XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8858

Análise da Maturidade BIM em Concessionárias de Infraestrutura Rodoviária Federal: Diagnóstico do Setor no Brasil

Analysis of BIM Maturity in Federal Highway Infrastructure Concessionaires: Diagnosis of the Sector in Brazil

Caroline Kehl
Motiva Rodovias | Jundiaí | Brasil | caroline.kehl@motiva.com.br
Carlos Eduardo Capanema
Motiva Rodovias | Jundiaí | Brasil | carlos.capanema@motiva.com.br
Camila Fernanda Gonçalves
Motiva Rodovias | Jundiaí | Brasil | camila.goncalves@motiva.com.br
Sâmara Machado Cabral Melo
Motiva Rodovias | Jundiaí | Brasil | samara.melo@motiva.com.br

Resumo

Este artigo apresenta um diagnóstico da maturidade BIM nas concessionárias de rodovias reguladas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). A pesquisa, fundamentada nos direcionadores de adoção de BIM para infraestrutura de Belay *et al.* (2021), avaliou 18 concessionárias por meio de um instrumento de coleta estruturado em quatro campos: Processos, Tecnologias, Políticas e Pessoas. Os resultados indicam uma média geral de maturidade de 1,63 em uma escala de 0 a 4, evidenciando um estágio inicial de implementação. Observou-se que as concessionárias com obrigações contratuais de BIM apresentam desempenho superior (1,89) e que a maturidade é significativamente maior na fase de projeto em comparação às fases de obra e operação. O estudo contribui para a formulação de políticas públicas voltadas à digitalização da infraestrutura de transportes.

Palavras-chave: Maturidade. Infraestrutura. Concessionárias. ANTT. Rodovias.

Abstract

This article presents a diagnosis of BIM maturity on highways regulated by the National Land Transport Agency (ANTT). The research, based on the drivers of BIM adoption for infrastructure by Belay et al. (2021), evaluated 18 concessionaires using a data collection instrument structured in four fields: Processes, Technologies, Policies, and People. The results indicate an overall maturity average of 1.63 on a scale of 0 to 4, evidencing an initial stage of implementation. It should be noted that transactions with contractual BIM obligations show superior performance (1.89) and that maturity is significantly greater in the design phase compared to the construction and operation phases. The study contributes to the formulation of public policies aimed at the digitalization of transport infrastructure.

Keywords: Palavras-chave: Maturity. Infrastructure. Concessionaires. ANTT. Roads.

Como citar:
KEHL, C., CAPANEMA, C.E., GONÇALVES, C.F., CABRAL MELO, S.M. Análise da Maturidade BIM em Concessionárias de Infraestrutura Rodoviária Federal: Diagnóstico do Setor no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8858

INTRODUÇÃO

A adoção do *Building Information Modeling* (BIM) no setor de infraestrutura rodoviária é um processo complexo que envolve a superação de barreiras organizacionais, tecnológicas e regulatórias. No contexto brasileiro, o Governo Federal tem impulsionado a digitalização da construção civil por meio de estratégias nacionais, visando maior eficiência e transparência na gestão de seus ativos. No entanto, a efetividade dessa transição depende do nível de maturidade dos *stakeholders* envolvidos.

Este estudo foca nas concessionárias de rodovias federais brasileiras, atores fundamentais no ciclo de vida dos ativos desse setor. A lacuna de pesquisa identificada reside na necessidade de um diagnóstico que mapeie as competências atuais dessas empresas frente às exigências da ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). O objetivo deste trabalho é avaliar o nível de maturidade BIM dessas organizações, identificando os principais gargalos que impedem a consolidação do BIM em todas as fases do ativo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

BIM tornou-se uma tecnologia transformadora no setor de infraestrutura rodoviária, mas sua maturidade nesse setor está aquém da observada em projetos de edificações. A literatura revela que, embora a adoção do BIM esteja aumentando globalmente, especialmente em países desenvolvidos, o setor rodoviário enfrenta desafios únicos, tais como padronização, integração com Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e barreiras organizacionais [1] [2] [3] [4] [5]. A maioria dos projetos de infraestrutura rodoviária ainda se encontra em níveis de maturidade BIM iniciais a intermediários, sendo que a integração total raramente é alcançada [3] [4] [6] [7].

