

TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA EVOLUÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM): ANÁLISE TEÓRICA DAS DIMENSÕES TRADICIONAIS AOS PARADIGMAS EMERGENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Hortência Santos Teixeira Bonfante. Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG

enghortenciateixeira@gmail.com

Angelo Palmisano. Instituição: Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG

angelo.palmisano@univag.edu.br

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar uma análise teórica das dimensões tradicionais e consolidadas associadas ao *Building Information Modeling* (BIM) frente as novas demandas originadas na área da construção civil, visando explorar como essa metodologia pode contribuir para a superação desses desafios e a otimização dos processos construtivos. A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho é de natureza aplicada, com objetivos exploratórios qualitativos e envolveu procedimentos técnicos de levantamento de dados bibliográficos. O BIM revolucionou a indústria da construção civil, proporcionando melhorias significativas na eficiência, colaboração e precisão ao longo do ciclo de vida dos projetos. Em se tratando das dimensões tradicionais do BIM pode-se relacionar o modelo de construção as informações quanto ao seu formato físico, ao tempo necessário para a construção, ao custo relativo àquela implementação, a sustentabilidade e a manutenção da edificação. Este estudo fornece informações a respeito do referencial teórico sobre as dimensões do BIM, e como este assunto vem sendo tratado na área de construção civil nos últimos anos. Como resultado, observou-se que os paradigmas emergentes na construção civil relacionados a interoperabilidade, colaboração, inovação e sustentabilidade, ainda se encontram em desenvolvimento no BIM, contudo, representam uma possibilidade, baseada no potencial que apresentam de causar um impacto positivo e significativo nesse setor, aliás necessário. Para que o BIM possa alcançar seu pleno potencial, será necessário que a indústria da construção civil desenvolva padrões e diretrizes para o seu uso. Além disso, os profissionais envolvidos no planejamento de construções precisam ser treinados e capacitados para utilização do BIM de forma adequada, explorando assim todas as potencialidades que este processo metodológico propõe.

Palavras-chave: BIM, *Building Information Modeling*, Dimensões do BIM, Compatibilização de Projetos, Eficiência.

Data de recebimento: 02/08/2024

Data do aceite de publicação: 15/08/2024

Data da publicação: 31/08/2024

TRENDS AND CHALLENGES IN THE EVOLUTION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): THEORETICAL ANALYSIS OF TRADITIONAL DIMENSIONS TO THE EMERGING PARADIGM IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT

This paper presents a theoretical analysis of the traditional and consolidated dimensions associated with Building Information Modeling (BIM) in the face of new demands arising in the construction industry. The aim is to explore how this methodology can contribute to overcoming these challenges and optimizing construction processes. The research methodology adopted in this work is of an applied nature, with qualitative exploratory objectives, and involved technical procedures for collecting bibliographic data. BIM has revolutionized the construction industry, providing significant improvements in efficiency, collaboration, and accuracy throughout the project lifecycle. This study provides information on the theoretical framework regarding the dimensions of BIM and how this subject has been addressed in the construction industry in recent years. As a result, it was observed that emerging paradigms in the construction industry related to interoperability, collaboration, innovation, and sustainability are still under development in BIM. However, they represent a possibility based on their potential to have a significant positive impact on this sector. For BIM to reach its full potential, the construction industry will need to develop standards and guidelines for its use. Additionally, professionals involved in construction planning need to be trained and qualified to use BIM appropriately, thus exploring all the potentialities that this methodological process offers.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, BIM Dimensions, Compatibility of Project Design, Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a complexidade crescente dos projetos na indústria da construção civil, demandaram o uso de novas metodologias e ferramentas no processo de projeto e construção. Softwares tradicionais, como *Computer Aided Design* (CAD) não são mais suficientes, por servirem como pranchetas eletrônicas e não possibilitarem a agregação de informações reais aos modelos da construção, isto é, novas dimensões exigidas nos projetos construtivos.

A metodologia *Building Information Modeling* (BIM) surge a partir de um conjunto de tecnologias que utilizam diversas ferramentas capazes de possibilitar a construção de um modelo virtual da construção, a partir das diversas dimensões que compõem um projeto construtivo, sua forma física, cronogramas, insumos, mão de obra, custos, impactos ambientais, dentre outros.

