

# Revisão bibliográfica: Uso do BIM em projetos de infraestruturas de transportes

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.25>

**Isabela Ferreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Universidade de Brasília, Brasília/DF*

## Resumo

A mobilidade de transporte é um parâmetro socioeconômico vital para o desenvolvimento humano, proporcionando segurança e bem-estar aos seus usuários. O crescente aumento da população urbana mundial elucida a necessidade de avanço tecnológico em técnicas de gestão mais sustentáveis. A adoção da plataforma Building Information Modelling (BIM) em infraestrutura de transporte é potencialmente atrativa para a gestão da informação de projetos públicos e privados. O artigo apresenta os resultados da pesquisa exploratória e levantamento das publicações científicas numa análise amostral de periódicos relacionados ao uso de BIM em projetos de infraestrutura de transportes. Do total de vinte e oito publicações, revisou-se cinco artigos amostrais especificamente correlacionados à infraestrutura de transporte, visando contribuir com a base científica atual e o avanço setorial. Os resultados obtidos apontam o crescente aumento do uso da plataforma BIM em projetos de infraestrutura de transporte. Também revela a iminente necessidade do estabelecimento de um padrão neutro de compartilhamento de informações e promoção da interoperabilidade de dados, englobando não apenas componentes tecnológicos, mas também a gestão dos processos e o fortalecimento dos profissionais envolvidos. Ademais, aponta a tendência de colaboração contínua entre as instituições acadêmicas e as indústrias para mitigar desafios, preencher lacunas e dirimir restrições construtivas.

## 1. Introdução

A definição do termo infraestrutura apresentada pelo dicionário Oxford consiste em *“estruturas físicas e organizacionais básicas, instalações necessárias à operação de uma sociedade ou organização empresarial”*. Entre os ativos do amplo segmento de infraestrutura encontra-se a Infraestrutura de Transportes, o qual inclui: estradas, ferrovias, pontes, túneis e centros de distribuição de massas, como por exemplo: aeroportos, portos e docas.

No âmbito dos aspectos relacionados ao desenvolvimento social e econômico de uma nação, a infraestrutura da mobilidade de transporte constitui um importante parâmetro indicativo de eficácia do movimento de insumos e pessoas. A revisão literária aponta que quanto mais ágil e eficiente for a infraestrutura implantada de apoio à atividade humana, maior a segurança e bem-estar propiciado aos seus usuários.

A crescente taxa mundial de adensamento populacional urbano, associada ao evolutivo envelhecimento dos elementos construtivos relacionados à infraestrutura de transporte, evidencia a constante necessidade de implementação de inovações tecnológicas na indústria da construção, aliadas às técnicas de gestão mais eficientes ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento – inceptção, concepção, modelagem de projetos, construção, uso e manutenção, retrofit ou demolição.

Neste sentido, entende-se que a plataforma Building Information Modelling (BIM) constitui *“uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações”* [1], além de *“uma forma colaborativa de trabalhar com base em tecnologias digitais, que permitem métodos mais eficientes de projetar, fornecer e manter ativos físicos construídos durante todo o seu ciclo de vida.”* [2]. Constitui também *“o método de trabalho digital para a indústria da construção, criando benefícios adicionais, pessoas, processos e ferramentas interagem durante todo o ciclo de vida da construção. Assim, um projeto de construção ganha em transparência, qualidade, custo certo e certeza do tempo.”* [3]. Já o disposto na legislação brasileira intitulada Decreto Federal Nº 9.377, a qual institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, entende-se a designação de BIM como *“o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção.”* [4].

Importante esclarecimento sobre o uso do BIM na construção é que este não se resume apenas à modelagem tridimensional de projetos (3D), mas sim, constitui o amplo ambiente virtual que propicia o processo de gestão da informação, sendo o modelo 3D apenas uma maneira de representação da informação. Desta forma, a gestão centralizada e colaborativa da informação proporcionada pela plataforma BIM ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento – desde a sua criação, compartilhamento e gerenciamento de dados – promove uma nova mudança de paradigma

para o setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) por meio da disponibilidade de captura e acesso à todas as informações relacionadas às diferentes disciplinas de projeto e etapas de construção, afim de serem utilizadas nas fases de Operação e Manutenção (O & M), Retrofit ou Demolição [5].

