento da relevância e do impacto acadêmico desses estudos.

Figura 1

Evolução da literatura com base em dados Web of Science (2008 a 2025)



Nota. Fonte: Elaborado pelos autores, Biblioshiny (2025)

As citações apresentam número considerável de crescimento a partir de 2016, alcançando o pico em 2024, com 986 citações acumuladas, nesse sentido, o estudo apresenta grande relevância nos trabalhos voltados à tecnologia da inovação no setor público. Em 2025 o gráfico apresenta uma queda para 470 citações, no entanto, tal ocorrido justifica-se pela morosa tramitação no processo de avaliação e validação dos trabalhos científicos e sua indexação em bases de dados até a efetivação da pesquisa no ano de elaboração.

4.2 Produção científica dos países

A análise do estudo científico por país, pode ser observada conforme apresentado na Tabela 1. A tabela permite identificar os principais interesses de pesquisa e desenvolvimento do conhecimento nas áreas de estudo deste artigo, o BIM aplicado ao setor público. Esse mapeamento evidencia a distribuição geográfica da produção acadêmica no mundo, revelando de forma analítica as nações estão produzindo maiores quantidade de estudos, discussão e contribuindo de forma mais expressiva para o avanço teórico e prático do tema.

Tabela 1

Web of Science Countries' Scientific Production

#	País	Freq.
1	CHINA	30
2	MALAYSIA	9
3	UK	8
4	AUSTRÁLIA	7

5	BRAZIL	7
6	USA	5
7	ITALY	4
8	JORDAN	4
9	PAKISTAN	4
10	BANGLADESH	3

Nota. Fonte: Elaborado pelos autores, Biblioshiny (2025)

A análise bibliométrica, mostrou que a China, atualmente é líder na produção científica sobre o tema, apresentando 30 publicações publicadas com base na pesquisa na WOF. Um aspecto significativo foi o estabelecimento de políticas nacionais, como por exemplo, o 13º Plano Quinquenal da China, instituído entre os anos 2016 a 2020. O plano tinha foco na inovação e tecnologia, buscando aumento dos gastos em pesquisas de desenvolvimento para 2,5 do PIB do país. Tais políticas ajudaram a disseminar a adoção da tecnologia BIM no setor da construção em todo o país, o que pode ter impulsionado diretamente o elevado estímulo de pesquisas acadêmicas na área.

Na sequência, destacam-se Malásia (9) e Reino Unido (8). O setor da construção civil na Malásia está passando por transformações importantes com a adoção completa do BIM. O Conselho da Indústria da Construção (CIDB) tem incentivado o uso de práticas modernas e tecnologias inovadoras, incluindo a implementação do BIM nas obras públicas. A medida previa que a partir de agosto de 2024, fosse obrigatório o uso do BIM em todos os projetos de grande porte com valor igual ou superior a RM 10 milhões. O que pode sugerir o aumento do interesse de estudos científicos na área. O Reino Unido iniciou a adoção do BIM mais cedo em seus territórios, o que os levou a alcançar um nível mais desenvolvido e com diretrizes mais bem definidas, nesse caso, o uso do BIM se tornou uma realidade obrigatória para projetos voltados ao setor público local.

Em seguida no ranking, aparecem Austrália e Brasil, ambos com sete publicações. A Austrália apresenta forte vínculo institucional com o Reino Unido, que apresenta avançado nível de implementação da metodologia BIM, esse vínculo sugere a contribuição da influência de boas práticas com outros países.

Países como Estados Unidos (5), Itália, Jordânia e Paquistão (4) e Bangladesh (3) aparecem com volumes inferiores. No entanto, os Estados Unidos se destacam como um exemplo notável de êxito na implementação do BIM. Os Estados Unidos apresentam um dos mais altos níveis de maturidade na adoção do BIM, reflexo de sua posição pioneira e da longa experiência no uso da metodologia em projetos públicos e privados (Succar, 2009; Azhar, 2011).

