ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Panorama do BIM aplicado à infraestrutura de transporte com ênfase rodoviária

Overview of BIM applied to transport infrastructure with emphasis on roads

Otto Araujo Nielsen
Instituto Militar de Engenharia| Rio de Janeiro | Brasil | nielsen.otto@ime.eb.br
Rebeca Viana Alencar Rodrigues Moura
Instituto Militar de Engenharia| Rio de Janeiro | Brasil | rebeca.alencar@ime.eb.br
Rafael Barbosa Otranto
Instituto Militar de Engenharia| Rio de Janeiro | Brasil | rafael.otranto@ime.eb.br
Giuseppe Miceli Junior
Instituto Militar de Engenharia| Rio de Janeiro | Brasil | giuseppe.pged@ime.eb.br
Altair dos Santos Ferreira Filho
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | altairff@ime.eb.br

Resumo

O artigo objetiva apresentar um panorama do estado atual da implementação da Modelagem de Informações da Construção (BIM) em projetos de infraestrutura rodoviária no cenário mundial. Adotou-se o conceito das Noteworthy BIM Publications (NBP) ou, em português, Notáveis Publicações de BIM, como base para a análise. O método consistiu em uma busca realizada utilizando fontes abertas de pesquisa, explorando sites de organizações governamentais e privadas, conferências e periódicos especializados. Motivado em entender o panorama do BIM setorial para delinear um artefato para dissertação de mestrado, realizou-se uma análise sistemática e quantitativa das NBP para o setor, buscando fornecer uma visão detalhada sobre o setor. O estudo aborda aspectos como o estágio de maturidade das publicações em projetos de infraestrutura, bem como identifica o nível de implementação e os países destaques no cenário internacional. Ao oferecer uma visão panorâmica e atualizada, o artigo visa subsidiar futuras pesquisas para o setor.

Palavras-chave: BIM. Infraestrutura de Transporte. Rodoviário. Panorama.

Abstract

The article aims to present an overview of the current state of implementation of Construction Information Modeling (BIM) in road infrastructure projects worldwide. The concept of Noteworthy BIM Publications (NBP) or, in Portuguese, Notable BIM Publications, was adopted as the basis for the analysis. The method consisted of a search carried out using open research sources, exploring websites of governmental and private organizations, conferences and specialized journals. Motivated to understand the sectoral BIM panorama to outline an artifact

Como citar:
NIELSEN, O.; MOURA, R.; OTRANTO, R.; MICELI JUNIOR, FERREIRA FILHO, A. Panorama do BIM aplicado à infraestrutura de transporte com ênfase rodoviária. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

for a master's thesis, a systematic and quantitative analysis of the NBP for the sector was carried out, seeking to provide a detailed view of the sector. The study addresses aspects such as the maturity stage of publications on infrastructure projects, as well as identifying the level of implementation and the countries highlighted on the international scene. By offering a panoramic and updated view, the article aims to support future research for the sector.

Keywords: BIM. Transport Infrastructure. Roadway. Panorama.

INTRODUÇÃO

Considerando que o Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia de gestão da informação que utiliza um modelo digital para representar características físicas e funcionais de uma edificação ou infraestrutura ao longo de todo o ciclo de vida do ativo [1], diversas entidades têm se mobilizado para fomentar o uso do BIM, como resultado diversas publicações não acadêmicas surgiram relatando muitos procedimentos e práticas de entidades públicas e privadas sendo adaptados ou iniciados, com foco nas mudanças significativas na cultura organizacional e na gestão de projeto requerida pela implementação da metodologia BIM [2,3].

Destas diversas publicações não acadêmicas surge o conceito de Noteworthy BIM Publications (NBP) ou, em português, Notáveis Publicações de BIM, como forma de não se negligenciar seu importante papel para a implementação do BIM em diversos contextos. As NBP englobam uma variedade de documentos, incluindo iniciativas setoriais, revistas revisadas por pares, livros publicados e outras fontes de destaque. Essas publicações, fruto de esforços colaborativos entre entidades acadêmicas, governamentais e industriais, desempenham um papel crucial na disseminação de conhecimento, orientação da implementação e definição de requisitos para o BIM [4].

Na esteira dessa tendencia mundial de adoção do BIM, o Governo Federal propôs a Estratégia Nacional para a disseminação do BIM no Brasil com o objetivo de melhorar a produtividade do grande setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) e reduzir gastos com infraestrutura. A partir do Decreto nº 10.306, foi estabelecido um cronograma de implantação do BIM em três fases até o ano de 2028, com resultados esperados que incluem: aumento de dez vezes na adoção do BIM, incremento de 10% na produtividade das empresas, redução de 9,7% nos custos e elevação de 28,9% no PIB da Construção Civil [5,6].

A estratégia Nacional de disseminação do BIM, coloca o Brasil em um cenário transitório de adoção da metodologia BIM. Ainda, dever ser considerado a adoção da metodologia no contexto específico da infraestrutura, com enfoque no modal rodoviário, que conforme apontou [7] encontra-se defasado em relação ao setor de edificações.

Desta forma, o presente trabalho está motivado pela necessidade de compreender o atual estado do BIM aplicado ao setor de infraestrutura de transporte, fornecendo uma perspectiva global sobre o tema por meio de sua caracterização, identificação dos movimentos evolutivos e, por fim, identificação de diretrizes e previsões para o avanço da metodologia no setor. Para tal, este estudo busca analisar publicações além do cenário acadêmico, como forma de melhor representar o estado atual do setor, por meio do conceito de NBP, introduzido por [4].

METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa, foi necessário um processo de busca, seleção, classificação e avaliação das NBP. Dada a ausência de bases de dados dedicadas a esse tipo de documentação, a busca foi realizada utilizando fontes abertas de pesquisa, explorando sites de organizações governamentais e privadas, conferências e periódicos especializados. Esta abordagem ampla garantiu uma visão mais abrangente do panorama do NBP no contexto do BIM.

Devido à natureza diversa dos NBPs, [4] propõem critérios para aceitar uma publicação como NBP, como segue:

- NBPs são documentos (ou seja, não se aceita sites, blogs ou formatos similares);
- NBPs refletem o conhecimento BIM (ou seja, publicações focadas em habilidades, ferramentas BIM, decretos de adoção governamental ou roteiros foram excluídas);
- NBPs são os resultados da experiencia com o BIM (ou seja, publicações entregues por outros setores industrias são excluídas);
- NBPs cobrem tópicos relevantes de BIM (ou seja, publicações que cobrem tópicos do estágio de maturidade pré-BIM são excluídas); e
- Os PNB são macroscópicos (ou seja, são excluídos documentos destinados a pequenos grupos de profissionais ou estudantes).

A etapa de seleção seguiu critérios específicos para identificar as NBP conforme a definição [4], sendo identificados um total de 234 publicações do tipo NBP foram selecionadas para compor o *corpus* da pesquisa. Posteriormente, estas NBP foram classificadas com base no enforque do tema abordado, a saber: Geral, Infraestrutura de Transporte e sobre o modal rodoviário. As análises e discussões a seguir concentraram-se nas NBP de infraestrutura, sendo a maior ênfase aquelas do identificadas como do modal rodoviário.

Posteriormente, as publicações foram analisadas com foco na verificar em abordagens metodológicas, inovações, integração com padrões e contribuições específicas para o avanço do BIM em projetos de infraestrutura. Esta etapa forneceu uma compreensão mais profunda do impacto, implicações práticas do esforço global para adotar o BIM no setor, permitindo um prognóstico de sua evolução.

ANÁLISE APRESENTADA

Com base nos esforços de adoção para o setor de infraestrutura de transporte e para o modal rodoviário, os dados obtidos da análise de cada NBP foram separados para análise de:

- Verificar os países com as maiores coleções de NBP;
- Verificar o crescente número de publicações;
- Comparar as publicações Acadêmicas e de NBP;
- Avaliar a maturidade BIM das publicações refletindo a capacidade da metodologia BIM e estabelecimento de marcos da sua evolução; e

Para a verificação dos estágios de maturidade utilizou-se a classificação fundamentada nos estágios delineada por [1], recordados a seguir:

- Estágio 1 – Focado na Modelagem, marca o início da transição do CAD tradicional para o BIM;
- Estágio 2 – Focado na Colaboração, onde membros da equipe do projeto começam a colaborar ativamente por meio de modelos multidisciplinares;
- Estágio 3 – Focado na Integração e marcado pela criação, compartilhamento e manutenção colaborativa de Modelos Integrados ou Federados ricos em dados, sendo todas as informações e dados necessários para o desenvolvimento do empreendimento extraídos de um único modelo em um Ambiente Comum de Dados ou *Common Data Environment* (CDE).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

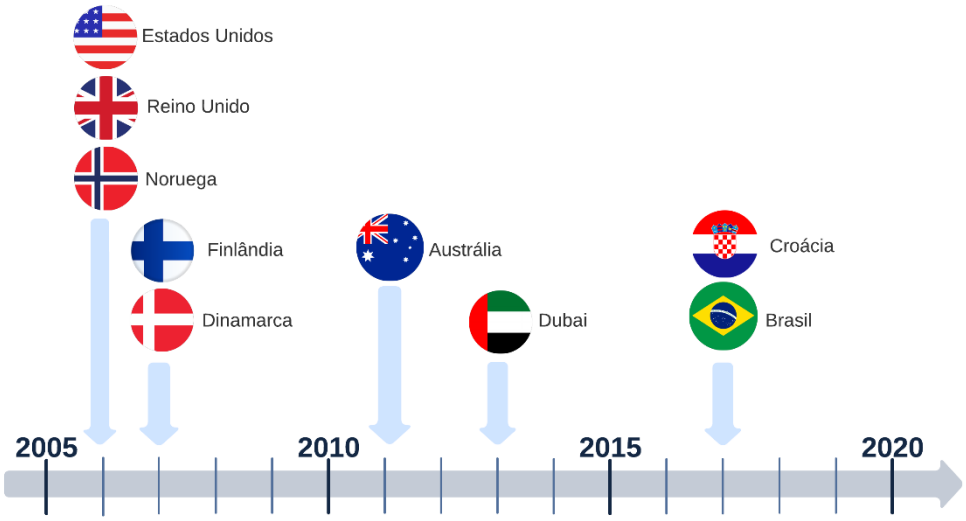
Como resultado dessa seleção e classificação, a Tabela 1 apresenta uma visão geral das NBP encontradas. Esta seleção abarca uma diversidade de formatos, como séries de guias, mandatos, protocolos, normas e padronizações. As 234 publicações estão distribuídas em 28 países de origem, além de 6 iniciativas conjuntas representando publicações que envolvem pelo menos dois países.

