Industrialização, Digitalização, Desempenho

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

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES.

Challenges of implementing BIM in existing buildings.

Juliana Giazzon Cavalli
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, Rio Grande do Sul | julianagiazzon@gmail.com

Eduardo Luis Isatto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, Rio Grande do Sul | isatto@ufrgs.br

Joseph Hakkinen Alves Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, Rio Grande do Sul | hakkinen.joseph@gmail.com

RESUMO

Este artigo investiga os obstáculos à implementação do Building Information Modeling (BIM) em edificações já construídas, com ênfase na fase operacional. A principal dificuldade está na geração de modelos precisos e integrados, considerando as modificações sofridas ao longo do tempo, a fragmentação de dados e as limitações tecnológicas. O objetivo é identificar barreiras técnicas, organizacionais e estruturais que dificultam a adoção do BIM nesse contexto e propor caminhos para superá-las. A pesquisa baseou-se em uma revisão de literatura exploratória na base Scopus, complementada por rastreamento de referências. A análise resultou na identificação de cinco categorias de desafios: complexidade da modelagem, ausência de estrutura de dados, exigência de alta especialização, fragilidades organizacionais e entraves tecnológicos. Como contribuição, o estudo reforça a importância da interoperabilidade de dados, da capacitação profissional e de abordagens multidisciplinares para tornar a construção civil mais eficiente, sustentável e digitalmente conectada.

Palavras-chave: Modelagem de Informação da Construção. Gestão de Instalações. Edificações Existentes.

ABSTRACT

This article investigates the obstacles to implementing Building Information Modeling (BIM) in existing buildings, with a focus on the operational phase. The main challenge lies in generating accurate and integrated models that account for modifications over time, fragmented data, and technological limitations. The aim is to identify technical, organizational, and structural barriers that hinder BIM adoption in this context and to propose strategies to overcome them. The research is based on an exploratory literature review conducted through the Scopus database, complemented by reference tracking. The analysis identified five categories of challenges: modeling complexity, lack of structured data, high specialization requirements, organizational weaknesses, and technological constraints. As a contribution, the study highlights the importance of data interoperability, professional training, and multidisciplinary approaches to promote a more efficient, sustainable, and digitally connected construction industry.

Keywords: *Building Information Modelling. Facility Management. Existent Building*

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM) pode ser definido como um processo baseado em modelos digitais que permite gerar e gerenciar dados coordenados e consistentes de edificações ao longo de todo o seu ciclo de vida (XU et al., 2014). Ele utiliza representações virtuais semanticamente enriquecidas para organizar informações de forma sistemática, apoiando a tomada de decisões com o uso de ferramentas orientadas a objetos (EASTMAN et al., 2011; SOLIMAN-JUNIOR et al., 2020). Os benefícios do BIM incluem maior consistência de projeto, estimativas de custo mais precisas, detecção antecipada de conflitos, apoio à construção enxuta e promoção de colaboração entre as partes interessadas (VOLK et al., 2014). Os objetos BIM integram atributos geométricos e não geométricos, como dados funcionais (custos, prazos), semânticos (conectividade, agregação) e topológicos (localização, adjacência) (CEN, 2006).

Em países industrializados, a atenção voltada para reformas e modernizações de edifícios existentes tem crescido, especialmente em função da estagnação das taxas de construção de novas edificações (PENTILLÄ et al., 2007). Embora a aplicação do BIM em novos empreendimentos já seja bem consolidada, grande parte

[1]CAVALLI, J. G.; ISATTO, E. L.; SANTOS, J. H. A. Desafios da Implementação do BIM em Edificações Existentes. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

das edificações existentes ainda não é gerida, reformada ou desativada com o suporte dessa tecnologia (ALTOHAMI et al., 2021). Segundo esses autores, a integração de dados sobre as condições reais de construções existentes ao BIM agrega valor, pois permite organizar e unificar informações provenientes de diversas fontes em um formato digital utilizável. Nesses modelos, é possível incluir dados detalhados sobre componentes e equipamentos, tais como zonas de serviço, datas de instalação, fornecedores, geometrias, localização, materiais, composições, propriedades físicas, garantias e históricos de manutenção (BECERIK-GERBER et al., 2012). Além de informações tangíveis, o BIM também pode incorporar dados intangíveis relevantes para a gestão, operação e manutenção de ativos ao longo de seu ciclo de vida (ALTOHAMI et al., 2021). Como diferentes informações são essenciais para a realização de reformas, operações ou desconstruções, o uso do BIM tem se mostrado cada vez mais promissor como ferramenta para documentação digital de edificações já construídas.