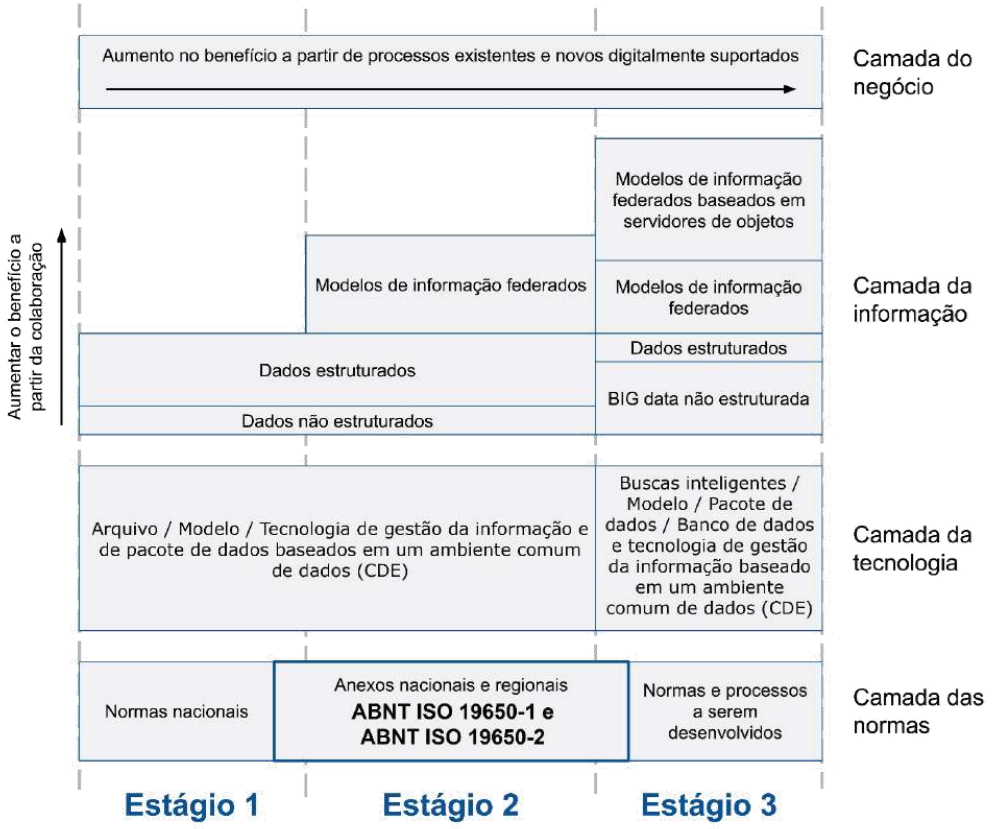
Estudos de caso da China, Indonésia, Reino Unido e Austrália destacam tanto o progresso quanto os obstáculos persistentes, como a falta de padrões unificados, treinamento insuficiente e mandatos governamentais limitados fora de regiões que lideram a adoção do BIM [2] [3] [4] [7]. Aplicações inovadoras que combinam o BIM com Internet das Coisas (IoT) e GIS estão surgindo, mas a maturidade generalizada continua sendo difícil de alcançar [1] [2]. De modo geral, embora haja avanços promissores e iniciativas políticas em alguns países, o setor rodoviário como um todo ainda está em transição da modelagem básica para práticas mais colaborativas e integradas.