A análise direta da Tabela 1, identifica os países detentores dos maiores acervos de publicações sobre Infraestrutura de transporte e para o modal rodoviário.

O Esforço de Adoção

A Figura 1 mostra um cronograma de adoção do BIM nos países enfatizados nas publicações do NBP relativas ao setor rodoviário. Esta representação cronológica delineia os principais marcos na trajetória de adoção do BIM em cada país, oferecendo uma estrutura fundamental para uma análise mais aprofundada das suas principais publicações.

Figura 1 - Cronograma de adoção do BIM em países que publicaram NBP para o setor rodoviário.



Fonte: Autor

Tabela 1 - Resumo do total de NBP encontrados

Países	Total	(%)	Infraestrutura	(%)	Rodoviário	(%)
Alemanha	3	1%	-	-	-	-
Argentina	1	0%	-	-	-	-
Austrália	11	5%	4	9%	4	11%
Brasil	18	8%	6	13%	3	9%
Canadá	1	0%	-	-	-	-
China	7	3%	-	-	-	-
Coréia do Sul	6	3%	-	-	-	-
Croácia	1	0%	1	2%	1	3%
Dinamarca	5	2%	1	2%	1	3%
Dubai	1	0%	1	2%	1	3%
Espanha	16	7%	1	2%	-	-
Estados Unidos	50	21%	8	18%	8	23%
Finlândia	25	11%	9	20%	7	20%
França	2	1%	-	-	-	-
Holanda	1	0%	-	-	-	-
Hong Kong	14	6%	3	7%	-	-
Itália	1	0%	1	2%	-	-
Japão	3	1%	-	-	-	-
Malásia	5	2%	-	-	-	-
Noruega	9	4%	3	7%	3	9%
Nova Zelandia	2	1%	-	-	-	-
Peru	1	0%	-	-	-	-
Polonia	2	1%	-	-	-	-
Reino Unido	25	11%	6	13%	6	17%
Rússia	1	0%	-	-	-	-
Singapura	14	6%	-	-	-	-
Suécia	1	0%	-	-	-	-
Taiwan	2	1%	-	-	-	-
Iniciativas Conjuntas	6	3%	1	2%	1	3%
Total	**234 (28 Países)**		**45 (12 Países)**		**35 (9 Países)**	

Fonte: Autor

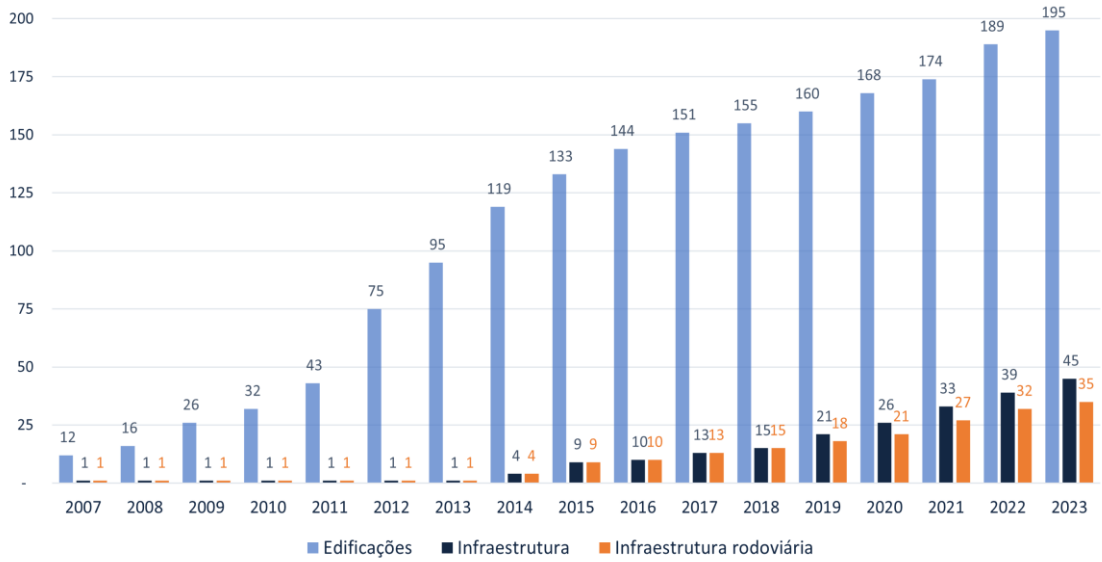
O CRESCENTE NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

A progressão das publicações ao longo dos anos, conforme ilustrado na Figura 2, mostra um crescimento consistente em todos os temas principais. O aumento nas NBP centrados na infraestrutura sublinha o crescente interesse global no BIM no setor. Esta tendência de aumento de publicações NBP está em harmonia com a tendência de aumento em artigos acadêmicos no setor AECO [8], destacando o crescente reconhecimento da importância do BIM na indústria da construção [9].

Além disso, o número crescente de publicações do NBP reflete a importância crescente atribuída ao BIM por órgãos governamentais, instituições acadêmicas e outras organizações . A proliferação de NBPs como fonte de conhecimento em BIM é um

indicador claro da transição da indústria para um ambiente mais integrado e colaborativo, onde a interoperabilidade desempenha um papel fundamental.

Figura 2 - Evolução das publicações ao longo dos anos.