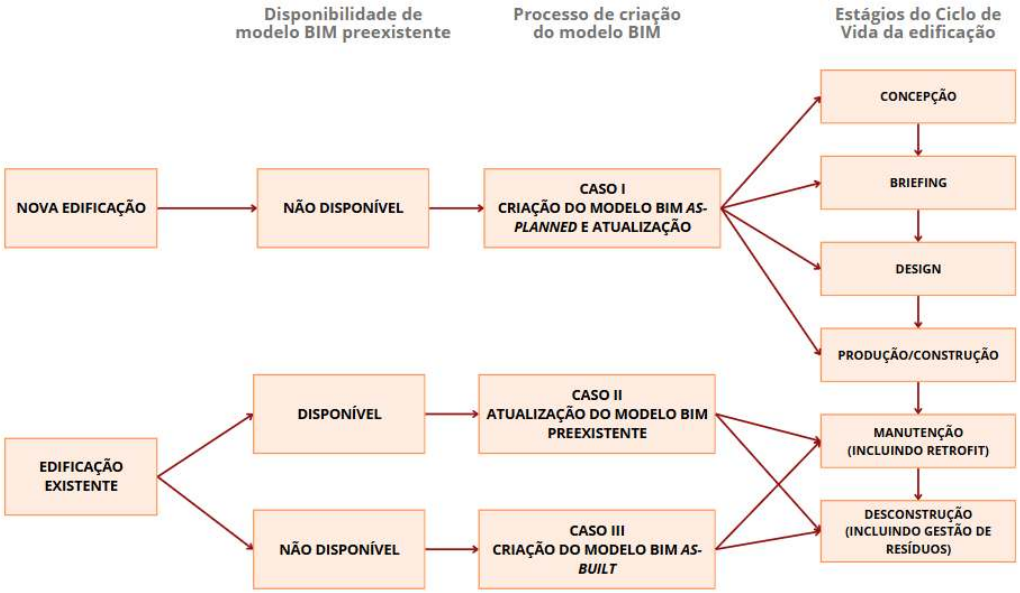
A norma ISO 22263:2008-01 descreve diferentes fluxos de modelagem BIM aplicados a novas construções e a edificações existentes (figura 1). Em empreendimentos novos, o BIM é amplamente utilizado nas fases de projeto e documentação (CASO I), embora sua aplicação na etapa de produção ainda seja incipiente no Brasil. Após a entrega, inicia-se a fase de uso e manutenção (ALTOHAMI et al., 2021) e, por fim, ocorre a fase de desativação ou desconstrução. Já em edifícios existentes, especialmente os mais antigos, modelos BIM costumam estar ausentes desde o início, tornando seu uso nas fases de projeto e construção praticamente inexistente (CASO III). No entanto, em edificações de valor histórico, cultural ou patrimonial, modelos BIM podem ser criados posteriormente, com foco em visualização tridimensional ou realidade aumentada (CASO II).

Para Altohami et al. (2021), embora o BIM seja eficaz em novos projetos, sua aplicação em edificações existentes é mais complexa e enfrenta entraves específicos. Como os modelos são geralmente desenvolvidos na fase de projeto, sua utilização posterior depende da existência de um modelo prévio — o que raramente ocorre em estruturas antigas. A revisão de Volk et al. (2014) identifica três grandes barreiras para esse uso: (1) o alto esforço necessário para modelar ou converter dados capturados em objetos semânticos; (2) a exigência de atualização contínua das informações; e (3) a dificuldade de lidar com dados incompletos ou relações incertas, comuns em edifícios já construídos. Ainda assim, os benefícios da gestão eficiente de recursos têm impulsionado pesquisas que buscam mitigar as incertezas relacionadas às condições das construções e à carência de documentação estruturada.

Profissionais que atuam com edificações existentes enfrentam dificuldades como a ausência de registros digitais, o que compromete avaliações mais precisas (Ansah et al., 2019). Mesmo em casos em que há algum modelo BIM disponível, frequentemente ele precisa ser atualizado para representar adequadamente a realidade atual da edificação (CASO II). Quando não há nenhum modelo pré-existente, torna-se necessário desenvolver um modelo as-built do zero, representando fielmente as condições reais da construção. Isso exige a coleta de dados geométricos e topológicos, além da inserção manual de informações semânticas e atributos não visíveis, o que eleva o custo e a complexidade do processo.