Ao longo das últimas décadas, o BIM vem sendo evolutivamente adotado pela Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC), contudo a sua aplicação na infraestrutura de transporte tem acontecido de forma mais lenta e gradual [6]. Num esforço conjunto para a adoção do BIM, cada vez mais a indústria e academia se aliam no enfrentamento dos desafios setoriais. Contudo, de uma maneira geral, a revisão literária focada em BIM aponta para outras áreas correlatas, não especificamente voltadas para infraestrutura de transportes, tais como: edificações, gerenciais, colaboração, aplicação e gerenciamento de dados; aliada à perspectiva construtiva e pesquisa global BIM [7]. Desta forma, este artigo visa contribuir com a atual base de pesquisa acadêmica sobre o uso do BIM em projetos de infraestrutura, especificamente voltados para a área de transporte e suas aplicações em prol do avanço setorial. Fornece o resultado da pesquisa exploratória de levantamento de publicações científicas mais relevantes e a análise amostral de artigos de periódicos científicos.

## 2. Building Information Modelling (BIM) em projetos de infraestrutura

Inicialmente, antes da empregabilidade do termo “BIM” no setor construtivo, a produção de informações paramétricas computacionais voltavam-se para o desenvolvimento de projetos de modelos de produtos e representação eletrônica de edifícios. Posteriormente, a troca de dados e a colaboração de projetos foi amparada pela tecnologia Computer Aided Design (CAD), ou seja, Desenho Assistido por Computador.

Atualmente, no âmbito da modelagem de projetos, a plataforma BIM abrange o modelo tridimensional (3D) evoluído da tecnologia CAD, e acrescenta o armazenamento da expansão de todas as suas informações e propriedades, tais como: desenhos e plantas de projetos, dados de produtos, simulações, cronogramas, prazos, sequenciamento de operações, entre outras dimensões [8].

No contexto da infraestrutura de transporte, antes da adoção do BIM para esta área, ferramentas e métodos computacionais foram desenvolvidos para auxiliar a entrega de projetos digitais. A empregabilidade da definição de BIM nesta área remonta ao desenvolvimento de um sistema eletrônico para microcomputador, destinado ao gerenciamento de pontes. Anteriormente, o fluxo de trabalho baseava-se na prática da modelagem de projetos e reposição gráfica em papel. A adoção do fluxo de trabalho eletrônico computacional para modelagem de projetos propiciou o surgimento do Bridge Information Modelling (BrIM), sendo este uma extensão do BIM com enfoque em pontes [9].

A necessidade da concepção de modelos de projetos BrIM, diferenciados do BIM, advém da variação das características e técnicas utilizadas para construção, operação,

manutenção das estruturas - as pontes possuem recursos específicos, tais como: alinhamentos dos eixos de referências e curvaturas de vigas, que demandam exclusividade de concepção projetual, construção e manutenção diferenciadas das peças estruturais edilícias. Neste sentido, grande parte dos recursos são empregados na fase de operação e manutenção (O & M) das estruturas ao longo de todo o ciclo de vida das pontes; diferentemente das edificações cujos recursos empregados ao ciclo de vida enfatizam as etapas posteriores à sua entrega.

Adenais, os projetos de infraestrutura civil demandam grande parte das informações dos terrenos, como por exemplo, os dados oriundos de sistemas de coordenadas e do Sistema de Informação Geográfica (GIS), além de operações pesadas de movimentações de terras (cortes/aterros). A definição mais atual para Civil Integrated Management (CIM), que dispõe sobre a Gestão Integrada Civil equivalente ao BIM, é *“a coleta, a organização, a acessibilidade gerenciada e o uso de dados e informações precisos habilitados por tecnologia ao longo do ciclo de vida de um ativo de transporte. O conceito pode ser usado por todas as partes afetadas para uma ampla gama de propósitos, incluindo planejamento, avaliação ambiental, levantamento topográfico, projeto, construção, manutenção, gerenciamento de ativos e avaliação de risco.”*

Neste sentido, uma variedade de siglas e termos vem sendo adotada, até mesmo sob a mesma sigla, a fim de significar a utilização da tecnologia para o desenvolvimento e compartilhamento de informações ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, estrutura ou ativo. A Tabela 1 apresenta as principais siglas atualmente publicadas na literatura acadêmica.