Fonte: Autor

COMPARAÇÃO ENTRE AS PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS E NBP

Ao comparar as listagens de países com os maiores acervos em NBP (Tabela 1) com os principais produtores de artigos acadêmicos, destacados por [10], [11] e [12], observa-se uma convergência. Fica evidente que o Reino Unido e os Estados Unidos ocupam posições inquestionáveis de destaque, seguidos pela Austrália. Essa convergência destaca a consistência e a relevância desses países no contexto do BIM, tanto em termos de produção acadêmica quanto na geração de Publicações Notáveis. Os resultados reforçam a liderança dessas nações na contribuição para o avanço e desenvolvimento do BIM, especialmente no âmbito da infraestrutura e da infraestrutura rodoviária.

Embora a Finlândia esteja no mesmo grupo do Reino Unido e dos Estados Unidos na produção de NBPs, não é unanimemente destacada na produção de artigos acadêmicos, sendo mencionada apenas por [10]. Similarmente, o Brasil destaca-se no número de NBPs, principalmente sobre a temática infraestrutura, sendo citado exclusivamente por [13] como país destaque. Esses indicativos sugerem que a abordagem desses países à metodologia BIM pode estar mais distante do ambiente acadêmico.

Por outro lado, Espanha, Itália e Alemanha despontam na produção acadêmica, mas não se destacam no cenário das NBPs, o que sugere um desenvolvimento menos voltado para o mercado. Esse entendimento de ambiente de adoção é corroborado pelo trabalho de [14], ao destacar um foco mais acentuado no desenvolvimento acadêmico do BIM na Itália. Desta forma, sugere-se que a mesma dinâmica ocorre para Espanha e Alemanha. Essas observações reforçam a importância de uma análise

abrangente – combinando as publicações acadêmicas e NBP – para compreender a verdadeira influência e adoção do BIM em diferentes contextos e regiões.

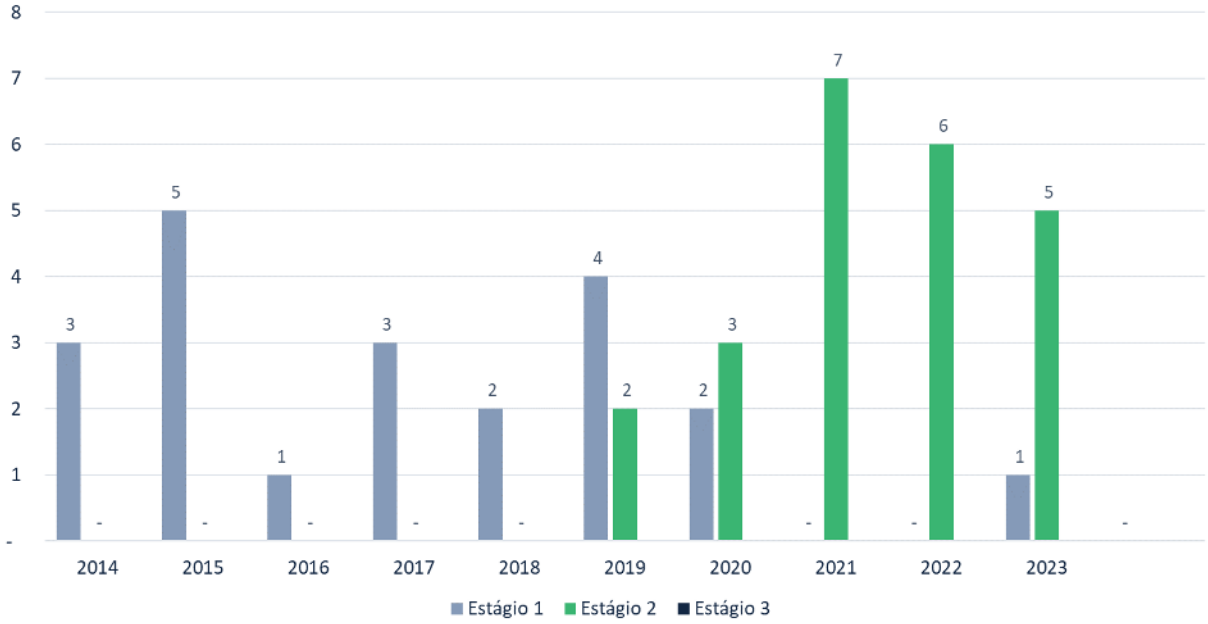
Destaca-se, ainda, que um aprofundamento no estudo do BIM para infraestrutura demanda uma análise detalhada das publicações do Reino Unido, dos Estados Unidos e da Austrália. Essa necessidade decorre da forte convergência de seus destaques tanto em NBP quanto em artigos acadêmicos, colocando esses países em posição de destaque no emprego da metodologia BIM voltada para infraestrutura. Essas nações não apenas contribuem com um volume significativo de pesquisas em BIM, mas também demonstram um compromisso expressivo com publicações diversas que orientam a implementação efetiva da metodologia em projetos de infraestrutura rodoviária.

ESTÁGIO DE MATURIDADE BIM DAS PUBLICAÇÕES

Seguindo a análise, examinou-se o estágio de maturidade das publicações para obter uma compreensão abrangente do cenário atual, utilizando a classificação fundamentada nos estágios delineada por [1].

As publicações foram apresentadas ao longo dos anos por estágio de maturidade, tanto para o setor de infraestrutura (Figura 3) quanto para o subgrupo rodoviário (Figura 4).