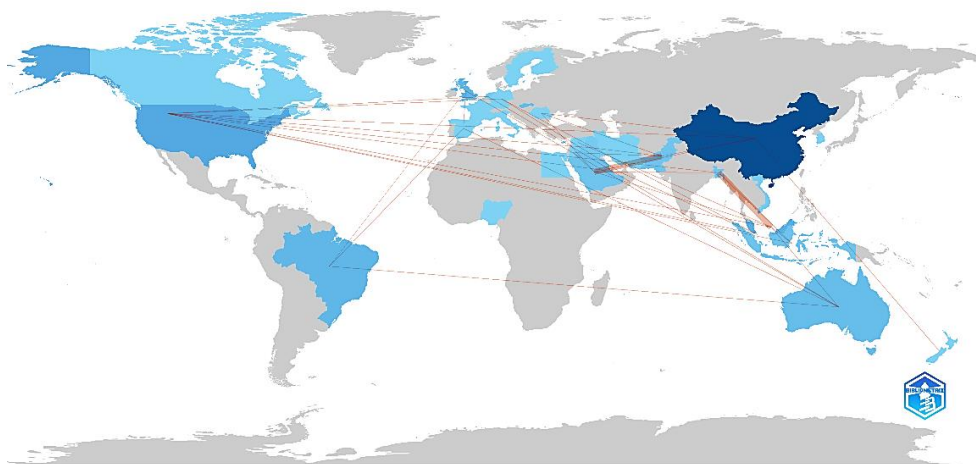
Verifica-se, portanto, que o Brasil ocupa a quinta posição no ranking de frequência de publicações, o que demonstra uma presença relevante, mas ainda pequena, no debate internacional. Essa posição revela que a reflexão acadêmica nacional sobre a implementação gradual do BIM na administração pública brasileira encontra-se em fase inicial de consolidação e pouca maturidade. Esse cenário confirma a hipótese de que fatores institucionais, culturais e de capacitação técnica contribuem para a metodologia, refletindo-se não apenas na prática das obras públicas, mas também no ritmo de produção científica dedicada ao tema.

4.3 Mapa de colaboração entre os países

A análise do mapa de colaboração entre os países, gerada a partir dos dados da base Web of Science, mostra uma rede internacional de parcerias científicas com destaque para conexões bilaterais específicas apresentados na Figura 2.

Figura 2

Mapa de colaboração entre países Web Of Science (2025)



Nota. Fonte: Elaborado pelos autores, Biblioshiny (2025)

Observa-se uma forte presença da Austrália em colaboração com o Brasil, Países Baixos e Espanha, evidenciando sua atuação em redes multicontinentais. Bangladesh estabelece vínculos significativos com a Indonésia e a Arábia Saudita, demonstrando articulações regionais estratégicas. O Brasil, por sua vez, apresenta colaborações relevantes com a Espanha e os Estados Unidos, refletindo sua inserção em circuitos acadêmicos da América do Norte e da Europa. A China também se destaca, com parcerias consolidadas com o Paquistão, Romênia e Arábia Saudita, o que indica uma ampla atuação no eixo Ásia-Oriente Médio-Europa Oriental. Esses resultados apontam para uma dinâmica global de cooperação científica, marcada por interesses comuns e pela busca de complementaridade entre instituições de diferentes países.

4.4 Periódicos mais citados

No que se trata aos periódicos mais citados na literatura pesquisada, conforme a Tabela 2, observa-se grande número de publicações em periódicos de relevância reconhecida na área de inovação e construção civil.

Tabela 2

Periódicos mais citados na Literatura - Web Of Science (2025)

#	ISSN	Nome	JIF	JCI	Nº artigos
1	0926-5805	Automation in Construction	11,5	1.87	4
2	2075-5309	Buildings	3,1	0,62	3
3	0969-9988	Engineering Construction and architectural Management	3,9	0,72	3
4	2090-4479	Ain shams Engineering Journal	5,9	1,88	2
5	0125-8281	Engineering journal-thailand	1,0	0,27	2
6	1305-8215	Eurasia journal of mathematics Science and Technology Education	0,93	-	2
7	0733-9364	Journal of Construction Engineering and management	5,1	0,84	2
8	N/A	Sustainability	0,67	0,67	2

Nota. Fonte: Elaborado pelos autores.

O periódico “Automation in Construction”, destaca-se com um Fator de Impacto (JIF) de 11, sendo o mais citado na amostra analisada. Esse periódico com internacional apresenta grande disseminação de estudos voltados à automação e tecnologias digitais no setor de

infraestrutura, construção civil e demolição. Dessa forma, justifica-se seu destaque nos estudos sobre BIM no setor público.