Técnicas de captura como escaneamento a *laser* e drones têm sido cada vez mais adotadas, mas ainda exigem processos manuais e etapas de validação. Conforme Hou et al. (2024), a qualidade do modelo BIM depende da precisão dos dados levantados e da capacidade de representar fielmente os elementos construtivos, o que exige validação contínua e investimento em pessoal qualificado. Tang et al. (2010) reforçam que o uso de nuvens de pontos, imagens digitais e sensores térmicos para geração de modelos é promissor, mas ainda depende de softwares interoperáveis e bases de dados organizadas.

Figura 1: Os processos de criação de modelos BIM (Building Information Modeling) para novos ou existentes edifícios dependem da disponibilidade de dados BIM pré-existentes e das etapas do Ciclo de Vida.



Fonte: Adaptado de ISO 22263:2008-01 (2008) e Volk (2014)

A aplicação do BIM em gestão da operação e manutenção, conhecida como *Facility Management* (FM), vem se destacando por sua capacidade de integrar diferentes disciplinas e conectar pessoas, processos e tecnologias no ambiente construído (IFMA, 2009). A abordagem tradicional para essa gestão, baseada em relatórios manuais e dados fragmentados, vem sendo superada por soluções digitais. Autores como Becerik-Gerber et al. (2012) e Koch et al. (2019) apontam que o uso do BIM no FM pode ampliar significativamente a qualidade da documentação, o planejamento da manutenção, o monitoramento em tempo real, o gerenciamento energético e a modernização de edifícios.

Apesar do avanço, muitos processos de FM ainda não utilizam BIM de forma sistemática. A indefinição sobre responsabilidades contratuais na atualização de modelos durante a operação, somada à ausência de padronização legal e técnica, dificulta a consolidação do BIM como base para decisões em retrofit, manutenção ou desconstrução (VOLK et al., 2014). Para enfrentar essa lacuna, alguns autores propõem a adoção de arquiteturas orientadas a serviços (SOA), que viabilizam a integração entre BIM, FM e tecnologias emergentes como a Internet das Coisas (IoT), por meio de protocolos interoperáveis e sistemas desacoplados (ALTOHAMI et al., 2021).

Nesse contexto, a adoção de *Digital Twins* (DTs) desponta como uma solução promissora para a atualização dinâmica de modelos. Rasheed et al. (2020) definem os DTs como réplicas virtuais capazes de refletir o estado e o desempenho de ativos físicos, com aplicações em monitoramento remoto, manutenção preditiva, análise de riscos, colaboração entre equipes e otimização de processos. No entanto, seu desenvolvimento ainda depende de estruturas de dados organizadas, conectividade em tempo real e uma base informacional confiável.

Considerando esse cenário, este artigo tem como objetivo investigar os principais desafios técnicos, organizacionais e estruturais relacionados à implementação do BIM em edificações existentes, com ênfase na fase operacional. A partir de uma revisão de literatura exploratória, são mapeadas barreiras recorrentes e discutidos caminhos para superá-las, destacando o papel de tecnologias integradas, capacitação profissional e estratégias colaborativas. Ao tratar desses aspectos, o estudo contribui para a consolidação de práticas mais eficientes, sustentáveis e digitalmente integradas no setor da construção civil.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e exploratória de revisão de literatura, adequada ao objetivo de compreender os desafios recorrentes na implementação do Building Information Modeling (BIM) em edificações existentes. Esse tipo de revisão é especialmente útil em campos de estudo em consolidação, pois permite organizar e interpretar um corpo de conhecimento ainda fragmentado, construir uma base conceitual estruturada e identificar lacunas relevantes na literatura.

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados Scopus, utilizando a seguinte string de busca: *("Building Information Modelling" OR "BIM") AND ("Facility Management" OR "Digital Twin") AND ("Existent Buildings" OR "Existing Buildings")*. Foram considerados estudos publicados em inglês e português, sem restrição temporal, desde que apresentassem pertinência temática e relevância conceitual para a discussão sobre a aplicação do BIM em edificações existentes, sobretudo com foco nas fases de operação, manutenção ou retrofit.

Os critérios de inclusão adotados foram: (i) estudos que abordassem diretamente a aplicação do BIM em edificações existentes; (ii) estudos com discussões relacionadas à gestão, manutenção, digitalização ou *retrofit* de ativos construídos. Foram excluídos trabalhos que tratassem exclusivamente de projetos de novas edificações, ou que apresentassem discussões genéricas, sem relação direta com os desafios da implementação prática do BIM nesse contexto.