Acrônimo	Significado	Tradução (português)
BIM	Building Information Modelling	Modelagem da Informação da Construção
BrIM	Bridge Information Modelling	Modelagem da Informação de Pontes
CAD	Computer Aided Design	Desenho Assistido por Computador
CIM	Civil Integrated Management	Gestão Integrada Civil
CiM	Civil Information Modelling	Modelagem da Informação Civil
CIM	Construction Information Management	Gestão da Informação da Construção
CIM	Construction Information Modelling	Modelagem da Informação da Construção
VDC	Virtual Design and Construction	Desenho e Construção Virtual

**Tabela 1**  
Acrônimos e significados para vários termos de modelagem da informação.

## 2.1. Categorias BIM para projetos de infraestrutura de transporte

A infraestrutura civil constitui o conjunto de elementos que apoiam as atividades da civilização humana. A mobilidade de transportes constitui um subconjunto da infraestrutura civil, cuja categoria específica pode ser ditada pelo modal a que se enquadra, exemplificando: *“uma estrada pode ser construída em cima de um dique ou represa; os metrô podem fazer parte do transporte ferroviário e de massa; e estradas podem ser usadas para veículos e pedestres. O modo de transporte também pode ditar qual categoria específica se enquadra”*[10].

Neste sentido, entende-se que as principais categorias relacionadas à infraestrutura de transportes englobam os seguintes segmentos construtivos: pontes, estradas e rodovias, ferrovias, transporte de massa, túneis, aviação e aeroportos, portos e docas, além de vias para veículos não motorizados e pedestres.

## 2.2. Níveis de desenvolvimento dos projetos BIM: informações e maturidade

Os níveis de desenvolvimento dos projetos BIM se classificam em:

- Level Of Development (LOD) – nível de detalhe definido pela quantidade de gráficos e informações contidas num determinado modelo;
- Level Of Information (LOI) – nível de informação que descreve a a quantidade de informação não gráfica de determinado modelo.

Os diferentes Níveis de Desenvolvimento (ND) correspondem, cada um, a certo grau de definição e detalhe dos elementos, componentes e materiais dos projetos BIM [11]. A Tabela 2, a seguir representada, apresenta a classificação mundialmente reconhecida dos níveis de maturidade BIM [2].

**Tabela 2**  
Níveis de maturidade BIM.

Maturidade BIM	Descrição
BIM Nível 0	- Elaboração de CAD 2D utilizada; - Processo sem colaboração entre as partes envolvidas.
BIM Nível 1	- Mistura de trabalho de conceito 3D e 2D para elaboração de aprovação e documentação; - Compartilhamento eletrônico de dados usando um ambiente de dados comum; - Nenhuma colaboração entre as partes, mas os dados são compartilhados.
BIM Nível 2	- Todas as partes usam seu próprio CAD em modelos (3D), não necessariamente trabalhando em um modelo único e compartilhado; - Colaboração é usada; - Os dados são trocados entre as partes e informações de design é compartilhada em um formato de arquivo único; - O modelo BIM federado é criado. Cada parte pode combinar dados para fazer os cheques.
BIM Nível 3	- Colaboração total entre todas as disciplinas utilizando um único projeto compartilhado de modelo em um repositório centralizado.

## 3. Pesquisa e Análise

A pesquisa de cunho exploratório centrou-se no levantamento de artigos científicos e teses relacionadas ao uso do BIM em projetos de infraestrutura. O escopo abrange trabalhos acadêmicos publicados no Brasil relacionados ao uso do BIM em projetos de infraestrutura, especificadamente delimitados para a mobilidade de transportes correlacionados às atividades humanas. Visando conhecimento do panorama atual de publicações acerca do tema, delimitou-se a busca de periódicos publicados por instituições brasileiras de ensino superior. Outra delimitação é a exclusão das técnicas computacionais de modelagem de projetos, tais como análises estatísticas ou probabilísticas.

A pesquisa se atém ao uso das citações disponibilizadas pelas ferramentas Web of Science (<https://www.webofknowledge.com/>) e, por conseguinte, SciELO Citation Index (<https://search.scielo.org/>); conforme as classificações dos periódicos e contribuições acadêmicas publicamente divulgadas. Tais citações também se atém à plataforma Sucupira, ligada ao portal de periódicos disponibilizados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), fundação vinculada ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil.