O periódico “*Ain Shams Engineering Journal*” é um periódico editado pela Universidade Ain Shams (Egito) e hospedado pela Elsevier. A revista também mostra destaque, com JIF de 5,9, evidenciando o seu aumento de visibilidade internacional, principalmente em estudos aplicados à engenharia e à gestão de obras públicas. Em seguida, “*Engineering Construction and Architectural Management*”, com JIF de 3,9, mostra ênfase nos estudos voltados à gestão de projetos e inovações tecnológicas no ambiente da construção pública, também evidenciando interesse nos estudos sobre BIM no setor público.

O periódico “*Buildings*” publicado pela MDPI, apresenta um JIF de 3,1, e possui visibilidade especialmente por publicar pesquisas aplicadas à sustentabilidade e inovação nos edifícios, o que contribui para os debates sobre BIM na administração pública. Já “*Engineering Journal – Thailand*”, com JIF de 1,0, e “*Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*”, com JIF de 0,93, embora possuam menores fatores de impacto dentre as demais apresentadas, também compõem o conjunto de periódicos que abordam a temática, sugerindo diversidade geográfica e metodológica na produção científica sobre o tema.

A análise dos periódicos evidencia que as publicações de maior impacto se concentram em periódicos voltados para a área de atuação em engenharia, construção e inovação, reforçando a natureza técnica e aplicada das pesquisas relacionadas à implementação do BIM no setor público. Em geral, os periódicos apresentados fornecem um conjunto diversificado e relevante para análise bibliométrica dos autores, países e tendências temáticas na implementação do BIM no setor público.

4.5 Artigos mais citados globalmente

Com base nos dados extraídos da WoS, a Tabela 3, apresenta uma análise bibliométrica das referências mais citadas globalmente. A análise revela um acervo robusto sobre os principais estudos que contribuem significativamente para o avanço do conhecimento da tecnologia BIM para gestão de projetos. Dessa forma, os estudos analisados demonstram propriedades importantes do papel da aplicação da ferramenta para o setor público. Essas propriedades, observadas nos periódicos analisados, inferem o aumento da eficiência, transparência e qualidade na gestão dos processos de obras públicas, além de favorecer requisitos para uma gestão integrada dos projetos que promovam maior eficácia no conceito de sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

Tabela 3

Web Of Science - Referências mais citadas globalmente

#	Autor / Revista	Tema	Citações
1	PAN Y, 2021, AUTOMAT CONSTR	A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management.	282
2	HEIGERMOSER D, 2019, AUTOMAT CONSTR	BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management.	108
3	CHENG JCP, 2015, J INF TECHNOL CONSTR	A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide.	104
4	PETERSON F, 2011, AUTOMAT CONSTR	Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned.	103
5	MA et al., 2018, J MANAGE ENG	Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management.	89

6	YUAN HP, 2020, J CONSTR ENG M	BIM Adoption under Government Subsidy: Technology Diffusion Perspective.	61
7	YUAN HP, 2019, SUSTAINABILITY-BASEL	Promoting Owners' BIM Adoption Behaviors to Achieve Sustainable Project Management.	53
8	ROKOOEI S, 2015, PROCD SOC BEHV	Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes.	49
9	LAI HH, 2019, J COMPUT CIVIL ENG	BIM-Based Platform for Collaborative Building Design and Project Management.	48
10	YANG JB, 2018, J BUILD ENG	Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan.	45

Nota. Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos artigos encontrados, “A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management”, de Pan (2021) é o mais citado, publicado no periódico *Automation in Construction*, possui 282 citações. O estudo tem como objetivo, otimizar a gestão inteligente de projetos na construção civil, e propõe uma estrutura de gêmeo digital em ciclo fechado, resultante da integração entre a Modelagem da Informação da Construção (BIM), a Internet das Coisas (IoT) e técnicas de mineração de dados (DM). Sua elevada taxa de citação evidencia o crescente interesse por tecnologias emergentes que ampliam a inteligência na modelagem em projetos de construção. Esses modelos vêm ganhando importância estratégica diante a busca por eficiência, transparência e qualidade na gestão de obras públicas em todo o mundo.