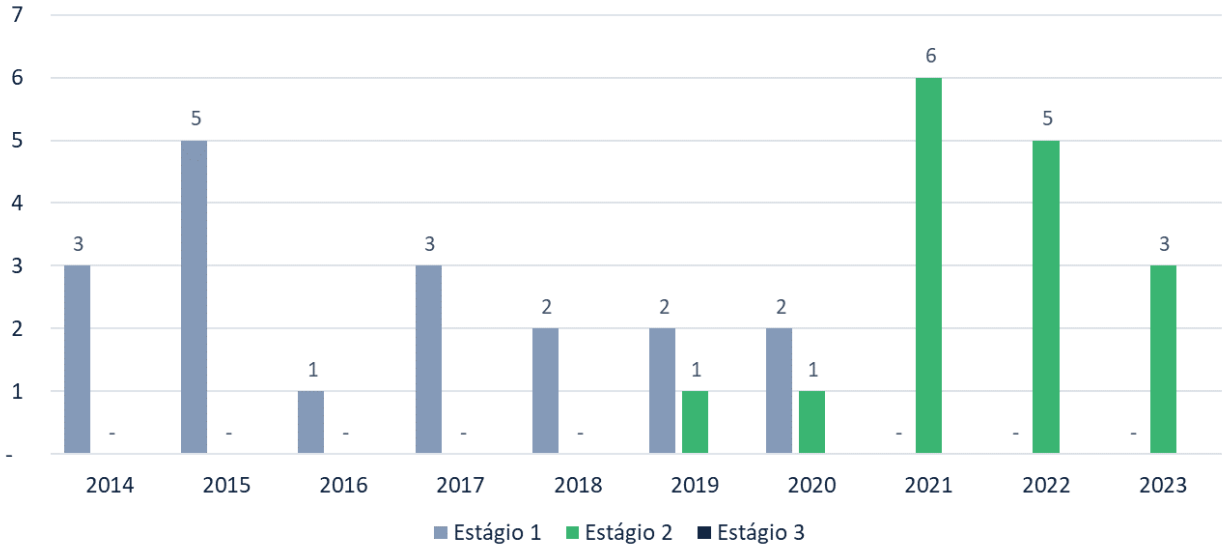
Figura 3 - Maturidade das NBP de Infraestrutura



Fonte: Autor

De maneira geral, observa-se que as publicações classificadas no estágio 1 estão em declínio, não havendo registro de publicações neste nível desde 2019. Essa diminuição pode ser atribuída à evolução do estágio de maturidade BIM, no qual as abordagens e procedimentos progridem rapidamente. Além disso, permitem uma reflexão natural, indicando que as publicações mais antigas têm uma representatividade menor da dinâmica atual para o setor.

Figura 4 - Maturidade das NBP de Infraestrutura Rodoviária



Fonte: Autor

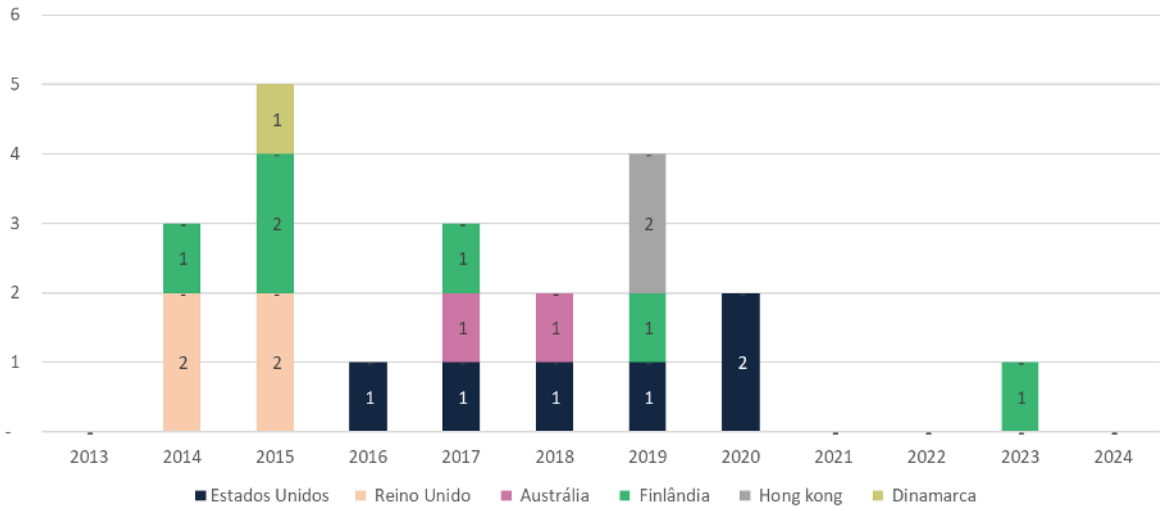
No estágio 2, verifica-se um aumento expressivo das publicações, sendo este o estágio que concentra a maior quantidade das publicações atuais (últimos 5 anos), indicando uma preocupação crescente com uma maior colaboração para o desenvolvimento de projetos setoriais. Ainda, a grande concentração de publicações nesse estágio desde 2019 sugere que essa é a maturidade atual da metodologia BIM no contexto mundial para o setor de infraestrutura rodoviária, bem como sugere 2019 como um ponto de virada na maturidade global em relação à adoção do BIM.

Surpreendentemente, no estágio 3, não foi identificada nenhuma publicação. Isso sugere que eventuais projetos ou estudos nesse estágio de maturidade ainda devem ser vistos como exceção, indicando que há amplo espaço para inovações e pesquisas direcionadas a impulsionar a infraestrutura e a infraestrutura rodoviária em direção a estágios avançados de adoção do BIM.