Devido à metodologia aplicada para coleta e filtragem dos trabalhos publicados, a revisão exclui qualquer pesquisa em andamento não publicada ou divulgada até a sua conclusão. Também exclui da análise os blogs, artigos de revistas, páginas da web e outros tipos de documentos não oficiais, embora possam ser referenciados neste artigo. O método de revisão aborda as quatro etapas descritas a seguir:

- Escolha das fontes do banco de dados e identificação dos periódicos acadêmicos: Web of Science, SciELO e plataforma Sucupira (CAPES);
- Consulta das palavras-chave: i) “BIM em projetos de infraestrutura”, ii) “BIM e projetos de infraestrutura” e, iii) “Projetos BIM para infraestrutura”;
- Coleta, armazenamento e filtragem dos periódicos relevantes para revisão; e
- Realização da análise sintética de uma tese e cinco artigos.

### 3.1. Síntese da análise dos periódicos relevantes

Com base nos resultados da coleta de dados, procedeu-se a análise sintética dos periódicos acadêmicos considerados como relevantes à temática relacionada ao uso do BIM em projetos de infraestrutura de transporte, a seguir identificados e resumidos.

#### 3.1.1. Tese: Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM

A proposição de uma estrutura conceitual voltada para o processo da gestão colaborativa de projeto integrado à tecnologia BIM compõe o propósito deste trabalho científico. Por meio da ampla revisão bibliográfica, buscou-se sustentação teórica no conjunto de metodologias aplicáveis ao setor da construção, possibilitando a melhoria dos métodos de trabalho. Indicadores de desempenho também são propostos a fim de medir o desempenho e a qualidade do projeto BIM. Também propõe a reformulação do conceito do Nível de Desenvolvimento ou Detalhe (ND) para Nível de Maturidade (NM), apresentando um sistema de planejamento e controle do processo do projeto BIM, composto pela gestão do programa de necessidades, do nível de desenvolvimento da modelagem e da densidade de interferências [8].

Apesar dos dois testes práticos realizados terem sido aplicados em projetos de edificações, as proposições conceituais e sistêmicas apresentadas também podem ser aplicadas ao processo de modelagem dos projetos de infraestrutura por tratarem de gestão integrada de projetos BIM.

Os resultados encontrados se resumem em: i) necessidade de implementação de um modelo para a gestão de requisitos; ii) desenvolvimento de uma matriz de elementos BIM adequada à realidade brasileira; iii) desenvolvimento de novos indicadores chave de desempenho; validação completa de todos os indicadores propostos na estrutura conceitual; v) necessidade de capacitação profissional, em especial do coordenador de projetos.

### 3.1.2. Artigo 1 - Aplicação do Building Information Modeling (BIM) em projetos de infraestrutura nas fases pre-completion e/ou post-completion

O trabalho aponta que a aplicação da tecnologia BIM na infraestrutura brasileira demanda grande mudança de paradigma no tocante ao planejamento, à oportunidade e à conveniência da implementação de uma Política Pública. Neste sentido, como hipótese, questiona a efetividade da Estratégia Nacional de Implementação do BIM no âmbito do Governo federal brasileiro, a fim de verificar a promoção de resultados benéficos para a implementação das Políticas em Infraestrutura [15].

Justifica que anualmente o Governo Federal brasileiro investe a bilhões de reais em obras essenciais de infraestrutura, sendo que parte dessas obras são auditadas pelos órgãos de controle (interno e/ou externo). Contudo, tais auditorias apontam a comum ocorrência de irregularidades, as quais se incluem problemas relacionados à concepção, avaliação da viabilidade técnica, econômica e ambiental, além de deficiências na fiscalização; o que decorrem em paralisações e atrasos das obras.

Como resultado da pesquisa, conclui que a implementação do conjunto de tecnologias BIM aliada à integração dos processos na área da infraestrutura brasileira, de modo colaborativo, pode proporcionar a antecipação de simulações, bem como das análises quantitativas, estimativas e econômicas, contribuindo para a efetividade da tomada de decisões antes da execução da construção do empreendimento – constituindo a grande mudança do paradigma governamental. Acrescenta que a antecipação das simulações propicia a coordenação simultânea de várias disciplinas (arquitetura, fundação, estrutura, instalações etc.), contribuindo para a prevenção de riscos e possíveis erros, corrigindo inconsistências ainda na fase de planejamento (pre-completion). Acrescenta ainda o desenvolvimento coordenado e colaborativo dos projetos, especificações técnicas e orçamentos, elevando a capacidade de visualização, análise e compatibilização dos elementos em diferentes disciplinas.