Em seguida, destaca-se o artigo do autor Heigermoser (2019), abordando o tema “BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management”. O estudo também foi publicado no periódico “*Automation in Construction*”, com 108 citações. Este estudo aborda o uso do sistema *Last Planner* (SLP). O autor sugere o uso da ferramenta com em conjunto com o BIM para aprimorar o gerenciamento de projetos de construções. O SLP é um framework estratégico para a gestão de projetos, muito utilizado na construção civil. Apresenta uma estrutura de planejamento e controle da produção que visa aumentar a previsibilidade e a confiabilidade dos processos construtivos, com foco em envolver os últimos planejadores, garantindo um fluxo de trabalho mais eficiente e com menos interrupções.

O terceiro trabalho mais citado nas pesquisas foi do tema “A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide” de Cheng (2015), alcançando 104 citações. O estudo de Cheng (2015) foi publicado na revista *Journal of Information Technology in Construction*. O artigo analisa os esforços e papéis do setor público para adoção do BIM. Com o intuito de explorar culturas diferentes, o autor executa análise em quatro regiões distintas, são elas: Estados Unidos, Europa, Ásia e Austrália. Além disso, o artigo identifica e analisa seis papéis principais do setor público para implementação do BIM. O autor destaca na conclusão que seguir normas internacionais, como a ISO 19650, é essencial para garantir a qualidade, a eficiência e a cooperação em empreendimentos de infraestrutura viária. Por isso, é importante que os responsáveis pela formulação de políticas incentivem a implementação desses padrões em seus territórios (Cheng. 2015). A ISO 19650 estabelece os novos padrões internacionais para a aplicação e implementação do BIM. O objetivo da norma é propagar o uso da tecnologia e promover melhorias nas organizações, como por exemplo, desenvolvimento da inovação no setor da construção civil. A norma baseia-se na estrutura PAS 1192, que compreende uma especificação para modelagem de informações de construção com foco em segurança, ambientes digitais construídos e gerenciamento inteligente de ativos (PAS 1192-5.2015).

Outro artigo em destaque foi o “*Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned*”, do autor Peterson (2011), também publicado no periódico *Automation in Construction*, o artigo alcançou 103 citações. O trabalho discute o ensino da gestão de projetos de construção com suporte do BIM, enfatizando a importância da capacitação técnica para a implementação eficaz da tecnologia.

Nesse contexto, destacam-se outras pesquisas acadêmicas, como a de Ma et al. (2018), com o artigo '*Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management*', e do autor Yuan HP, que publicou duas vezes consecutivas: primeiro, '*Promoting Owners' BIM Adoption Behaviors to Achieve Sustainable Project Management*' (2019), com ênfase na sustentabilidade, e segundo, '*BIM Adoption under Government Subsidy: Technology Diffusion Perspective*' (2020), explorando as políticas governamentais para uma implementação eficiente do BIM. O autor Rokooei (2015) apresentou o tema '*Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes*', alcançando 49 citações. Os artigos abordam conceitos para a implementação do BIM ao longo do ciclo de vida, proporcionando uma melhor gestão ambiental dos insumos, além de discutir o papel dos incentivos governamentais e das políticas públicas para o avanço da tecnologia.

Desse modo, a análise confirma a influência significativa dos periódicos *Automation in Construction* e *Journal of Construction Engineering and Management*, devido ao constante interesse por publicações na área, o que reforça a importância dessas influências para a continuidade do desenvolvimento científico da implementação da metodologia BIM.

4.6 Autores mais relevantes

A pesquisa de autores é uma etapa fundamental em estudos bibliométricos, ela apresenta com clareza e de forma analítica a dinâmica de produção científica, capaz de identificar os principais autores que colaboram com a produção científica das pesquisas. Nesse artigo pode-se identificar diversas características da pesquisa de autores mais relevantes para o tema, entre eles observa-se a identificação de lideranças científicas, delimitação de escolas de pensamento com suas principais linhas de pesquisas e abordagens, indicação de tendências, lacunas e novos objetivos de estudos, fundamentação teórica qualificada e construção ampla de redes de colaboração no tema de pesquisa. A tabela 4 apresenta os cinco autores mais relevantes na temática do BIM no setor público, considerando o número de artigos publicados, o total de citações e o H-index. A ordem dos autores seguiu o índice H, conforme os critérios estabelecidos na metodologia adotada para esta pesquisa.