Em uma segunda etapa, analisou-se a evolução temporal das publicações provenientes de diversos países nos diferentes estágios de maturidade BIM para infraestrutura (Figuras 5 e 6) e para infraestrutura rodoviária (Figuras 7 e 8). Para todas estas figuras a coloração dos países de origem foi normalizada entre as figuras para facilitar a leitura e a comparação.

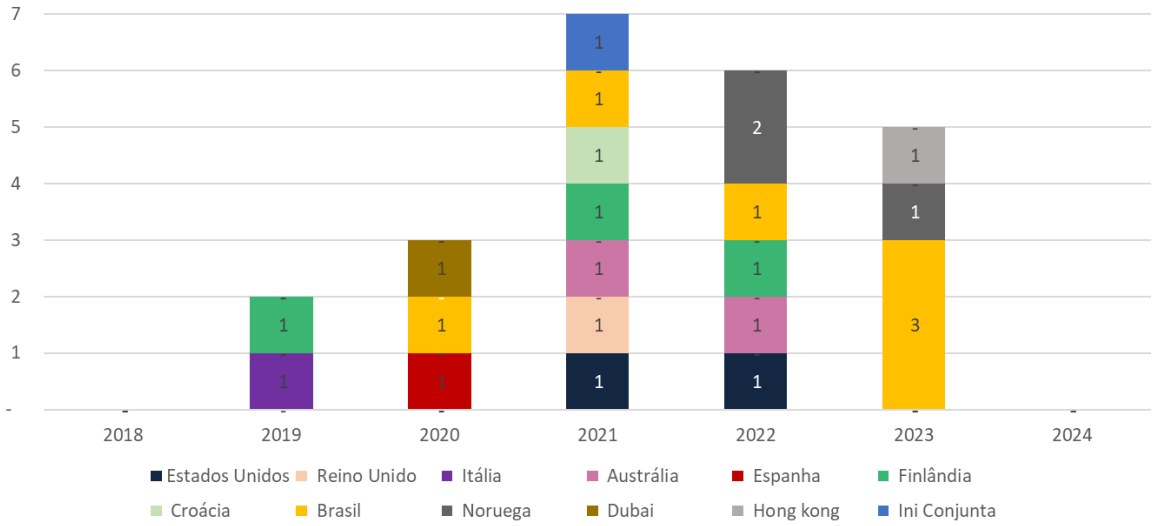
Antes de 2019, considerando ambos os setores (Infraestrutura de Transporte e o modal rodoviário), os Estados Unidos, o Reino Unido e a Finlândia eram os líderes nas publicações sobre BIM, tanto no setor de infraestrutura quanto no de rodovias. A partir de 2019, no entanto, essa liderança começou a se espalhar para outros países, incluindo Hong Kong, Brasil, Noruega, Dubai e outros (conforme apresentado nas Figuras 6 e 8).