Isso permite uma melhor visualização e análise do projeto, o que pode levar a uma redução de erros e custos, tanto na construção, quanto na manutenção da edificação. Entretanto, a tecnologia BIM ainda se encontra em um processo de difusão e utilização.

O nível de detalhamento empregado no BIM é denominado de *Level of Development* (LOD), representado por um conjunto de especificações. O LOD define os diferentes estágios de desenvolvimento de um modelo BIM, desde um modelo conceitual até o modelo de como foi construído (*As Built*). Esse último, identifica e documenta todas as alterações ocorridas na obra em relação ao seu projeto executivo inicial.

O LOD é relevante para a comunicação clara entre os profissionais que lidarão com a construção durante o processo de projeto e edificação, uma vez que auxilia a evitar erros de incompatibilidade, o que poderia ocasionar atrasos no cronograma, assim como incorrer em custos adicionais da obra.

Outro aspecto de importância a ser considerado é relativo a escalabilidade do BIM. À medida em que um projeto avança, o modelo BIM pode ser atualizado para refletir o nível de detalhamento necessário, possibilitando assim que possam se concentrar esforços nos detalhes mais relevantes para cada fase do projeto.

Uma evolução na forma de trabalho com a utilização do BIM trata do conceito que detalha as informações necessárias ao projeto ou *Level of Information Need* (LOIN). Nesse sentido, uma escala apresenta o nível de detalhamento de informações que um usuário precisa para tomar uma decisão.

O objetivo geral deste artigo é realizar uma análise teórica das dimensões do BIM na construção civil, tomando como base os conhecimentos reportados na literatura dos últimos anos. Tem-se como objetivos específicos:

- a) Apresentar as dimensões tradicionais do BIM e os conceitos de LOD e LOIN;
- b) Analisar as contribuições para a compreensão dessas dimensões e conceitos; e
- c) Identificar tendências e desafios para a evolução do BIM.

Os diversos softwares de projeto de construção permitem a exportação dos arquivos em diversos formatos. O *Industry Foundation Classes* (IFC), é um formato de arquivo aberto que permite a troca de informações entre softwares de projeto de construção. Ele é um padrão internacional desenvolvido pela *Building Smart International*, uma organização sem fins lucrativos que promove a adoção do BIM.

O IFC é um formato de dados estruturado que representa as informações de um projeto de construção em um modelo 3D. Ele pode ser usado para armazenar informações sobre geometria, materiais, componentes, equipamentos, custos, cronogramas, dentre outras. É, portanto, uma ferramenta importante para a colaboração entre diferentes disciplinas e profissionais da construção civil, pois permite que os projetistas compartilhem informações de forma eficiente e precisa, o que pode ajudar a evitar erros e retrabalhos.

O formato IFC também é uma solução para a dependência do formato de dados exclusivo de seus fabricantes. Com ele, os projetistas não precisam se preocupar com a compatibilidade de softwares. Eles podem usar qualquer software que suporte o IFC para criar e compartilhar seus modelos. No entanto, poucos softwares permitem uma efetiva troca de informações entre si, sendo assim dependentes do formato de dados exclusivo de seus fabricantes.

Esta pesquisa poderá contribuir para um melhor entendimento acerca de ferramentas que auxiliam em projetos de construção civil, sobretudo a ferramenta BIM, escolhida para este estudo por contribuir significativamente para a melhoria da qualidade e produtividade das obras. A partir da disseminação sobre os conceitos e utilidades dessa metodologia, educadores, engenheiros e arquitetos, além de gestores públicos e privados poderão ser beneficiados, bem como toda a sociedade e o meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As Dimensões do BIM

A metodologia BIM revolucionou a indústria da construção civil, proporcionando melhorias significativas na eficiência, colaboração e precisão ao longo do ciclo de vida dos projetos. Contribuiu ainda para implementar qualidade nas informações construtivas. A compreensão das dimensões do BIM é necessária para a adoção dessa metodologia.