Tabela 4

Autores mais relevantes (Web Of Science 2025)

#	Autor	Artigos	Nº de citações	H-index
1	CHAN, ALBERT P. C.	(2) 497	21.003	79
2	RAHMAN, RAHIMI A.	(3) 105	680	20
3	MESAROS, PETER	(2) 64	374	11
4	MANDICAK, T.	(2) 41	233	10
5	AL-MOHAMMAD, MOHAMMAD S.	(3) 10	107	6

Nota. Fonte: Elaborado pelos autores.

O autor com maior índice de impacto é Albert P. C. Chan, da universidade Hong Kong Polytechnic University, com trabalhos voltados a Construção e Tecnologia de Edificações, Negócios e Economia, Ciências Ambientais e Ecologia, Ciência e Tecnologia. Albert Chan possui uma produção científica robusta, com 497 artigos publicados, 21.003 citações e um H-

index de 79, apesar Al-Aboody, Mohammad Saleh, apresentar maior número de publicações na área tema da pesquisa, Albert Chan se destaca apresentando grande número de citações. Esses números indicam seu reconhecimento e relevância na área de pesquisas no mundo por diversos pesquisadores. Embora sua atuação não se restrinja exclusivamente ao setor público, seus trabalhos oferecem importantes contribuições teóricas e metodológicas que fundamentam a adoção do BIM em diferentes contextos institucionais.

Em seguida, Rahimi A. Rahman da Universiti Malaysia Pahang, também se destaca, com 105 artigos, 680 citações e H-index 20. Sua produção tem foco mais direcionado à aplicação prática do BIM, abordando aspectos de gestão e implementação tecnológica em ambientes organizacionais, inclusive no âmbito governamental.

Outro autor relevante é Peter Mesaros da universidade Technical University of Košice, com 64 publicações e 374 citações, alcançando um H-index de 11. Apresenta estudos que abordam a relação entre inovação digital e processos administrativos, com foco na transformação digital da infraestrutura pública. O autor Tomas Mandicak, com 41 artigos e 233 citações, também apresenta uma contribuição significativa, com foco na integração do BIM às práticas de planejamento e controle em projetos financiados pelo setor público.

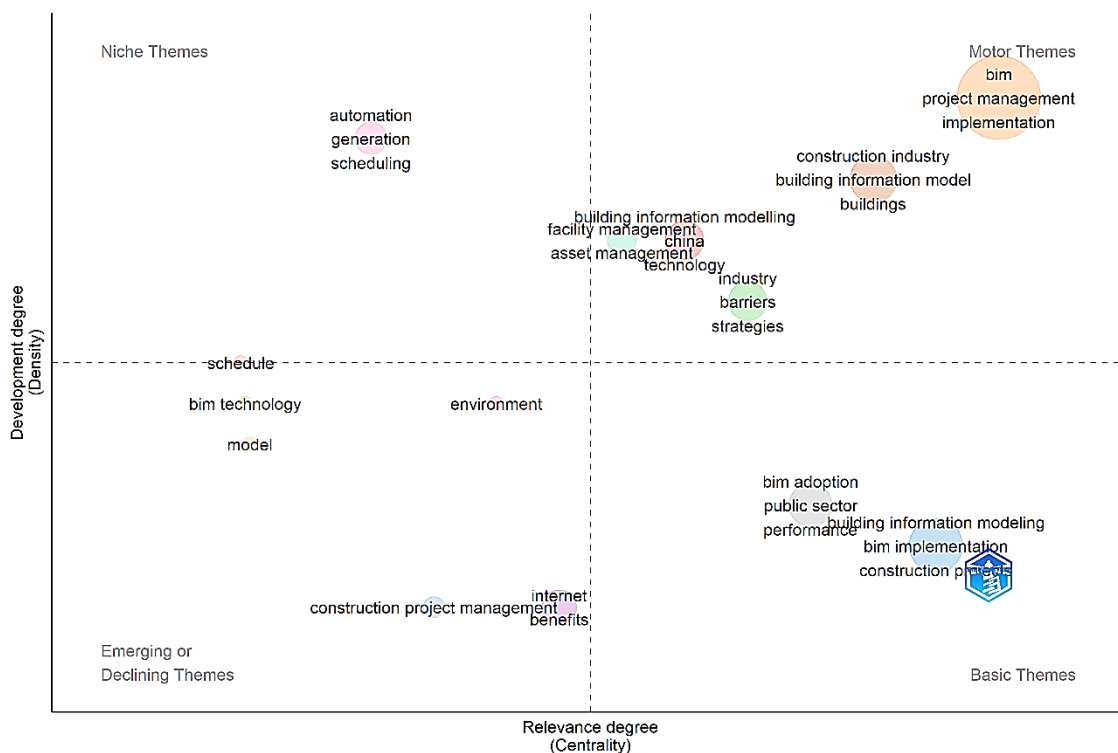
Por fim, Al-Aboody, Mohammad Saleh da universidade Majmaah University Saudi Arabia, ainda que com menor número de publicações, totalizando 10 artigos e um H-index de 6, integra o grupo de autores mais relevantes por sua atuação em temas emergentes relacionados à adoção do BIM em países em desenvolvimento, onde os desafios institucionais e regulatórios são mais complexos. Atua com ênfase em temas nas áreas Biotecnologia e Microbiologia Aplicada, Biológicas e Biomedicina e Outros Tópicos voltado a saúde Pública, Ambiental e Ocupacional