A análise dos dados obtidos foi conduzida por meio de leitura analítica e aplicação de categorização temática. Os conteúdos dos artigos foram examinados com o objetivo de identificar recorrências, convergências e divergências nos argumentos apresentados pela literatura, organizando-se os achados em cinco categorias principais de desafios: modelagem, estrutura de dados, especialização técnica, questões organizacionais e limitações tecnológicas. As etapas de identificação, codificação aberta e agrupamento conceitual dos dados foram conduzidas manualmente, com base em critérios de relevância e alinhamento aos objetivos do estudo. Além da busca direta, foi utilizado o rastreamento bibliográfico das referências dos artigos selecionados, o que possibilitou ampliar o escopo da revisão e aprofundar a compreensão do tema. Esse processo contribuiu para enriquecer o mapeamento teórico e consolidar os principais desafios técnicos, organizacionais e tecnológicos apontados pela literatura.

O presente artigo está estruturado em cinco seções: na seção 1, a introdução apresenta o contexto, o problema, os objetivos e a contribuição esperada da pesquisa; o método de pesquisa é detalhado na Seção 2; a Seção 3 apresenta e discute os principais desafios identificados; e a Seção 4 sintetiza os achados e propõe direções para investigações futuras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos estudos selecionados foi conduzida com base em uma abordagem qualitativa e interpretativa, utilizando leitura analítica e codificação aberta. Os conteúdos foram examinados de forma indutiva, o que permitiu a identificação de recorrências e padrões temáticos relacionados aos desafios enfrentados na implementação do BIM em edificações existentes. As categorias descritas a seguir não foram previamente definidas, mas emergiram da análise dos dados, sendo organizadas conforme similaridades conceituais. Como resultado, os desafios foram agrupados em cinco categorias principais: dificuldade na modelagem, ausência de estrutura de dados, complexidade e especialização técnica, questões organizacionais e limitações tecnológicas.

3.1 Dificuldade em criar modelos BIM precisos

Um dos principais desafios enfrentados na implementação do BIM em edifícios existentes é a criação de um modelo BIM consistente e que seja fiel à realidade, pois muitos edifícios históricos carecem de representações digitais atualizadas, e criar esses modelos do zero é custoso (HOU et al., 2024).

Diferente de projetos novos, onde o modelo pode ser gerado a partir de especificações claras e detalhadas, evoluindo ao longo das fases de projeto e construção, os edifícios existentes apresentam inúmeras variáveis, como modificações ao longo do tempo, materiais deteriorados ou mudanças na estrutura original que

diminuem a confiabilidade dos dados usados Além disso, modelos BIM derivados de CAD muitas vezes não capturam detalhes da construção real (RASHEED et al., 2019) necessários para a FM a partir de um DT.

Nos casos em que o modelo BIM é criado diretamente a partir de uma construção que não está representada em modelos BIM prévios, torna-se necessário o uso de processos de engenharia reversa para recuperar informações da construção, tais como '*points-to-BIM*' e '*scan-to-BIM*' (VOLK et al., 2014), os quais são ainda dispendiosos e dependem de etapas manuais, como medições diretas, capturas fotográficas e interpretação dos dados obtidos por escaneamento. Modelos 3D podem ser gerados por varredura 3D ou *software* especializado, representando objetos em curvas e superfícies (RASHEED et al., 2019), com dados extraídos de nuvens de pontos, imagens digitais e térmicas coletadas por escaneamento a *laser*, câmeras e dispositivos de imagem térmica (HOU et al., 2024). A necessidade de pessoal qualificado e esforços significativos para modelar BIM de edifícios existentes destaca a importância de pesquisas em captura, processamento e modelagem automatizados, que podem reduzir custos e aumentar a produtividade em processos de manutenção e desconstrução baseados em BIM (VOLK et al., 2014).

Isso torna difícil a criação de um modelo preciso que possa servir como base para reformas, manutenção ou gestão de instalações. Além disso, a precisão do modelo depende da qualidade dos dados disponíveis, e muitas vezes, a falta de informações confiáveis ou a dificuldade de acessar áreas do edifício para inspeção podem comprometer a exatidão do modelo BIM. Por essa razão, é necessário um esforço considerável para combinar levantamento de dados, tecnologias como escaneamento a *laser* e drones, além de uma validação contínua para garantir que o modelo seja o mais próximo possível da realidade.