As dimensões tradicionais e consolidadas do BIM estão associadas ao seu formato físico, tempo, custo, sustentabilidade e a manutenção da construção. Para Silva, J. (2019), é possível a identificação das cinco principais dimensões do BIM, como sendo: 3D, 4D, 5D, 6D e 7D. Adicionalmente, Karmardeen (2010) e Silva, T. (2019), abordam a segurança do trabalho como uma oitava dimensão. Essas dimensões podem ser combinadas para criar um modelo BIM completo que representa todas as informações relevantes para um edifício.

Dimensão 3D

A Dimensão 3D é a representação tridimensional do projeto, constituída pela representação geométrica da construção com seus aspectos arquitetônicos e tratamento dos quesitos, hidráulicos, elétricos e mecânicos do edifício. A partir dessa dimensão será possível gerar a escalabilidade para as demais que se seguem.

Quanto aos níveis de detalhamento (LOD) e níveis de necessidade de informação (LOIN), pode-se conceituá-los como sendo o LOD um conjunto de especificações que fornece aos profissionais da construção civil as informações necessárias para criar um modelo BIM; por sua vez, o LOIN é uma escala que mede o nível de detalhamento de informações que um usuário precisa para tomar uma decisão (ISO 19650:2018).

No que tange ao desenvolvimento de ferramentas e técnicas para a modelagem 3D, os pesquisadores têm desenvolvido ferramentas e técnicas para facilitar esse tipo de modelagem para construções complexas. Essas ferramentas permitem que os profissionais da construção civil criem modelos BIM mais precisos e eficientes.

Segundo Maciel (2019), na modelagem baseada em sólidos, também conhecida como modelagem booleana, os objetos são compostos por primitivos, como cubos e esferas. Essas formas básicas são combinadas por meio de operações booleanas para criar formas complexas e realistas.

Dimensão 4D

A Dimensão 4D, ao introduzir a possibilidade de analisar o fator tempo nos projetos construtivos, trata do desenvolvimento de metodologias para a integração do cronograma com o modelo BIM 3D, as quais estão sendo utilizadas para integrar o cronograma de uma construção com aquele modelo. Tais metodologias permitem que os profissionais da construção civil visualizem o cronograma da construção a partir do modelo concebido em 3D, o que poderá ajudar a identificar possíveis problemas e possibilitar a otimização do cronograma. Observa-se que não somente no âmbito mundial, mas também pesquisadores brasileiros têm desenvolvido ferramentas para analisar o modelo BIM em 4D (Silva et al., 2022).

É possível, ainda, aferir sobre o desenvolvimento de ferramentas para a análise de 4D. Essas ferramentas permitem que se visualize o impacto das mudanças no cronograma da construção, o que pode auxiliar a reduzir atrasos e custos na construção. As ferramentas de análise de 4D permitem a visualização do impacto das mudanças no cronograma da construção (Azhar et al., 2018).

Dimensão 5D

A Dimensão 5D incorpora os custos demandados ao modelo BIM concebido, permitindo acurada avaliação das mudanças no orçamento da construção. A característica central dessa dimensão está relacionada a gestão financeira do projeto, tanto no que se refere as demandadas no processo construtivo, quanto aquelas decorrentes da manutenção da construção.

Destaque-se que nessa dimensão as possibilidades de simulação de preços e custos podem contribuir para propostas que visem a redução de desperdícios financeiros. A visualização do impacto das mudanças no orçamento da construção, pode auxiliar na redução dos custos da construção.

Dimensão 6D

Na sexta dimensão estão presentes os indicadores de sustentabilidade para o BIM, os quais possibilitam avaliar o impacto ambiental e social de um projeto. O desenvolvimento desses indicadores de sustentabilidade para o BIM é um desafio, pois é necessário considerar uma ampla gama de fatores ambientais, sociais e econômicos específicos para cada localidade onde o projeto da construção esteja envolvido. No entanto, é um desafio necessário para promover a sustentabilidade na construção civil.