A maturidade BIM refere-se à qualidade e repetibilidade das capacidades BIM dentro de organizações ou setores. Estruturas comuns incluem modelos multiníveis [7] [8] [9] [10], como também a da NBR ISO 19650 (Figura 1) [6]:

- Estágio 0 (Baixa colaboração): Representa a ausência de integração colaborativa. O processo utiliza apenas ferramentas CAD 2D para fins de manufatura, sendo a distribuição dos dados feita por meio de cópias físicas ou eletrônicas;

- Estágio 1 (Colaboração parcial): Define uma colaboração parcial em que coexistem modelos 3D conceituais independentes e desenhos 2D tradicionais. Estes últimos são empregados especificamente para a produção de informações técnicas e processos de aprovação legal;
- Estágio 2 (Colaboração completa): Caracteriza-se pela cooperação total entre as partes, fundamentada em processos de interoperabilidade (OpenBIM). O foco reside na articulação técnica entre múltiplos softwares e na gestão compartilhada das informações entre todos os participantes;
- Estágio 3 (Integração completa): Otimização da troca de informações via padrões de interoperabilidade, acompanhada da reestruturação das bases contratuais e do estabelecimento de um ecossistema colaborativo entre as partes.

Figura 1: Perspectiva dos estágios de maturidade da gestão da informação analógica e digital segundo a NBR ISO 19650



Fonte: ABNT, 2025 [6].

A maioria dos projetos rodoviários em todo o mundo permanece no Estágio 1 ou no início do Estágio 2 de maturidade [3] [7] [12]. Existem casos avançados em que mandatos governamentais ou projetos emblemáticos impulsionam uma adoção maior (por exemplo, o BIM Mandate do Reino Unido e projetos de rodovias expressas da China) [2] [7]. Os países em desenvolvimento, por sua vez, frequentemente relatam um baixo nível de conscientização ou de implementação além da modelagem básica [3] [13].

As barreiras para adoção do BIM e o alcance de níveis mais elevados de maturidade envolvem a falta de processos padronizados para a troca de informações e o treinamento insuficiente ou conhecimento limitado entre os profissionais da área. Além disso, a evolução do setor é dificultada pela existência de ecossistemas de software fragmentados e por uma demanda limitada por parte dos clientes ou baixa pressão regulatória. Por fim, a resistência organizacional à mudança completa o quadro de obstáculos que impedem o avanço tecnológico e metodológico no segmento [2] [3] [4] [14] [15].

Os avanços recentes de adoção de tecnologia no setor de infraestrutura abrangem a integração de dados LiDAR em modelos BIM compatíveis com IFC para rodovias, além da utilização de plataformas que combinam IoT e GIS para o gerenciamento em tempo real de projetos rodoviários complexos. Somam-se a isso as iniciativas de transformação digital impulsionadas por políticas públicas, como os mandatos do Ministério dos Transportes da China, embora, apesar de tais progressos, essas inovações ainda não sejam consideradas práticas padrão em todo o setor [1] [2].

Em suma, embora o BIM tenha se tornado uma prioridade estratégica para o desenvolvimento de infraestrutura em todo o mundo, especialmente onde existem exigências governamentais, o nível real de maturidade permanece modesto para a maioria dos projetos rodoviários [2] [7]. A integração digital completa (Estágio 3) é rara devido a barreiras técnicas e organizacionais persistentes, como a falta de padronização e a formação insuficiente de profissional qualificado [1] [2] [3]. Mesmo onde a infraestrutura de TI é adequada, a resistência cultural e os fluxos de trabalho fragmentados retardam o progresso em direção a níveis mais altos de maturidade [4] [14].

Estudos de caso inovadores demonstram benefícios potenciais, maior eficiência, gestão da segurança por meio da integração de IoT/BIM, mas estes continuam sendo exceções, e não a regra [1] [2]. Intervenções políticas têm se mostrado impulsionadoras eficazes. No entanto, sem investimento sustentado em treinamento e processos padronizados entre todas as partes interessadas, a maturidade em todo o setor permanecerá limitada [5] [12].

METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e exploratória. O delineamento metodológico seguiu as etapas de coleta de informações e análise/documentação dos dados.