Os métodos de reconhecimento de objetos variam conforme a complexidade geométrica, o *Level of Development* (LOD) necessário, a técnica de captura, o formato de dados e o tempo de processamento (VOLK et al., 2014). Durante o processamento, dados de nuvens de pontos são registrados, alinhados e fundidos no mesmo sistema de coordenadas, geralmente de forma interativa, usando coordenadas ou características detectadas. Em seguida, os dados são limpos de ruído e irrelevâncias, e muitas vezes simplificados para melhorar o tempo de computação (TANG et al., 2010). Esses dados são usados para reconhecer componentes de construção e suas características, incluindo identificação de objetos, extração de informações relacionais e semânticas, e tratamento de ocultações (TANG et al., 2010).

Embora os dados de escaneamento a *laser* sejam úteis para imagens de alta resolução, sua eficiência depende de *software* interoperável e bancos de dados BIM (OZTURK, 2020). A automação da modelagem de objetos BIM semânticos e volumétricos pode ser aprimorada com bibliotecas de objetos específicos, algoritmos de aprendizagem, testes em ambientes reais e consideração de incertezas. Detalhamentos adicionais, como a captura de componentes pequenos, ocultos ou não planos em edifícios complexos, também são necessários (VOLK et al., 2014).

O levantamento *in loco* é uma etapa crítica para garantir a exatidão do modelo BIM, pois envolve a coleta de dados precisos sobre as dimensões, materiais, condições estruturais e outros aspectos essenciais da edificação. O processo pode ser realizado de maneira manual ou com o auxílio de tecnologias que geram nuvens de pontos, facilitando a coleta de informações em grande escala e em áreas de difícil acesso. No entanto, o escaneamento ainda não é um processo totalmente consolidado, exigindo etapas manuais de verificação e a inserção de informações semânticas, o que aumenta o tempo, o trabalho manual e a necessidade de especialização técnica. Em construções existentes, a presença de áreas de difícil acesso, como fundações, tetos e instalações internas, torna o levantamento ainda mais desafiador, necessitando de abordagens inovadoras ou investimentos em equipamentos especializados. A combinação dessas tecnologias com uma validação contínua dos dados é fundamental para garantir que o modelo gerado seja o mais fiel possível à realidade da edificação.

3.2 Falta de estrutura de dados

A utilização do BIM em edificações existentes depende de uma estrutura robusta e organizada de dados. Muitas vezes, as informações sobre o edifício não estão centralizadas, ou são fragmentadas em diferentes sistemas e formatos, o que dificulta a integração das informações no modelo BIM. Além disso, os dados coletados durante os levantamentos documentais e *in loco* precisam ser estruturados de maneira eficiente para garantir que possam ser utilizados ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, desde a construção e reforma até a manutenção e operação. A falta de uma estrutura de dados adequada pode resultar em duplicação de informações, perda de dados importantes e dificuldades de comunicação entre as diferentes partes interessadas envolvidos no projeto, como engenheiros, arquitetos, construtores e gerentes de instalações. Portanto, é essencial criar uma base de dados organizada e interoperável que permita a integração eficiente dos dados coletados e a utilização contínua dessas informações ao longo do tempo.

Para essa integração ser possível, a indústria da construção exige padrões estruturais e semânticos com sistemas de dados específicos (ALTOHAMI et al., 2021). A troca de dados ocorre diretamente ou por formatos proprietários e não proprietários, como o *Industry Foundation Classes* (IFC), o principal formato para troca de informações entre *softwares* AEC/FM (EASTMAN, 2011). O IFC representa informações de construção ao longo do ciclo de vida (exceto desconstrução) e facilita a transferência de dados entre *softwares* de modelagem BIM, visualizadores IFC e aplicativos especializados (EASTMAN, 2011). No entanto, a interoperabilidade do BIM em diferentes estágios do ciclo de vida ainda é limitada devido a atributos IFC incompletos, ambíguos ou usados de forma inconsistente (VENUGOPAL et al., 2012), motivando o desenvolvimento contínuo de estruturas de dados universais (VOLK et al., 2014).