Ainda no que tange a sustentabilidade, pode-se fazer o uso de ferramentas para analisar o modelo BIM em 6D, o que permite a visualização do impacto das mudanças nos aspectos ambientais e sociais de um projeto, o que pode ajudar a reduzir o impacto ambiental e social da construção. O detalhamento produzido nessa dimensão auxilia na avaliação dos princípios *Environment, Social and Governance* (ESG) para que possam ser incorporados no projeto construtivo.

Dimensão 7D

Por sua vez, na Dimensão 7D são tratados os quesitos afetos a operação e manutenção da edificação, isto é, a partir do ciclo de vida da construção. Neste sentido, trata da documentação das informações do projeto e da construção objetivando-se registrar cada ação feita no projeto, facilitando, assim, elucidar dúvidas futuras e facilitar decisões futuras sobre manutenções que se façam necessárias. Esta dimensão trata de um importante quesito relacionado a dimensão histórica e documental do projeto, sua memória portanto, quesito imprescindível que possibilitará, conforme mencionado, implementar racionalidade nas atividades de manutenção da obra.

Dimensão 8D

Karmardeen (2010) afirma que a segurança no trabalho pode ser considerada como a oitava dimensão em projetos que utilizam a metodologia BIM, objetivando complementar as demais dimensões, implementando a gestão de segurança, saúde e sustentabilidade do projeto de construção. Envolve o uso de ferramentas e processos para prever e gerenciar riscos de segurança no local de trabalho, garantindo a conformidade com as regulamentações de segurança e saúde, bem como promove práticas de construção sustentáveis.

Cada uma dessas dimensões é uma representação no projeto, conforme apresentadas na Figura 1, que agregam aspectos relevantes que possibilitam seu aprimoramento. Se configuram como uma evolução ao longo do tempo na metodologia BIM e objetivam atender as novas demandas originadas na construção civil.

Figura 1
Dimensões Consolidadas do BIM



Fonte: elaborada pelos autores.

Adicionalmente às oito dimensões que se apresentam de forma consolidada na metodologia BIM, cabe destacar potenciais novas dimensões nessa metodologia, que devem decorrer a partir das atuais tendências na indústria de construção, tais como a integração de aspectos relacionados ao bem-estar e à experiência no ambiente construído do usuário final por meio de ambientes adaptáveis e responsivos; utilização de realidade aumentada e virtual possibilitando interatividade no projeto; integração de artefatos relacionados a Internet das Coisas (IoT), simulação de ecossistemas complexos analisando as interações naturais, humanas, e dos ambientes construídos; e o uso de Inteligência Artificial (IA). A incorporação dessas novas tecnologias e conceitos pode gerar novas dimensões, como mencionado, ou redefinir as existentes, tornando a classificação das dimensões do BIM um desafio contínuo.

Cabe mencionar que a partir das dimensões 6 e 7 podem ocorrer inversões na nomenclatura e na abrangência das dimensões entre os diferentes softwares BIM. Isso se deve à natureza evolutiva e à diversidade de funcionalidades oferecidas por cada ferramenta. Pode-se citar como exemplo, o fato de que algumas plataformas podem agrupar as dimensões de sustentabilidade e operação e manutenção do edifício em uma única dimensão, enquanto outras podem subdividi-las em dimensões mais específicas. Além disso,

2.2 O Conceito de *Level of Development* (LOD)

Adicionalmente às dimensões do BIM e considerando que as informações de um projeto estão a elas associadas, é preciso considerar a dimensão temporal, relativa à quando essas informações devem ser integradas ao projeto, condição associada ao nível de desenvolvimento do projeto. Neste sentido, o *American Institute of Architects* (AIA) define 5 níveis de desenvolvimento - *Level of Development* (LOD). O propósito do LOD é identificar a quantidade, confiabilidade e clareza de informações do projeto em um determinado momento de seu desenvolvimento, informações estas que serão utilizadas para o planejamento, orçamento, execução e manutenção da construção. Assim, foram definidos os LODs a seguir:

LOD 100 – É uma representação esquemática simbólica, contendo apenas informações gráficas e os componentes da construção apresentados de forma preliminar. Essas informações são consideradas aproximadas no que se refere a sua forma, tamanho e localização;