O instrumento de coleta foi construído com base em [15], que define cinco constructos-chave para o BIM em infraestrutura: Organização, Aplicação, Ambiente, Gestão da Informação e Projeto. Esses constructos foram adaptados para os "Campos

do BIM" estabelecidos no Plano de Trabalho do RDT (Recurso para Desenvolvimento Tecnológico)[1]:

- Processos: atividades, fluxos e controle de qualidade;
- Tecnologias: softwares, hardwares e interoperabilidade;
- Políticas: normativas, requisitos contratuais e objetivos estratégicos;
- Pessoas: capacitação, liderança e distribuição de papéis.

O questionário consistiu em 24 afirmações (Tabela 1) avaliadas por meio de uma escala Likert de quatro pontos, variando de "Discordo Fortemente" (Nota 1) a "Concordo Fortemente" (Nota 4), além da opção "Sem condição de opinar" (Nota 0). A avaliação é baseada nos estágios da NBR ISO 19650 (ABNT, 2025).

O foco da Pesquisa de Maturidade BIM na ANTT é atingir o Estágio 2 de maturidade, também identificado com “BIM de acordo com a série ABNT NBR ISO 19650”. Esse estágio se refere às práticas de trabalho colaborativo em que as partes geram seus modelos de informação federado através da combinação de processos de informação manuais e automatizados, que inclui todos os contêiners de informação relacionadas a um empreendimento. Esse estágio é caracterizado por modelos federados e colaborativos, compostos por dados geométricos e não gráficos, preparados por diferentes partes ao longo do ciclo de vida do ativo, sempre dentro de um ambiente comum de dados. Além disso, com a utilização de padrões proprietários e intercâmbio estruturado de informações, os participantes do projeto são capazes de entregar resultados consistentes e validados, com alto nível de rastreabilidade e reutilização digital.

Os dados foram consolidados em um painel interativo de *Business Intelligence* (Power BI) para facilitar a análise comparativa entre as fases do ciclo de vida (Projeto, Obra e Operação/Manutenção) e entre os grupos com e sem obrigatoriedade contratual relacionada ao BIM. A meta de maturidade desejada foi fixada na Nota 3 (equivalente a "Concordo").

[1] Plano de Trabalho disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/recursos-para-desenvolvimento-tecnologico-rdt/projetos-rdt/ccr-rio-sp/em-andamento/estruturacao-de-implantacao-da-metodologia-bim-na-antt/view

Tabela 1: Afirmações por Campo BIM

Campos do BIM	Afirmação
Processos	A Concessionária conta com uma estrutura organizacional que facilita o ambiente colaborativo.
	A Concessionária possui um Ambiente Comum de Dados estruturado para gestão da informação em BIM.
	A Concessionária possui processos robustos de controle de qualidade de BIM.
	A Concessionária possui especificações BIM detalhadas e eficazes.
	A Concessionária possui processos para garantir uma comunicação regular entre todos os envolvidos em cada fase do ciclo de vida do ativo.
	A Concessionária já submeteu projetos com base em BIM para o Poder Concedente.
	A Concessionária possui controle de Matriz de Risco associado ao BIM e aplica com eficiência.
Tecnologia	A Concessionária possui software adequado para trabalho em BIM.
	A Concessionária possui quantidade suficiente de software para todos os colaboradores para o trabalho em BIM.
	A Concessionária possui hardware adequados para utilização de software BIM.
	A Concessionária possui quantidade suficiente de hardware para todos os colaboradores para o trabalho em BIM.
	A Concessionária possui estrutura de dados para interoperabilidade sem perda de informação durante o ciclo de vida do ativo construído.
	A Concessionária possui uma plataforma GIS para unificar dados do ciclo de vida do ativo construído sobreposto aos modelos BIM.
Políticas	A Concessionária conta com verba destinada para adoção de BIM: software, hardware e peopleware.
	A Concessionária possui claros objetivos para a adoção e implementação de BIM.
	A Concessionária possui uma visão clara sobre o BIM.
	A Concessionária possui facilidade em atender aos requisitos legais em BIM.
	A Concessionária possui processos claros e bem definidos para desenvolver os trabalhos com base em BIM.
	A Concessionária possui documentos específicos de contratação em BIM.
Pessoas	As lideranças da Concessionária entendem e fomentam a utilização de BIM de maneira Top Down.
	A Concessionária possui uma área de especialistas dedicada a implantação de BIM.
	A Concessionária possui um programa de capacitação BIM de seus colaboradores.
	A Concessionária possui capacidade técnica para adotar BIM em todo o ciclo de vida do ativo construído.
	A Concessionária conta com uma consultoria externa ou interna eficiente e ativa.