Para resolver questões semânticas, estruturas de dados como o *COBie* são usadas. O *COBie* transfere informações de operação e manutenção, incluindo detalhes sobre equipamentos, garantias, peças de reposição e planos de segurança (ESTUDIO BIM, 2025). Ele é usado ao final de projetos para entregar dados relevantes ao gerenciamento pós-construção (BECERIK-GERBER et al., 2012). No entanto, o *COBie* não inclui informações sobre componentes arquitetônicos essenciais, como lajes, paredes e telhados, bem como segmentos de fluxo e acessórios, limitando sua aplicação em manutenção e desconstrução (VOLK et al., 2014).

O LOD é crucial para determinar a qualidade dos dados, volume e esforço de processamento. Em novos projetos, o LOD aumenta ao longo do ciclo de vida, mas em edifícios existentes, sua identificação é complexa e custosa, exigindo validação manual e testes analíticos para componentes visíveis e reconhecíveis (VOLK et al., 2014).

A integração de métodos de monitoramento e captura no BIM promete manter dados atualizados automaticamente. Algoritmos para detecção de *outliers* e preenchimento de dados ausentes, além de técnicas como raciocínio semântico, são necessários para melhorar a captura e processamento de informações (TANG et al., 2010). Estruturas como *Information Delivery Manual* (IDM) e *Model View Definition* (MVD) facilitam a troca de dados e evitam ambiguidades, vinculando funções de especialistas a modelos BIM (VENUGOPAL et al., 2012). No entanto, faltam MVDs adequadas para auditorias de edifícios existentes, e atributos relevantes para manutenção e desconstrução ainda não são amplamente modelados (VOLK et al., 2014).

Uma possível solução para essa limitação seria a adoção do *Information Delivery Specification* (IDS), proposto pela BuildingSMART, que oferece uma abordagem mais precisa para a entrega e validação das informações ao longo do ciclo de vida de um edifício, garantindo que dados essenciais para manutenção e desconstrução sejam efetivamente modelados e compartilhados de maneira consistente. Segundo Tomczak et al. (2022) afirmam que o principal objetivo do IDS é fornecer uma maneira simples, mas abrangente, de criar e validar informações não geométricas. O resultado da validação deve ser inequívoco, independentemente da implementação, de modo que tanto um ser humano quanto uma máquina o interpretem da mesma forma.

3.3 Especialização e complexidade

O BIM aplicado a edifícios existentes envolve um alto nível de especialização e conhecimento técnico, dado que a modelagem desses edifícios exige lidar com a complexidade de informações sobre materiais, condições estruturais e histórico de intervenções realizadas ao longo do tempo. Profissionais da construção, como arquitetos, engenheiros e gerentes de instalações, precisam estar capacitados para lidar com essa complexidade e adaptar a modelagem para as particularidades de cada edificação. Além disso, como o BIM é uma ferramenta altamente técnica, exige um domínio avançado de *software* e uma compreensão profunda dos processos envolvidos na gestão de edifícios. A formação de uma equipe multidisciplinar qualificada, que combine conhecimentos de tecnologia, construção e gestão de infraestrutura, é essencial para o sucesso da implementação do BIM. Isso inclui também a necessidade de especialistas em desconstrução, caso o edifício precise ser desmantelado ou reciclado, o que adiciona mais uma camada de complexidade ao processo.

3.4 Questões organizacionais

Apesar do avanço do BIM na indústria da construção, sua aplicação ao longo de todo o ciclo de vida das edificações ainda enfrenta desafios organizacionais e informacionais. Em muitos casos, a utilização do BIM ainda é restrita às fases iniciais do ciclo de vida do edifício, como o design e a construção (VOLK et al., 2014), deixando de abranger adequadamente as fases subsequentes, como operação, manutenção e desconstrução. Gerentes de instalações, proprietários, desconstrutores e consultores ainda utilizam pouco o BIM e não estão plenamente integrados em seu desenvolvimento, exigindo melhorias em treinamento, educação e integração para garantir a manutenção e uso eficiente de edifícios e infraestruturas complexas (BECERIK-GERBER et al., 2010; VOLK et al., 2014). O treinamento deve incluir também processos de desconstrução, quando necessário (VOLK et al., 2014).

Esses desafios tornam-se ainda mais críticos quando se trata da aplicação do BIM em edificações existentes, especialmente naquelas que não possuem um modelo digital prévio. A ausência de um modelo BIM original exige esforços adicionais para reconstruir digitalmente a edificação. Esse processo demanda tempo, recursos e competências técnicas específicas, o que pode limitar sua aplicação em larga escala. Além disso, a integração de dados provenientes de fontes heterogêneas e muitas vezes desatualizadas desafia a consistência e a interoperabilidade dos modelos gerados.