LOD 200 – Se constitui de uma representação gráfica genérica que, adicionalmente às informações gráficas, também podem apresentar informações não gráficas. Nesse momento, as informações ainda são aproximadas;

LOD 300 – Apresenta um nível de detalhamento maior em relação ao nível anterior, quantidades, tamanho, forma, localização e orientação já incorporam precisão. Em função dessa característica de precisão, possibilita a especificação dos custos do projeto;

LOD 400 – Apresenta detalhes do projeto que permitem sua orçamentação, planejamento e execução;

LOD 500 – Representa o modelo como foi construído. Suas informações são suficientes para possibilitar a operação e manutenção, uma vez que já estão definitivas.

A Figura 2 apresenta os níveis de desenvolvimento, conforme são propostos no modelo LOD.

Figura 2

Níveis de Desenvolvimento LOD



Fonte: Biblus. (2024). *Notícias e insights sobre a indústria AEC e BIM*.

Observa-se, assim, na Figura 2, a evolução possibilitada pelo uso dos LODs nos projetos de construção civil representada pelo detalhamento que lhe é incorporado a partir do nível que se utiliza.

2.3 O Conceito de *Level of Information Need* (LOIN).

A Norma ISO 19650:2018, introduziu o conceito *Level of Information Need* (LOIN), instaurando novos direcionamentos para a organização e digitalização de informações sobre construções, nas quais cita-se a modelagem e o gerenciamento de informações presentes no projeto utilizando a metodologia BIM. É estabelecido que o nível de informação necessário para cada fase do projeto deve ser definido com base nas necessidades dos envolvidos. Dessa forma, um projeto completo não necessariamente tem o máximo de informações possíveis, ele deve conter o máximo de informações necessárias para sua execução com qualidade e eficiência.

O conceito do termo LOIN é trazido pela referida norma envolvendo o nível de detalhamento e a qualidade da informação necessária para atender aos requisitos de uma atividade ou processo. Ela reconhece que os requisitos de informação variam de acordo com a fase do projeto, o tipo de construção e com as necessidades dos usuários.

De forma objetiva, o LOIN considera como nível de informação necessário aquele resultante da combinação de três tipos de informações: geométricas (forma, tamanho, dimensão e posição); alfanuméricas (caracteres, dígitos, símbolos); e documentais (plantas, orçamentos, dados geográficos, licenças).

Também há a recomendação para que os profissionais atuantes no projeto trabalhem de forma conjunta para identificar as necessidades de informação em cada fase.

Apresenta-se, a seguir, uma exemplificação específica, na forma como LOD e o LOIN podem ser usados no BIM em relação a finalidade:

- Para fins de **construção**, um modelo BIM com LOD 300 pode ser suficiente para fornecer informações sobre a geometria e os materiais dos elementos construtivos. Para o mesmo fim, o LOIN define o nível de detalhamento das informações necessárias para a execução da obra, como quantidades, materiais e dimensões dos elementos construtivos;
- Para fins de **manutenção**, um modelo BIM com LOD 400 pode ser necessário para fornecer informações sobre as conexões e as características dos elementos construtivos. Nesse caso, o LOIN determina o nível de detalhamento necessário para garantir a gestão eficiente dos ativos, incluindo informações sobre sistemas, componentes, datas de instalação e fabricantes;
- Para fins de **análise de desempenho energético**, um modelo BIM com LOD 500 pode ser necessário para fornecer informações sobre as propriedades térmicas e acústicas dos elementos construtivos. E para esta finalidade, o LOIN especifica as informações requeridas para simular o comportamento energético do edifício, como propriedades térmicas, acústicas e luminosas dos elementos construtivos, além de dados sobre sistemas de HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) e de geração de energia.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa, de natureza aplicada com objetivos exploratórios qualitativos envolveu procedimentos técnicos de levantamento de dados bibliográficos,