No âmbito da auditoria, controle e fiscalização pública de projetos de infraestrutura, conclui a efetividade da utilização da tecnologia BIM, o que coaduna com a proposição estabelecida pela Estratégia BIM BR, em relação: i) aos projetos executivos e/ou construtivos; ii) extrapolação das dimensões de projeto em duas dimensões (2D) para de 3D (modelo tridimensional), para o 4D (3D + planejamento físico da obra) e 5D (4D + orçamento). Esclarece que *“na fase post-completion é possível inferir todas as informações utilizadas em todo o ciclo de vida”*. Acrescenta que há muito o que se

implantar no Brasil, principalmente em relação à disruptura tecnológica no setor da construção e a interoperacionalidade do tripé BIM: Pessoas x Tecnologia x Processos.

### 3.1.3. Artigo 2 - Análise de casos práticos da adoção do processo BIM em empreendimentos de infraestrutura

Esse artigo analisa e comenta o estágio atual da aplicação de processos BIM em empreendimentos de infraestrutura, com ênfase em estruturas subterrâneas (túneis), a partir dos conceitos difundidos na área de edificações. Observa a evolução do incremento de publicações relacionadas aos processos BIM, possibilitando a modelagem para novos tipos de objetos aplicados à infraestrutura [16].

Elucida que, internacionalmente, a aplicação dos processos BIM vem sendo adaptada à realidade atual disponível em cada país, sendo que no Brasil encontra-se em fase inicial de aplicação na área de infraestrutura. Salienta que os benefícios resultam na melhoria dos projetos, *“que vão desde maior precisão nas quantidades, soluções factíveis de serem construídas, reutilização de componentes, maior qualidade na informação a ser utilizada na fase de operação, melhor planejamento e menores prazos e custos de execução do empreendimento, dentre outros.”* Como resultado, ressalta a necessidade de evolução do modelo aberto, intitulado Industry Foundation Classes (IFC), como sendo de fundamental importância para a disseminação dos processos BIM em infraestrutura, por permitir o intercâmbio de um modelo colaborativo sem perda ou distorção de dados ou informação. Acrescenta ainda que *“os proprietários dos empreendimentos de infraestrutura devem demandar a aplicação do BIM em seus empreendimentos e desenvolver a cultura de utilização dos produtos BIM na etapa de operação.”*

### 3.1.4. Artigo 3 - Aplicação da metodologia BIM para estudos de obras de infraestrutura de transporte: estudo de caso-projeto de pavimentação da rodovia SC-436

Esse trabalho avalia a utilização da metodologia BIM na área de infraestrutura, por meio de estudo de caso do projeto de pavimentação da rodovia brasileira denominada SC-436. Com base na importância e na grande demanda brasileira pelas obras de infraestrutura, realiza a revisão bibliográfica acerca do tema e propõe um modelo de fluxo de trabalho com a utilização de algumas das ferramentas BIM disponíveis no mercado [17].

Salienta que as obras de infraestrutura, tais como de sistemas viários, drenagem, abastecimento de água e de energia, entre outras, constituem os principais gargalos enfrentados por países em desenvolvimento, devido à sua complexidade e elevada demanda de investimentos. Neste sentido, a busca por automação e inovação na indústria da construção civil se torna preeminente.

Como resultado, conclui que a aplicação do BIM se mostra muito promissora para a elaboração de projetos conceituais e executivos relacionados ao modal rodoviário. Facilita a extração de dados, como levantamento de quantitativos e documentações

afetas aos elementos, além de propiciar a visualização integral da modelagem rodoviária.

Ressalta algumas dificuldades enfrentadas em relação ao fluxo de dados ao longo da modelagem dos projetos, devido ao tamanho do empreendimento. Acrescenta outra dificuldade enfrentada pela *“incipiência do tema em trabalhos acadêmicos, tornando o aprendizado da metodologia e ferramentas demasiadamente prolongados.”* Contudo, observa que o grande interesse acerca do tema, não só para profissionais atuantes na área como para a sociedade em geral, uma vez que as obras rodoviárias envolvem aspectos relacionados ao custo, produtividade e qualidade.