A academia desempenha um papel crucial ao fornecer *know-how* tecnológico e formar uma nova geração de profissionais capacitados para lidar com ambientes reformados. Rasheed et al. (2020) destacam que a academia deve liderar a formação desses profissionais para atender às demandas do setor de construção e reforma (VOLK et al., 2014). Em termos de regulamentação, as leis de proteção de dados são um avanço, mas órgãos governamentais devem estudar a viabilidade de DTs em seus setores, explorando como gêmeos preditivos podem beneficiar suas responsabilidades.

Dados gerados com financiamento público, como informações de saúde anônimas ou previsões meteorológicas, devem ser amplamente acessíveis para academia e indústria (VOLK et al., 2014). O uso do BIM na modelagem de requisitos reduz o tempo de avaliação e aprovação de projetos, minimizando preconceitos e mal-entendidos durante o processo (VOLK et al., 2014). Koch et al. (2019) enfatizam a importância de preparar competências de gestão e organização para FM, essencial no processo gerencial.

Por fim, o BIM beneficia processos de reforma e desconstrução ao aprimorar a tomada de decisões, reduzir prazos e custos, aumentar a segurança, melhorar a colaboração e facilitar a documentação e visualização de dados. Para isso, é essencial um repositório de dados estruturado e integrado, como o BIM, útil tanto para autoridades públicas quanto para desconstrutores e outros profissionais da indústria (VOLK et al., 2014).

3.5 Limitações da tecnologia

Embora o BIM represente uma ferramenta avançada, sua aplicação em edificações existentes pode ser desafiadora devido a limitações relacionadas à interoperabilidade entre plataformas, à integração com tecnologias emergentes como DTs e análises preditivas, e à necessidade de processar grandes volumes de dados. Essas limitações tecnológicas podem impactar a eficácia do BIM em algumas situações, especialmente em projetos de reforma de edifícios antigos, onde a complexidade das intervenções e a quantidade de dados gerados são consideráveis. Além disso, o custo de aquisição de *softwares* especializados e a falta de compatibilidade entre diferentes sistemas podem criar barreiras para a adoção do BIM por pequenas e médias empresas ou profissionais independentes. Para superar essas limitações, é essencial que o setor invista em soluções mais integradas, que possibilitem a comunicação entre diferentes plataformas, além de melhorar a acessibilidade das tecnologias emergentes, tornando-as mais viáveis para todos os envolvidos no processo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do BIM em edificações existentes envolve desafios que se distinguem daqueles enfrentados em projetos novos, exigindo abordagens específicas para lidar com a ausência de registros digitais, a complexidade das condições construídas e as limitações de interoperabilidade. A revisão realizada evidenciou que a criação de modelos precisos a partir de edificações já construídas é um processo oneroso e dependente de tecnologias como escaneamento a *laser*, drones e *software* especializado, além de exigir validações manuais e profissionais qualificados. A fragmentação das informações e a ausência de uma estrutura de dados consolidada dificultam a integração entre plataformas e o reaproveitamento eficiente dos modelos ao longo do ciclo de vida da edificação. Formatos como IFC, *COBie* e IDS foram destacados como caminhos para estruturar essas informações, embora a literatura aponte limitações em sua aplicação, especialmente no que diz respeito à manutenção e desconstrução.

O uso do BIM nesse contexto também demanda um alto nível de especialização, tanto no domínio das ferramentas de modelagem quanto no entendimento técnico das edificações existentes. A complexidade é intensificada pela carência de equipes multidisciplinares e pela pouca integração entre os agentes que atuam nas fases posteriores à entrega da edificação, como gestores de instalações e desconstrutores. Em muitos casos, mesmo quando um modelo é criado, ele tende a se tornar obsoleto devido à falta de atualização e de processos definidos para sua manutenção. Limitações tecnológicas como a baixa interoperabilidade entre plataformas, o custo elevado de *softwares* especializados e a dependência de bibliotecas específicas ainda dificultam a adoção do BIM, sobretudo em estruturas antigas e por empresas com poucos recursos. Apesar desses entraves, a literatura indica que há um avanço no desenvolvimento de ferramentas e protocolos capazes de melhorar a captação, o processamento e o compartilhamento de informações aplicáveis à gestão de ativos construídos.