4.7 Mapa temático

O gráfico de estratégia temática pode ser conseguido a partir da análise bibliométrica *biblioshiny* e representa a organização dos principais assuntos discutidos na literatura científica sobre a aplicação do BIM, neste caso para o contexto da administração pública. Ordenado em dois eixos: densidade (grau de desenvolvimento de um tema) e centralidade (grau de relevância e conexão com outros temas), o gráfico se divide em quatro quadrantes: *Motor Themes*, *Basic Themes*, *Niche Themes* e *Emerging or Declining Themes*. Dessa maneira, representado na Figura 3.

No primeiro quadrante “*Motor Themes*”, apresenta-se os temas que convergem entre mais relevantes e bem desenvolvidos, observou-se os termos *Bim*, *project management* e *implementation* em maior incidência. Estes termos indicam os tópicos mais estruturados e com incidência de abordagem alta na literatura do tema estudado, dessa forma, apresentam-se como alicerces teóricos e práticos da área. Em geral, tratam da aplicação do BIM em projetos de construção com foco na gestão eficiente, controle de obras e inovação nos processos construtivos e gestão de projetos, o que demonstra a maturidade desses estudos e sua importância para a evolução da área, inclusive sua aplicação no setor público.

Figura 3
Thematic Map



Nota. Fonte: Elaborado pelos autores, Biblioshiny (2025)

O segundo quadrante, representa o “*Basic Themes*”, apresentam termos de alta relevância (centralidade), mas com baixo grau de desenvolvimento (densidade), como BIM implementation, bim adoption, public sector, performance, *Building Information Modeling e Construction Projects*. Esses temas são fundamentais para a estrutura conceitual do campo, embora ainda careçam de aprofundamento. Isso indica que a temática da adoção do BIM pelo setor público, embora central, é uma área em consolidação, que demanda mais investigações teóricas e empíricas, esses dados justificam a proposta do presente artigo.

O terceiro quadrante, “*Niche Themes*”, agrupa termos com alto grau de desenvolvimento, mas de baixa relevância no contexto geral da rede temática. Os termos *automation, generation e scheduling* revelam linhas de pesquisa mais técnicas e específicas, que apresentam profundidade, mas pouca conexão com outras áreas do campo.

Por fim, no quarto quadrante *Emerging or Declining Themes*, encontram-se termos com baixa densidade e baixa centralidade, como BIM technology, model, environment, construction project management, internet e benefits. Essas palavras-chave sugerem tópicos que ou estão em declínio na produção científica ou ainda são emergentes. A análise dos quadrantes confirma a relevância da proposta deste estudo, ao abordar uma temática, a implementação do BIM no setor público, que se mostra central, mas ainda carente de desenvolvimento consistente.

5 Considerações Finais

Diante do exposto, este estudo realizou uma análise bibliométrica da produção científica sobre a adoção do BIM no setor público com foco na identificação dos padrões de publicações, análise do gráfico de evolução da pesquisa ao longo dos anos, produção científica dos países, mapa de colaboração entre os países, periódicos e artigos mais citados globalmente, autores mais relevantes, gráfico de estratégia temática e rede de colaboração. Essa análise oferece bases concretas para a compreensão do estado da arte e para a identificação de lacunas e oportunidades de investigações futuras sobre o tema. Ainda assim, a pesquisa possibilitou identificar os principais desafios e barreiras relacionados à implementação da ferramenta BIM

no setor público, além de evidenciar a projeção do BIM em direção ao conceito de DT, consolidando como uma tecnologia promissora para a transformação da gestão de projetos de obras no setor da construção civil.