### 3.1.5. Artigo 4 - Proposta de um plano de execução BIM para a diretoria de projetos da superintendência de infraestrutura da UFRN

Em decorrência das metas e prazos estipulados pela Estratégia Nacional de Disseminação da tecnologia BIM no Brasil, o trabalho propõe um Plano de Execução BIM para a Diretoria de Projetos da Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Por meio de um estudo de caso desenvolvido nesta organização brasileira, desenvolve um fluxo de processos para adoção do contexto BIM pela Diretoria de Projetos (INFRA) [18].

Profissionais do setor de projetos e de orçamentos desta Superintendência avaliaram o fluxo de processos proposto, quanto a aplicabilidade, clareza, pontos positivos e negativos. O resultado da avaliação permite qualificar o fluxo apresentado como aplicável ao ambiente de trabalho, caracterizando-se como um guia de auxílio e impulsionamento para os profissionais no processo de adoção do BIM nesta organização.

### 3.1.6. Artigo 5 - Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema avançado para estudos e projetos viários: o conceito BIM na construção da plataforma SAEPRO

O artigo centra-se na identificação dos benefícios da implantação do BIM no desenvolvimento de um sistema voltado para o gerenciamento de projetos e processos de obras de infraestrutura viária. Objetiva identificar, caracterizar e hierarquizar as reais necessidades de um sistema de informática para suprir as principais demandas dos projetos de obras viárias [19].

Observa que o gerenciamento da interrelação das atividades de uma obra viária é complexo, dependendo das variáveis como porte, o prazo, o custo e a diversidade de agentes envolvidos. Ressalta que a multidisciplinaridade com interdependência é o principal fator associado ao retrabalho, que gera aumento de prazo e de custos. Assim sendo, salienta que *“o desenvolvimento de um sistema deve procurar atender às principais demandas verificadas no setor de projeto e construção de obras de infraestrutura viária. Mais que um conjunto de ferramentas para o cálculo e processamento de diferentes atividades, o sistema deve permitir a integração destas e dos profissionais*

*envolvidos, de forma a maximizar os benefícios que a tecnologia da informação (TI)”. Conclui que a utilização e apuração da aplicação de modelos em projetos de engenharia é “vital para a simplificação da realidade e para a redução da escala de representação. A precisão dos mesmos deve ser apurada, de forma a reduzir as diferenças entre estes e a realidade.” Acrescenta que a aplicação do conceito BIM nos “estudos, projetos, construção/fiscalização, operação e análise de obras de infraestrutura viária têm muito a acrescentar à forma como, ainda hoje, estes processos são realizados. A coordenação, cooperação e integração de etapas e agentes, através de um sistema uno, permite a construção de modelos mais precisos, minimizando falhas e o retrabalho.”*

Como resultado associado ao estudo, estabeleceu-se o desenvolvimento de uma plataforma, registrando a utilização de sua versão alfa “por empresas de consultoria em obras de infraestrutura viária, por instituições acadêmicas nacionais (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA e Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) e internacionais (Universidad Nacional del Nordeste – UNNE – Argentina).” Por fim ressalta que “a pluralidade de agentes no desenvolvimento dos conceitos, e do próprio sistema, é fator fundamental para a evolução e crescimento deste projeto.”

#### 4. Considerações finais

Partindo da premissa de que o Brasil consiste num país com dimensões continentais ainda em fase de desenvolvimento, a representatividade do vetor da infraestrutura de transportes no orçamento governamental é expressiva e superlativa. Embora o Brasil esteja em fase de implantação da metodologia BIM no setor da construção, a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM constitui um significativo avanço e incentivo setorial.

A adoção do BIM na indústria da construção é mundialmente considerada como uma mudança de paradigma que envolve inovações disruptivas. No contexto de se implantar e interligar cidades com infraestrutura cada vez mais inteligente, a adoção de técnicas e tecnologias que promovam a agilidade, precisão e confiabilidade da interoperabilidade de informações torna-se preeminente para todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva da infraestrutura de transporte, devido a complexidade e elevada demanda de investimentos.