Dessa forma, conclui-se que a implementação do BIM em edificações existentes permanece condicionada a uma série de entraves técnicos, organizacionais e operacionais, já amplamente reconhecidos pela literatura. Estudos futuros poderão aprofundar as estratégias de enfrentamento desses desafios, especialmente na perspectiva da aplicação prática em contextos distintos e na ampliação da integração entre tecnologias digitais e gestão de edificações já construídas.

REFERÊNCIAS

ALTOHAMI, Abubaker Basheer Abdalwhab; HARON, Nuzul Azam; ALIAS, Aidi Hizami; LAW, Teik Hua. **Investigating approaches of integrating BIM, IoT, and facility management for renovating existing buildings: a review.** Sustainability, v. 13, p. 3930, 2021. DOI: 10.3390/su13073930.

ANSAH, Mark Kyeredey; CHEN, Xi; YANG, Hongxing; LAM, Patrick T. I. **A review and outlook for integrated BIM application in green building assessment.** Sustainable Cities and Society, v. 48, p. 101576, 2019. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101576.

BECERIK-GERBER, Burcin; RICE, Samara. **The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry.** Electronic Journal of Information Technology in Construction, v. 15, p. 1874-4753, fev. 2010.

BECERIK-GERBER, Burcin; JAZIZADEH, Farrokh; LI, Nan; CALIS, Gulben. A**pplication areas and data requirements for BIM-enabled facilities management.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 138, n. 3, p. 431-442, mar. 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433.

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 15221-1: Facility Management – Part 1: Terms and definitions.** Bruxelas: CEN, 2006.

EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.** 2. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

ESTUDIO BIM. **O que é OmniClass?** Disponível em: https://estudiobim.com.br/o-que-e-omniclass/. Acesso em: 02 jan. 2025.

HOU, Cynthia.; LAI, Joseph.; WU, Hao; WANG, Tong. **Digital twin application in heritage facilities management: systematic literature review and future development directions.** Engineering, Construction and Architectural Management, v. 31, n. 8, p. 3193-3221, 2024. https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2022-0596.

INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION. **Energy efficiency indicator summary report.** Houston: International Facility Management Association, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) 22263:2008-01. **Organization of information about construction works - Framework for management of project information.** International Standard, 2008.

KOCH, Christian; HANSEN, Geir Karsten; JACOBSEN, Kim. **Missed opportunities: two case studies of digitalization of FM in hospitals.** Facilities, 2019. DOI: 10.1108/f-01-2018-0014.

OZTURK, Gözde Başak. **Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry.** Automation in Construction, v. 113, 2020, p. 103122. ISSN 0926-5805. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103122.

PENTTILÄ, Hannu; RAJALA, Marko; FREESE, Simo. **Building Information Modelling of Modern Historic Buildings.** Proceedings of the 25th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe), 2007. Disponível em: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:54070327.

RASHEED, Adil; SAN, Omer; KVAMSDAL, Trond. **Digital Twin: Values, Challenges and Enablers.** arXiv, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.01719.

SOLIMAN-JUNIOR, João; BALDAUF, Juliana Parise.; TZORTZOPOULOS, Patrícia; KAGIOGLOU, Mike; HUMPHREYS, J. S.; FORMOSO, Carlos Torres. **Projeto de edificações com uso de BIM: potencialidades e diretrizes básicas de modelagem visando ao atendimento a especificações de desempenho.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 588, p. 032003, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/588/3/032003.

TANG, Pingbo; HUBER, Daniel; AKINCI, Burcu; LIPMAN, Robert; LYTLE, Alan. **Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques.** Automation in Construction, v. 19, n. 7, p. 829-843, nov. 2010. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.06.007.

TOMCZAK, Artur; BERLO, Léon Van; BOLPAGNI, Marzia; KRIJNEN, Thomas; BORRMANN, Andre. **A review of methods to specify information requirements in digital construction projects.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, [S.l.], v. 1101, p. 092024, 2022.

VENUGOPAL, Manu; EASTMAN, Charles M.; SACKS, Rafael; TEIZER, Jochen. **Semantics of Model Views for Information Exchanges Using the Industry Foundation Class Schema.** Advanced Engineering Informatics, v. 26, n. 2, p. 411–428, abr. 2012. DOI: 10.1016/j.aei.2012.01.005.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs.** Automation in Construction, v. 38, p. 109–127, mar. 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.10.023.

XU, Xiao; MUMFORD, Tim; ZOU, Patrick X. W. **Life-cycle building information modelling (BIM) engaged framework for improving building energy performance.** Energy and Buildings, v. 231, p. 110496, out. 2020. DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110496.00-621.