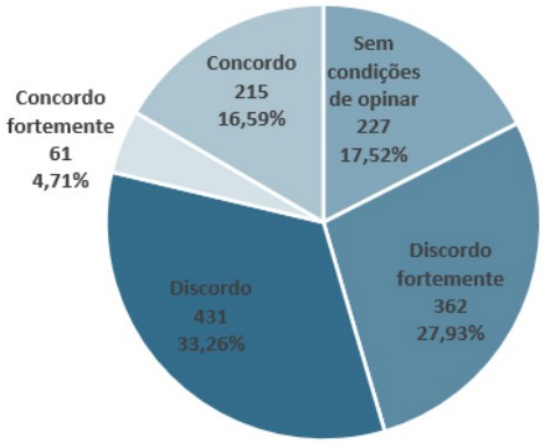
Fonte: os autores com base em [15].

RESULTADOS

A pesquisa obteve a adesão de 18 das 23 concessionárias convidadas, o que representa uma taxa de resposta de 78,3%. A amostra caracteriza-se por uma divisão equitativa entre empresas que possuem obrigações contratuais explícitas para o desenvolvimento de ativos em BIM (grupo “BIM” – 9 dos 18 respondentes) e aquelas que ainda não possuem tal exigência. Essa paridade permitiu uma análise comparativa robusta sobre o papel da regulação como catalisador de maturidade tecnológica.

O índice médio de maturidade global foi de 1,63 em uma escala de 0 a 4 (Gráfico 1). Esse valor indica que o setor se encontra em um estágio de transição entre o "conhecimento" e a "definição" de processos, mas ainda distante da meta de 3 (nível de concordância efetiva). A categoria com maior recorrência foi "Discordo" (33,2% das ocorrências), seguida por "Discordo Fortemente" (27,9%). Percebeu-se que 17,5% dos respondentes assinalaram "Sem condição de opinar", evidenciando um desconhecimento técnico latente em áreas específicas, especialmente nas fases de operação e manutenção.

Gráfico 1: Distribuição de Frequência das Respostas



Fonte: os autores.

A decomposição dos resultados pelos quatro campos fundamentais revela que o fator humano é o principal pilar de sustentação do BIM no setor (Tabela 2).

- Pessoas (1,75): Obteve a maior média, impulsionada por itens como "Estrutura organizacional colaborativa" (2,41) e "Existência de especialistas dedicados" (1,93). Isso sugere que as concessionárias priorizaram a contratação de profissionais e a capacitação em detrimento da infraestrutura sistêmica.
- Tecnologias (1,52): Apresentou o desempenho mais frágil. Embora as empresas possuam softwares adequados para projeto (2,41 no Grupo BIM), a média cai drasticamente quando avaliada a "Interoperabilidade sem perda de informação" (1,13) e o uso de "Plataformas GIS integradas" (1,28).

- Políticas (1,58): Reflete a carência de documentos normativos e diretrizes de contratação claras, com média de 1,72 no item sobre documentos de contratação.

Tabela 2: Comparativo de Médias por Campo BIM

Campo	Média Geral (Todas)	Média Grupo BIM (Com obrigação)	Meta Desejada
Processos	1,68	1,89	3,0
Políticas	1,58	1,85	3,0
Tecnologias	1,52	1,87	3,0
Pessoas	1,75	1,94	3,0

Fonte: os autores.

Um achado crítico da pesquisa é a fragmentação do uso do BIM ao longo do ciclo de vida do ativo. Em todos os campos analisados, a fase de Projeto apresenta médias significativamente superiores às de Obra e Operação.