Os aspectos metodológicos estabelecidos para o presente artigo se traduzem inicialmente pela revisão bibliográfica, realizada tomando-se como base as obras relacionadas no trabalho de Barreto (2022), que apresentou um levantamento sobre publicações relacionadas às dimensões tradicionais do BIM, realizada considerando-se artigos científicos e livros. A segunda etapa se deu por meio de uma análise teórica das dimensões tradicionais do BIM e das tendências emergentes. Essa análise contemplou os aspectos relacionados a adequada compreensão de como as dimensões tradicionais do BIM contribuem para a melhoria da construção civil.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Os avanços no desenvolvimento das metodologias do BIM são significativos e têm o potencial de revolucionar a indústria da construção civil. Esses avanços podem ajudar a melhorar a eficiência, a colaboração e a precisão ao longo do ciclo de vida dos projetos, o que pode levar a benefícios significativos para os clientes, os profissionais da construção civil, a sociedade e o meio ambiente.

Com base nas pesquisas realizadas, foi possível identificar alguns dos benefícios específicos que podem ser obtidos com o uso do BIM:

- Redução de custos: o BIM pode ajudar a reduzir custos ao melhorar a eficiência da construção, reduzir desperdícios e otimizar o cronograma;

- Melhoria da qualidade: o BIM pode ajudar a melhorar a qualidade da construção ao identificar e corrigir erros e inconsistências ainda na fase do projeto, antes da construção;
- Redução do impacto ambiental: o BIM pode ajudar a reduzir o impacto ambiental da construção ao promover a sustentabilidade e a eficiência de recursos.

No entanto, é importante ressaltar que o BIM é uma ferramenta e, como qualquer ferramenta, pode ser usada de forma adequada ou não. Para que o BIM possa alcançar seu pleno potencial, é necessário que os profissionais da construção civil, a exemplo de engenheiros e arquitetos, dentre outros, sejam treinados e capacitados para usá-lo de forma adequada.

Ademais, é relevante que a indústria da construção civil desenvolva padrões e diretrizes para o uso do BIM. Isso ajudará a garantir que seja usado de forma consistente e eficiente. Apesar dos novos desafios que envolvem o desenvolvimento do BIM os avanços ocorridos nesse processo representam um marco importante para a revolução da indústria da construção civil.

Os paradigmas emergentes na construção civil são caracterizados por uma visão mais ampla e abrangente da tecnologia, que vai além das dimensões tradicionais consolidadas do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D e 8D, centrados em quatro princípios fundamentais:

- Interoperabilidade: o BIM deve ser interoperável, de modo que os dados possam ser compartilhados e usados por diferentes partes interessadas ao longo do ciclo de vida do projeto;
- Colaboração: o BIM deve promover a colaboração entre diferentes partes interessadas, de modo a melhorar a comunicação e a tomada de decisões;
- Inovação: o BIM deve ser usado para promover a inovação na indústria da construção civil, de modo a melhorar a eficiência, a qualidade, o custo e a sustentabilidade;
- Sustentabilidade: o BIM deve ser usado para promover a sustentabilidade na indústria da construção civil, de modo a reduzir o impacto ambiental da construção.

Nesse sentido, o BIM pode auxiliar no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial com o ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (Pacto Global, 2015), a partir das metas nele propostas, nas quais podem ser verificadas as reais possibilidades de contribuição desta metodologia em função da amplitude de atuação e intervenção propiciadas pela sua utilização.

No Brasil, cabe destacar a atuação governamental no que se refere ao incentivo no setor de construção para a aplicação da metodologia BIM. A construção civil possui obstáculos na área de projetos para a compatibilização, na área de execução da obra e na área de manutenção da edificação. A implementação da Estratégia BIM BR, instituída por meio do Decreto Federal nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (Brasil, 2018), objetivou promover e difundir um ambiente adequado ao investimento em BIM e a utilização dessa metodologia no País (Brasil, 2018), contribuiu para alterar esta realidade, otimizando a forma de trabalho dos profissionais da construção no País.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os paradigmas emergentes na área da construção civil demandam novas necessidades de criação ou adaptação das metodologias BIM. Estas ações se encontram em desenvolvimento e apresentam um potencial de causar um impacto significativo na indústria da construção civil. Para que o BIM possa alcançar seu pleno potencial, é necessário que esse setor desenvolva padrões e diretrizes para o uso dessa metodologia/tecnologia. Além disso, é necessário que os profissionais da construção civil sejam treinados e capacitados para a adequada utilização do BIM.