Figura 5 - Países de Origem das NBP de Maturidade 1 para Infraestrutura



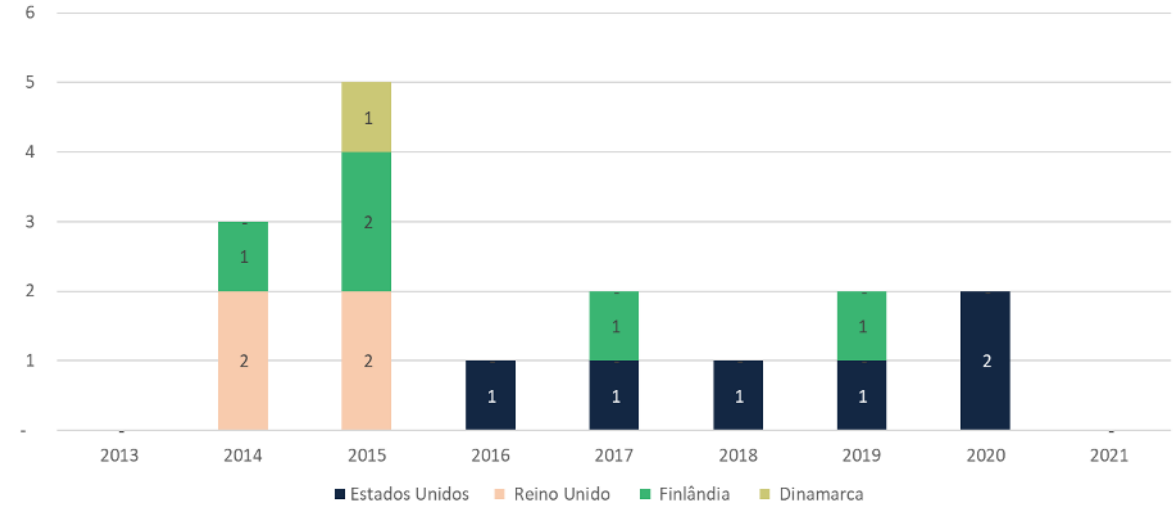
Fonte: Autor

Figura 6 - Países de Origem das NBP de Maturidade 2 para Infraestrutura



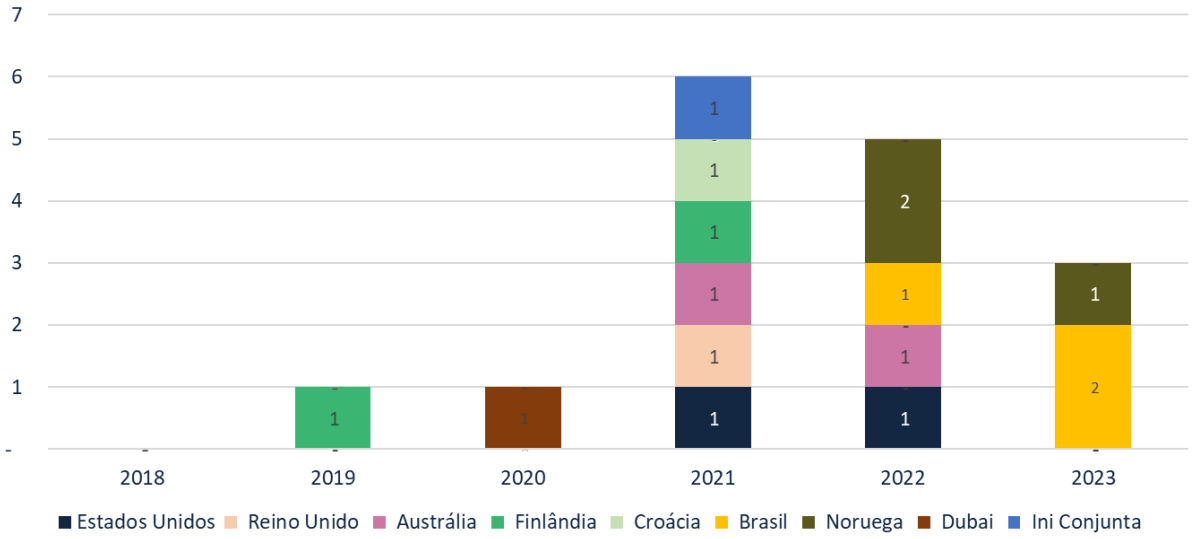
Fonte: Autor

Figura 7 – Países de Origem das NBP de Maturidade 1 para Infraestrutura Rodoviária



Fonte: Autor

Figura 8 - Países de Origem das NBP de Maturidade 2 para Infraestrutura Rodoviária



Fonte: Autor

Importante relatar que países como Austrália e Dubai concentraram todas as suas publicações do setor de infraestrutura de transporte no modal rodoviário desde o início, diferentemente do Brasil, que embora o setor rodoviário seja o principal modal da matriz de transporte nacional [15], as primeiras publicações focaram em outros modais da infraestrutura de transporte, com a primeira publicação voltada para o modal rodoviário ocorrendo em 2022.

Outro fato notável é que países como Brasil, Dubai e Croácia, que começaram a adoção do BIM mais tarde, iniciaram no estágio 2 de maturidade, indicando que os estágios não necessariamente seguem uma sequência linear de desenvolvimento. Isso sugere uma aceitação mais rápida dos benefícios do BIM nesses países. Por outro lado, nações como Finlândia e Estados Unidos continuam publicando material do estágio 1, mesmo após iniciarem a produção no estágio 2, reforçando a ideia de que a progressão pelos estágios de maturidade não é necessariamente rígida ou sequencial.

A ausência de publicações para o estágio 3 (Figuras 3 e 4), mesmo em países com quase uma década de experiência em BIM, como Reino Unido, Finlândia e Dinamarca, sugere que a comunidade global de BIM ainda tem muito a explorar para alcançar níveis mais elevados de maturidade. Isso destaca a necessidade de pesquisa contínua para alcançar esse patamar mais avançado.

Essa análise da origem das publicações no setor de infraestrutura (Figuras 3 e 4) e rodoviário (Figura 5 e 6) revelou o caráter dinâmico e evolutivo do BIM. Sendo possível realizar-se o prognóstico de possível diminuição da influência do Reino Unido, historicamente referência, como resultado de uma diminuição significativa na quantidade de publicações nos últimos anos (Figura 4 e 6).

Ainda, essa análise sugere transição para uma nova configuração no cenário do BIM para o setor. Países como a Austrália começam a emergir como potenciais referências para o modal rodoviário (Figura 6).

Este estudo destaca a predominância do estágio 2 no cenário global do BIM para infraestrutura de transporte e para o modal rodoviário. Ao mesmo tempo, identifica uma diversidade crescente de países contribuindo para essa área, sugerindo uma evolução dinâmica da metodologia. Ao considerar tanto os líderes históricos quanto os potenciais novos protagonistas, este olhar para as NBP oferece uma visão rica sobre a evolução global do BIM.

CONCLUSÕES

Este estudo apresenta um panorama do BIM para infraestrutura a nível mundial com ênfase no setor de infraestrutura rodoviária. A tabela 1 apresenta um resumo das publicações encontradas. Estas publicações são apresentadas em vários formatos, como guias, normas e protocolos. O crescimento número de publicações em comparação com estudos anteriores indica uma maior conscientização e aceitação da metodologia BIM no setor de infraestrutura.

A consistência de publicações sobre BIM para infraestrutura rodoviária, bem como a diversificação dos países de origens, indica interesse por parte das instituições acadêmicas, governamentais e outras organizações e sugere um compromisso cada vez maiores com o desenvolvimento do BIM no setor.

Ao comparar as publicações de diferentes países, verificou-se uma convergência significativa entre os principais produtores de NBP e os principais produtores de artigos acadêmicos. Estados Unidos, Reino Unido e Austrália destacam-se como líderes nesse contexto, sugerindo que suas abordagens em BIM são influentes tanto no mercado quanto na academia.