Por exemplo, no campo de Processos, a fase de Projeto atinge 2,43 (para o Grupo BIM), enquanto a Operação e Manutenção recua para 1,59. Isso indica que o BIM está sendo utilizado como ferramenta de modelagem geométrica e compatibilização, mas o fluxo de informação não resiste à entrega da obra para a operação.

A ordenação das médias por afirmação permite identificar as competências consolidadas e os gargalos da organização, evidenciando como pontos fortes a estrutura organizacional colaborativa, que apresenta a maior média (2,41), seguida pela existência de um Ambiente Comum de Dados (CDE) com 1,98 e pelos programas de capacitação interna com 1,96. Em contrapartida, os pontos críticos que demandam atenção imediata concentram-se na dificuldade em atender requisitos legais de obra e manutenção, que registrou a pontuação mínima (1,00), além de desafios significativos na interoperabilidade de dados e no controle da matriz de risco associado ao BIM, ambos com média de 1,13.

A baixa pontuação na gestão de riscos e interoperabilidade sugere que, embora o setor esteja "treinando" suas pessoas, ele ainda não confia na metodologia para processos críticos de tomada de decisão financeira e jurídica. A ausência de uma "visão clara sobre o BIM" (média 1,72) por parte das lideranças reforça a necessidade de uma mudança cultural que transcenda a camada técnica.

DISCUSSÃO

A análise dos dados revela um cenário de transição tecnológica nas concessionárias de rodovias federais brasileiras. Embora o tema esteja em pauta, a maturidade global de 1,63 posiciona o setor majoritariamente no Estágio 1 da escala de maturidade (baseada em modelagem de objetos), com ensaios iniciais de colaboração. Esse índice reflete uma realidade global descrita na literatura, em que o setor rodoviário ainda

tem dificuldade de progredir de estágios iniciais para intermediários quando comparado ao setor de edificações.

Um achado central deste estudo é que o campo Pessoas (1,75) apresenta o melhor desempenho, sugerindo que as concessionárias têm investido na formação de especialistas e em estruturas colaborativas antes mesmo de consolidarem sua infraestrutura de TI. Entretanto esse investimento em capital humano encontra um teto no campo Tecnologias (1,52). A discrepância entre ter softwares de projeto e a baixa pontuação em interoperabilidade (1,13) e integração GIS (1,28) confirma as barreiras apontadas por [1] e [2] sobre ecossistemas de software fragmentados. Sem uma troca de dados fluida, o conhecimento das pessoas acaba isolado em "ilhas tecnológicas", impedindo a progressão para os Estágios 2 ou 3 de maturidade.

Os resultados corroboram a premissa de que intervenções políticas são motores eficazes de transformação. O Grupo BIM (com obrigatoriedade) apresentou uma média superior (1,89) em relação ao grupo sem obrigações. Isso demonstra que as exigências contratuais da ANTT funcionam como um catalisador, forçando as empresas a estruturarem seus processos e políticas de forma mais acelerada. No entanto, mesmo no grupo com obrigatoriedade, a média ainda está distante da meta desejada de 3,0, indicando que a regulação da ANTT sozinha, sem um suporte contínuo em processos padronizados, tem alcance limitado.

A pesquisa evidencia uma queda drástica na maturidade ao longo do ciclo de vida do ativo, indicando que o BIM no contexto das concessões brasileiras parece estar confinado à fase de projeto. Enquanto as médias superiores nessa etapa inicial indicam um uso mais consolidado voltado para a modelagem geométrica, observa-se um recuo acentuado nos índices durante as fases de obra e operação. Esse cenário, somado ao alto volume de 17,5% de respostas "Sem condição de opinar" nas etapas posteriores, revela uma clara ruptura no fluxo de informações que impede a continuidade da gestão digital do ativo. Essa desconexão sugere que o BIM está sendo tratado como um produto de entrega (modelo) e não como um processo de gestão de ativos. A pontuação mínima (1,00) em requisitos legais de obra e manutenção é o sinal mais claro de que os benefícios da digitalização ainda não alcançaram a gestão da infraestrutura em operação.