O mapeamento permitiu também, identificar a ausência de estudos que sistematizam o conhecimento do BIM no contexto do setor público. Esta análise contribui para preencher uma lacuna da literatura e oferecer contribuições relevantes com bases para pesquisas futuras e formuladores de políticas interessados em promover a inovação e maior eficiência na gestão de projetos públicos por meio da tecnologia.

A análise do gráfico de evolução da pesquisa confirma o crescente interesse da comunidade acadêmica na produção científica da aplicação do BIM, evidenciado pela evolução significativa da literatura ao longo dos anos. Dessa forma, os dados evidenciam a consolidação do tema e o avanço significativo e gradual da produção científica ao longo do período analisado. Esse movimento reforça a importância e a relevância da pesquisa atual, bem como a importância de investigações futuras, sobretudo diante da crescente valorização da inovação e tecnologia digitais no setor público no contexto pós-pandemia.

Neste cenário de amadurecimento do tema, a pesquisa também permitiu identificar que as áreas de automação na construção, engenharia da construção e tecnologia e sustentabilidade, se destacam como os principais focos de interesse nas investigações sobre a implementação do BIM no setor público. Além disso, temas como gestão de projetos, política governamentais e inovação surgem como eixos complementares de investigação, evidenciando a articulação da ferramenta com diferentes dimensões da administração pública.

Apesar dos avanços globais, observou-se que o setor público ainda se encontra em uma fase inicial tanto na pesquisa quanto na implementação da tecnologia, reflexo de barreiras institucionais, culturais e de capacitação técnica. A comparação internacional com diferentes países destaca o interesse na pesquisa de países como China, Malásia, Reino Unido e Austrália, que lideram a produção científica sobre o tema. Esse contraste evidencia a importância da atuação governamental na formulação de normativas e políticas públicas eficazes, fator determinante para a progressão das pesquisas e a implementação de novas tecnologias. Essas ações são fundamentais no estímulo à modernização da gestão pública e promoção de articulação eficaz entre setor público e privado, contribuindo para maior eficiência nos processos administrativos.

A presença recorrente de periódicos de alto impacto, como *Automation in Construction* e *Journal of Construction Engineering and Management*, demonstra a centralidade do tema na literatura científica internacional. Esse cenário comprova o caráter crescente de desenvolvimento técnico e aplicado da pesquisa com foco na gestão de projetos e inovação para a área de arquitetura, engenharia e construção (AEC), bem como a importância dessas tecnologias para o setor público e privado.

A avaliação do gráfico de estratégia temática mostrou como tópicos centrais os temas gestão de projetos, implementação e adoção do BIM, evidenciando um bom desenvolvimento no cenário de pesquisa, no entanto, a palavra “Public” surge no segundo quadrante, o que implica que embora central, aspectos relacionados ao setor público ainda demandam maior consolidação, estes dados fundamentam a proposta da pesquisa atual e apontam caminhos de pesquisas futuras.

Entre as limitações deste trabalho, encontra-se a escolha exclusiva da base de dados WoS justificada pela busca por coerência metodológica, compatibilidade com ferramentas de análise e maior agilidade e eficiência. Embora a plataforma digital utilizada seja bastante robusta, é possível que não contemple todas as publicações relevantes. Além disso, o estudo bibliométrico não substitui pesquisas empíricas diretas junto aos órgãos públicos, que poderiam identificar *in-loco* a compreensão dos desafios e práticas reais da implementação em múltiplos setores da tecnologia BIM.

Por fim, este artigo contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico ao sistematizar, quantificar e mapear a produção científica produzida, permitindo evidenciar a importância da inovação tecnológica na administração pública por meio da metodologia BIM, podendo incentivar novas pesquisas na crescente literatura da área. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem em outras bases de dados modernas como Scopus e Dimensions, para garantir maior abrangência e atualidade na produção científica a ser analisada. Além disso, é importante realizar estudos de caso em diferentes setores públicos. Os resultados aqui apresentados oferecem subsídios importantes para formuladores de políticas públicas, gestores públicos e pesquisadores além da disseminação eficiente da tecnologia BIM no âmbito da administração pública, gerando mais eficiência, transparência e sustentabilidade nos projetos de construção governamentais.