A análise dos estágios de maturidade das publicações mostrou uma redução das publicações no estágio 1, refletindo a rápida evolução das práticas BIM. A maior concentração de publicações no estágio 2, especialmente desde 2019, aponta para uma maior colaboração e adoção do BIM em nível global. A ausência de publicações no estágio 3 destaca a necessidade de mais pesquisas e inovações para alcançar este nível de maturidade.

Os resultados apresentados permitiram definir que o panorama mundial para o BIM no setor de infraestrutura se encontra no Estágio 2 de maturidade, além de permitir identificar países expoentes nas publicações acadêmicas e NBP. Estes resultados representam uma análise parcial da pesquisa para constituição de um panorama global sobre as Notáveis Publicações de BIM (NBP) em infraestrutura rodoviária. A próxima fase da pesquisa será realizar a análise qualitativa detalhada das publicações selecionadas. Essa abordagem permitirá explorar o conteúdo em profundidade,

examinando aspectos como metodologias utilizadas, inovações introduzidas e a aderência às diretrizes internacionais. Com isso, espera-se obter uma compreensão mais ampla da aplicação e do impacto do BIM no contexto da infraestrutura rodoviária.

REFERÊNCIAS

[1] SUCCAR, B. **Building Information Modelling Maturity Matrix**. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. IGI, p.65-103, 2010.

[2] ZHENG, L.; LU, W.; CHEN, K.; CHAU, K. W.; NIU, Y. **Benefit sharing for BIM implementation**: Tackling the moral hazard dilemma in inter-firm cooperation. International Journal of Project Management, v. 35, n. 3, p. 393–405, abr. 2017. ISSN 02637863. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786317300571. Acesso em: 13/10/2023.

[3] CEPA, J. J.; PAVÔN, R. M.; ALBERTI, M. G.; CICCONE, A.; ASPRONE, D. **A review on the implementation of the BIM methodology in the operation maintenance and transport infrastructure**. Applied Sciences, v. 13, n. 5, p. 3176, jan. 2023. ISSN 2076- 3417. Number: 5 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/13/5/3176. Acesso em: 21/09/2023.

[4] KASSEM, M.; SUCCAR, B.; DAWOOD, N. **Building Information Modeling: Analyzing Noteworthy Publications of Eight Countries Using a Knowledge Content Taxonomy**. p. 329–371, jun. 2015. Publisher: American Society of Civil Engineers. Disponível em: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784413982.ch13.Acesso em: 03/11/2023.,

[5] MDIC. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Estratégia Nacional de Disseminação do BIM** – ESTRATÉGIA BIM BR. 2018. Disponível em: <http://mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estratgia_BIM_BR-6.pdf> Acesso em: 09 jul. 2023.

[6] BRASIL. **Decreto nº 10.306**, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 abr. 2020, Seção 1, p. 5.

[7] STRIEDER, H. L.; SCHREINERT, G. G. **Metodologia BIM em obras de infraestrutura: Uma revisão sistemática**. 2022. SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. In: Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. [S.l.: s.n.], 2010. p. 65–103. Journal Abbreviation: Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies.

[8] CHENG, J.C.P.; LU, Q. **A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide**. J. Inf. Technol. Constr. 2015, 20, 442–478.

[9] NIELSEN, O. A.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C. **Estudo da expansão de pesquisas em BIM a partir de palavras-chave: uma análise bibliométrica**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção,

V. 4 (2023): Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, out. 2023.

[10] NASCIMENTO, C. R. S. d. M. S.; SANTOS, G. J. R. d.; ALMEIDA-FILHO, A. T. d.; PALHA, R. P. **BIM para infraestruturas rodoviárias: uma revisão sistemática**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, v. 4, p. 1–9, out. 2023. ISSN 2764-0353. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/2408. Acesso em: 29/10/2023.

[11] CORRÊA, S. L. M.; SIVIERO, L. F.; FREITAS, R. D. O.; CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. **BIM para infraestrutura de transportes**. In: . Campinas, Brasil: [s.n.], 2019. p. 1–8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/189. Acesso em: 22/08/2023.

[12] HAN, C.; TANG, F.; MA, T.; GU, L.; TONG, Z. **Construction quality evaluation of asphalt pavement based on BIM and GIS**. Automation in Construction, v. 141, p. 104398, set. 2022. ISSN 09265805. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/ S0926580522002710. Acesso em: 21/09/2023.

[13] SALZANO, A.; INTIGNANO, M.; MOTTOLA, C.; BIANCARDO, S. A.; NICOLELLA, M.; DELL'ACQUA, G. **Systematic literature review of open infrastructure BIM**. Buildings, v. 13, n. 7, p. 1593, jul. 2023. ISSN 2075-5309. Number: 7 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: https://www.mdpi.com/2075-5309/13/7/1593. Acesso em: 21/09/2023.

[14] VIGNALI, V.; ACERRA, E. M.; LANTIERI, C.; VINCENZO, F. D.; PIACENTINI, G.; PANCALDI, S. **Building information Modelling (BIM) application for an existing road infrastructure**. Automation in Construction, v. 128, p. 103752, ago. 2021. ISSN 09265805. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092658052100203X. Acesso em: 21/09/2023.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIA DE BASE. **Livro Azul da Infraestrutura**. 2022.