Por fim, a baixa pontuação na matriz de risco associada ao BIM (1,13) e a falta de uma visão clara das lideranças (1,72) indicam uma barreira cultural profunda. Como observado por [4], a resistência organizacional e fluxos fragmentados retardam o progresso. Enquanto as lideranças não enxergarem o BIM como uma ferramenta estratégica para a tomada de decisão financeira e jurídica (e não apenas um "desenho em 3D"), a maturidade do setor permanecerá estagnada em níveis básicos.

CONCLUSÃO

A pesquisa demonstra que o setor de concessões rodoviárias federais se encontra em um estágio inicial de maturidade BIM. As principais contribuições deste estudo são as seguintes:

1. A comprovação de que o fator humano (Pessoas) é o atual motor da adoção no setor.
2. A identificação de um "deserto digital" nas fases de obra e operação, onde os benefícios do BIM ainda não são plenamente colhidos.
3. A evidência do impacto positivo das cláusulas contratuais da ANTT na elevação dos índices de maturidade.

Como limitações, destaca-se o caráter perceptivo da pesquisa (baseada em autoavaliação). Recomenda-se que trabalhos futuros utilizem auditorias de modelos para validar as respostas. Para a gestão pública, sugere-se o fortalecimento de diretrizes de interoperabilidade e a inclusão progressiva de requisitos de BIM para gestão de ativos nos novos editais de concessão.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado no âmbito de Recurso para Desenvolvimento Tecnológico da concessionária CCR RioSP junto à ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres).

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] SOILÁN, M. et al. 3D Point Cloud to BIM: Semi-Automated Framework to Define IFC Alignment Entities from MLS-Acquired LiDAR Data of Highway Roads. **Remote Sensing**, [s. l.], v. 12, n. 14, 2301, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/rs12142301.

[2] ZHOU, D. et al. Innovative BIM technology application in the construction management of highway. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 14, 2024. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-66232-5.

[3] ROY, A.; FIRDAUS, A. Building Information Modelling in Indonesia: Knowledge, Implementation and Barriers. **Journal of Construction in Developing Countries**, [s. l.], v. 25, n. 2, 2020. DOI: https://doi.org/10.21315/jcdc2020.25.2.8.

[4] BORKOWSKI, A. Evolution of BIM: epistemology, genesis and division into periods. **Journal of Information Technology in Construction**, [s. l.], v. 28, p. 646-661, 2023. DOI: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.034.

[5] QIN, X. et al. Using a Tam-Toe Model to Explore Factors of Building Information Modelling (BIM) Adoption in the Construction Industry. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 26, p. 259-277, 2020. DOI: https://doi.org/10.3846/jcem.2020.12176.

[6] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

[7] PRABHAKARAN, A. et al. An investigation into macro BIM maturity and its impacts: a comparison of Qatar and the United Kingdom. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 17, p. 496-515, 2021. DOI: https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1923454.

[8] SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 57, p. 64-79, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018.

[9] SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 8, p. 120-142, 2012. DOI: https://doi.org/10.1080/17452007.2012.659506.

[10] RAZA, M. et al. Potential features of building information modeling (BIM) for application of project management knowledge areas in the construction industry. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19697.

[11] YILMAZ, G.; AKCAMETE, A.; DEMIRÖRS, O. A reference model for BIM capability assessments. **Automation in Construction**, [s. l.], 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.022.

[12] HOSSEINI, M. et al. BIM adoption within Australian small and medium-sized enterprises (SMEs): an innovation diffusion model. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 71-86, 2016. DOI: https://doi.org/10.5130/ajceb.v16i3.5159.

[13] OTHMAN, I. et al. The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. **Ain Shams Engineering Journal**, [s. l.], 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.007.

[14] SIEBELINK, S. et al. Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. **Frontiers of Engineering Management**, [s. l.], p. 1-22, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2.

[15] BELAY, S. et al. Key BIM Adoption Drivers to Improve Performance of Infrastructure Projects in the Ethiopian Construction Sector: A Structural Equation Modeling Approach. **Advances in Civil Engineering**, [s. l.], v. 2021, 2021. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/7473176