Referências

- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Rumo a um gêmeo digital de construção semântica: Direções para pesquisas futuras. *Automation in Construction*, 114, 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>
- Bojović, S., Matic, R., Popović, Z., Smiljanić, M., Stefanović, M., & Vidaković, V. (2014). Uma visão geral das revistas florestais no período 2006–2010 como base para determinar as tendências da investigação. *Scientometrics*, 98(2), 1331–1346. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1171-9>
- Brasil. (2019, 23 de agosto). Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. *Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM*. Diário Oficial da União, seção 1.
- Brasil. (2020, 3 de abril). Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. *Dispõe sobre a Estratégia BIM BRASIL*. Diário Oficial da União, seção 1, 158(64), 3.
- British Standards Institution. (2015). *PAS 1192-5:2015 – Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management*.
- Building Digital Twin Association. (2019). *White paper* (4º trimestre). <https://buildingdigitaltwin.org/wp-content/uploads/2022/02/WhitePaper1-en.pdf>
- Cavalcante, P., Camões, M., Cunha, B. Q., & Severo, W. R. (Orgs.). (2017). *Inovação no setor público: Teoria, tendências e casos no Brasil*. IPEA. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/171002_inovacao_no_setor_publico.pdf
- Cheng, J. C. P. (2015). A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction*. <https://www.itcon.org/paper/2015/27>
- Deng, M., Menassa, C. C., & Kamat, V. R. (2021). From BIM to digital twins: A systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal*

of Information Technology in Construction, 26, 58–83.
<https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.005>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (2^a ed.). Wiley.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet das coisas (IoT): Uma visão, elementos arquitetônicos e direções futuras. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows*. Wiley.

Heigermoser, D. (2019). Applications of BIM in facility management. *Automation in Construction*, 107, 102910.

Lai, H. H. (2019). *BIM-Based Platform for Collaborative Building Design and Project Management*, [https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.000083](https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.000083)

Lee, D., Cha, G., & Park, S. (2016). Um estudo sobre visualização de dados de sensores embarcados para monitoramento de energia em edifícios usando BIM. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 17(6), 807–814. <https://doi.org/10.1007/s12541-016-0104-3>

Love, P. E. D., Matthews, J., Simpson, I., Hill, A., & Olatunji, O. A. (2014). A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. *Automation in Construction*, 37, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.007>

Ma, et al. (2018). Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management. *Journal of Management in Engineering*, 34(3), 04018005. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000647>

Maia, S.C., de Benedicto, G.C., do Prado, J.W. et al. Mapping the literature on credit unions: a bibliometric investigation grounded in Scopus and Web of Science. *Scientometrics* 120, 929–960 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03165-1>

Nguyen, T. D., & Adhikari, S. (2023). The role of BIM in integrating digital twin in building construction: A literature review. *Sustainability*, 15(13), 10462. <https://doi.org/10.3390/su151310462>

Pan, Y. (2021). A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management. *Automation in Construction*, 120, 103398. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103564>

Peterson, F. (2011). Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned. *Automation in Construction*, 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.009>

Sacks, R., Brilakis, I., Pikas, E., Xie, H. S., & Girolami, M. (2020). Construção com sistemas de informação de gêmeos digitais. *Data-Centric Engineering*, 1, e14. <https://doi.org/10.1017/dce.2020.16>

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., & Gao, X. (2019). Uma revisão da modelagem de informações da construção (BIM) e da integração de dispositivos da Internet das Coisas (IoT): Situação atual e tendências futuras. *Automation in Construction*, 101, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.020>

Yang, J. B. (2018). Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan, 337-343. *Journal of Building Engineering* <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.08.007>

Yuan, H. P. (2019). Promoting Owners' BIM Adoption Behaviors to Achieve Sustainable Project Management. *Sustainability*, 11(14), 3905; <https://doi.org/10.3390/su11143905>

Yuan, H. P. (2020). BIM Adoption under Government Subsidy: Technology Diffusion Perspective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146, 04019089 [https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001733](https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001733)

Zhang, J., Cheng, J. C. P., Chen, W., & Chen, K. (2022). Gêmeos digitais para canteiros de obras: Conceitos, definição de LoD e aplicações. *Journal of Management in Engineering*, 38(2), [https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000948](https://doi-org.ez32.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000948)