Os periódicos analisados apontam a representatividade dos benefícios advindos pela adoção da plataforma BIM ao longo de todo ciclo de vida dos empreendimentos de infraestrutura de transporte, na busca da otimização dos prazos e custos, assim como a melhoria da qualidade e produtividade desde as etapas de insepção, concepção, modelagem de projetos, execução e fiscalização, operação e manutenção, até a fase de reabilitação ou demolição. Dessa forma, a automação e inovação na indústria da construção civil se torna preeminente. Contudo, os periódicos elucidam que ainda há de se considerar significativos desafios setoriais para a plena integração do tripé: Tecnologia x Pessoas x Processos – especialmente quanto aos profissionais

qualificados, acessibilidade às capacitações técnicas e amadurecimento do método de trabalho.

Entre os benefícios levantados na revisão bibliográfica, destacam-se as melhorias dos métodos e dos fluxos de trabalho aplicáveis ao ambiente laboral digital multidisciplinar, por meio da gestão colaborativa e integrada dos processos de modelagem de projetos BIM destinados a infraestrutura de transporte. Tais melhorias possibilitam a antecipação de simulações e análises, tanto qualitativas quanto quantitativas, além da gestão de risco e extração de estimativas de custo mais efetivas para a tomada de decisões que antecedem a execução do empreendimento.

Destacam ainda a convergência do consenso voltado para a necessidade de evolução do modelo aberto IFC (Industry Foundation Classes) para a disseminação dos processos BIM em infraestrutura. Esse conceito de modelo aberto permite o intercâmbio projetual de modo colaborativo, sem perda ou distorção de dados e informações; evitando retrabalhos, prevenindo riscos e possíveis inconsistências, ainda na fase de planejamento.

## Referências

- [1] C. M. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *BIM Handbook: Guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. 1ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2008.
- [2] BSI. The British Standards Institution, *Little Book of BIM*, 2019.
- [3] A. Niedermaier; et al, (2017): *Allplan. BIM-Compendium. Theory and Practice*. Munique, 2017.
- [4] Brasil. Presidência da República. “Decreto Nº 9377”. Diário Oficial da União, Seção 1, Página 3, 2018.
- [5] NIBS. National Institute of Building Sciences. “United States national building information modeling standard version 1 – part 1: overview, principles, and methodologies, Final Report, The Northern American Chapter of building-SMART International (bSI)”, 2007.
- [6] H. Chong; et al. “Comparative analysis on the adoption and use of BIM in road infrastructure projects”, 2016.
- [7] A. Costin; et al. “Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – Literature review, applications, challenges, and recommendations”. Department of Civil, Structural and Environmental Engineering. The State University of New York at Buffalo, United States of America. *Automation in Construction* 94, pp. 257-281, 2018.

- [8] L. Manzione. “Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM”. Tese de Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- [9] A. Costin. “A New Methodology for Interoperability of heterogeneous Bridge Information Models”. Dissertation – School of Civil & Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, 2016.
- [10] J. Cheng; et al. “Analytical review and evaluation of civil information modeling”, 2016.
- [11] ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. “Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC”. Brasília, 2017.
- [12] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. “Coletânea implementação BIM para construtoras e incorporadoras”. Brasília, 2016.
- [13] Autodesk. “Desmistificando o BIM com foco em Infraestrutura”. Brasil. 2017.
- [14] M. Antunes; et al. “Introdução à Pesquisa”, 2018.
- [15] L. Castro, “Aplicação do Building Information Modeling (BIM) em Projetos de Infraestrutura nas Fases Pre-completion e/ou Post-Completion”. Escola Nacional de Administração Pública, 2019.
- [16] E. Santos; et al. “Análise de casos práticos da adoção do processo BIM em empreendimentos de infraestrutura”. Universidade de São Paulo, 2017.
- [17] J. Lima, “Aplicação da metodologia BIM para estudos de obras de infraestrutura de transporte: estudo de caso-projeto de pavimentação da rodovia SC-436”. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.
- [18] K. Oliveira, “Proposta de um plano de execução BIM para a diretoria de projetos da Superintendência de Infraestrutura da UFRN”. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.
- [19] D. Garcia; et al, “Diretrizes para o Desenvolvimento de um Sistema Avançado para Estudos e Projetos Viários: o conceito BIM na construção da plataforma SAEPRO”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.