Assim, pode-se concluir que a adoção do BIM traz benefícios significativos para a indústria da construção civil, incluindo:

- Redução de custos: o BIM pode ajudar a reduzir custos ao melhorar a eficiência da construção, reduzir desperdícios e otimizar o cronograma;
- Melhoria da qualidade: o BIM pode ajudar a melhorar a qualidade da construção ao identificar e corrigir erros e inconsistências no projeto, antes mesmo da construção ser iniciada;
- Redução do impacto ambiental: o BIM pode ajudar a reduzir o impacto ambiental da construção ao promover a sustentabilidade e a eficiência de recursos;
- Melhoria da segurança: o BIM pode ajudar a melhorar a segurança da construção ao melhorar a comunicação e a coordenação entre as diferentes partes interessadas;
- Melhoria da satisfação do cliente: o BIM pode ajudar a melhorar a satisfação do cliente ao fornecer informações precisas e atualizadas sobre o projeto.

Essa adoção é uma tendência que está ganhando força na indústria da construção civil. À medida que os paradigmas emergentes da construção civil continuam a se estabelecer, é de se esperar que as plataformas BIM possam implementá-las, é provável que a tecnologia se torne ainda mais importante para esse setor.

Com base nas pesquisas realizadas, conclui-se também que os termos LOD e o LOIN são dois conceitos importantes no BIM que definem o nível de detalhamento e de informação de um modelo de projeto e devem, portanto, ser adequadamente aplicados em cada fase do projeto.

Por fim, sugere-se para estudos futuros a ampliação deste estudo com a realização de entrevistas ou grupos focais com profissionais que já utilizam BIM, assim como, com estudantes de graduação em engenharia e arquitetura objetivando identificar como esta metodologia vem sendo ministrada nesses cursos.

REFERÊNCIAS

- Azhar, S., Hegazy, T., & Elbeltagi, E. (2018). Application of 4D BIM for construction planning and scheduling: A case study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(12), 04018036.
- Barreto, D. G. T. (2022). Análise Bibliométrica da Produção Brasileira de Artigos Científicos na Área de BIM: 2016 a 2022. 30 f. Monografia (Especialização em Gestão e Tecnologia

TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA EVOLUÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM):
ANÁLISE TEÓRICA DAS DIMENSÕES TRADICIONAIS AOS PARADIGMAS EMERGENTES NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

na Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2022.

- Biblus. (2024). *Notícias e insights sobre a indústria AEC e BIM*. Recuperado de: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- Brasil. (2018). *Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018*. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm. Acesso em: 8 out. 2020.
- ISO - International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles*. Geneva, Suíça.
- Karmardeen, Y. (2010). 8D BIM modeling tool for accident prevention through design. In: Egbu, C. (Ed.). *Procs 26th Annual Arcom Conference, 2010. Anais...* Leeds: Association of Researchers in Construction Management, p. 281- 289.
- Maciel, J. R. (2019). *Aplicação do modelo 4D como ferramenta de comunicação no canteiro de obras*. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação) – Especialização em Engenharia Digital e Tecnologia BIM. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.
- Pacto Global. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. 2015. Recuperado de: <https://www.pactoglobal.org.br/ods>. Acesso em 23 set. 2023.
- Silva, J. A., Lima, M. S., & Souza, W. S. (2022). *Desenvolvimento de ferramenta de análise de 4D para projetos de construção civil*. In *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia e Arquitetura de Computação (CBAEC)*, Natal, RN, Brasil.
- Silva, J. T. da. (2019). Introdução ao BIM - A nova realidade da AEC. In: Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM. *Anais [...]*. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–1. Recuperado de: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/276>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- Silva, T., Manta, R., Teti, B., Melhado, S., Barkokébas Junior, B., & Lafayette, K. (2019). BIM (8D) como ferramenta de gestão em segurança ocupacional: perspectivas de uso. In: *Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído*, 6. Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 636-646. DOI <https://doi.org/10.14393/sbqp19059>.