

Ferramenta de Gestão Eficaz em Obras de Construção Civil: Tendências e megatendências da metodologia Building Information Modeling (BIM)

Effective Management Tool for Civil Construction Works: Trends and megatrends in Building Information Modeling (BIM) methodology

Herramienta de Gestión Eficaz para Obras de Construcción Civil: Tendencias y megatendencias en metodología Building Information Modeling (BIM)

Recebido: 15/06/2025 | Revisado: 18/08/2025 | Aceitado: 19/08/2025 | Publicado: 21/08/2025

Claudia Campos Silva¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3650-4687>
Universidade Católica do Salvador, Brasil

E-mail: ccampossilva@gmail.br

José Vicente Cardoso Santos²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2501-6175>
Universidade Estadual da Bahia, Brasil
E-mail: vicentecardoso@uneb.br

Resumo

Considera-se a existência de um mercado cada vez mais denso e competitivo na Construção Civil, com um cenário que vem proporcionando a factibilidade da consolidação dos desafios que são impostos pelos clientes ao tempo em que consolida-se, cada vez mais, o uso da tecnologia no setor. Novos métodos vêm surgindo além da adoção de novos materiais e máquinas em concomitância à adoção das simulações virtuais que acabam por proporcionar uma melhor apresentação de projetos para os clientes, proporcionando eficiência, eficácia e qualidade, com menor custeio e prazos e isso vem sendo consolidado de forma integrada com a metodologia Modeling ou Building Information Models (BIM). Dessa maneira essa pesquisa tem como objetivo geral o registro da utilização do BIM em projetos de pequeno e grande porte com evidências das suas vantagens e desvantagens, e, como objetivos específicos a explanação do conceito BIM; a análise do software BIM (Revit®); e, comparação com o método antecessor Computer Aided Design (CAD). Para consolidar estes objetivos adota-se, como metodologia da pesquisa, uma revisão de literatura de cunho documental e histórico com lastro em materiais publicados sobre a temática com uma abordagem dos principais termos e definições utilizados na área e afins. Por fim conclui-se evidenciando as oportunidades com o uso do BIM e os seus processos além do registro da redução de riscos e erros na construção com o aumento do diferencial competitivo na confecção dos projetos e na minimização do tempo associado com a maximização dos lucros aos seus usuários.

Palavras-chave: BIM; Construção Civil; Redução de Custos; Maximização de Lucros.

Abstract

The existence of an increasingly dense and competitive market in Civil Construction is considered, with a scenario that has been providing the feasibility of consolidating the challenges imposed by clients while increasingly consolidating the use of technology in the sector. New methods have been emerging in addition to the adoption of new materials and machines in conjunction with the adoption of virtual simulations that end up providing a better presentation of projects for clients, providing efficiency, effectiveness and quality, with lower costs and deadlines and this has been consolidated in an integrated manner with the Modeling or Building Information Models (BIM) methodology. Thus, this research has as its general objective the registration of the use of BIM in small and large projects with evidence of its advantages and disadvantages, and, as specific objectives, the explanation of the BIM concept; the analysis of BIM software (Revit®); and comparison with the predecessor method Computer Aided Design (CAD). To consolidate these objectives, a literature review of a documentary and historical nature based on published materials on the subject was adopted as the research methodology, with an approach to the main terms and definitions used in the area and related topics. Finally, the study concludes by highlighting the opportunities with the use of BIM and its processes, in addition to recording the reduction of risks and errors in construction with the

¹ Universidade Católica do Salvador (UCSAL).

² Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

increase in the competitive edge in the preparation of projects and the minimization of time associated with the maximization of profits for its users.

Keywords: BIM; Civil Construction; Cost Reduction; Profit Maximization.

Resumen

Se considera la existencia de un mercado cada vez más denso y competitivo en la Construcción Civil, con un escenario que ha venido brindando la viabilidad de consolidar los desafíos impuestos por los clientes a la vez que se consolida cada vez más el uso de la tecnología en el sector. Han ido surgiendo nuevos métodos además de la adopción de nuevos materiales y máquinas en conjunto con la adopción de simulaciones virtuales que terminan brindando una mejor presentación de los proyectos para los clientes, brindando eficiencia, eficacia y calidad, con menores costos y plazos y esto se ha consolidado de manera integrada con la metodología de Modelado o Building Information Models (BIM). Así, esta investigación tiene como objetivo general el registro del uso de BIM en proyectos pequeños y grandes con evidencia de sus ventajas y desventajas, y, como objetivos específicos, la explicación del concepto BIM; el análisis del software BIM (Revit®); y, la comparación con el método predecesor Diseño Asistido por Computadora (CAD). Para consolidar estos objetivos, la metodología de investigación adoptada consiste en una revisión de literatura documental e histórica basada en materiales publicados sobre el tema, con un enfoque en los principales términos y definiciones utilizados en el área y áreas afines. Finalmente, el estudio concluye destacando las oportunidades que ofrece el uso de BIM y sus procesos, además de registrar la reducción de riesgos y errores en la construcción, el aumento de la competitividad en la preparación de proyectos y la minimización del tiempo asociado a la maximización de las ganancias para sus usuarios.

Palabras clave: BIM; Construcción Civil; Reducción de Costes; Maximización de Beneficios.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos têm causado uma transformação significativa em todos os setores, em especial nos setores das Engenharias, particularmente no setor da Construção Civil, que reflete em uma demanda crescente por projetos cada vez mais complexos e detalhados (Bernstein, 2014; Andrade & Ruschel, 2009).

Particularmente o uso do BIM na Construção Civil acaba por permitir uma abordagem compacta e integrada cada vez mais eficaz e também de forma eficiente em o processo e em o todo o ciclo de vida de um projeto, perpassando desde o seu planejamento inicial até a execução e manutenção, oferecendo cada vez mais uma plataforma de trabalho onde diferentes equipes e disciplinas passam a poder colaborar de forma simultânea e em tempo real, criando um novo modus operandi de trabalho (Smith & Tardif, 2009).

Nesse sentido essa pesquisa aborda a intensificação das demandas na construção civil como resultado do crescimento populacional e da crescente exigência por obras de alta qualidade e, em meio a um cenário onde o tempo é um recurso escasso, as opções por qualidade, prioridade, tecnologias com eficiência e eficácia (Andrade & Ruschel, 2010; Azhar, 2011).

Atualmente a opção pelo BIM representa uma solução ágil e eficiente, que permite atender tanto aos prazos apertados quanto à necessidade de sustentabilidade nos projetos, refletindo inclusive o fato de que a adoção de tecnologias mais avançadas não é apenas uma vantagem competitiva, mas uma exigência imposta pelo mercado (Bernstein, 2014; Smith & Tardif, 2009; Gomes, 2022).

Além disso, essa pesquisa enfatiza também que o avanço das tecnologias é crucial para acompanhar o crescimento da demanda por projetos na construção civil além do fenômeno de que profissionais e empresas que conseguem se adaptar a esse novo cenário tecnológico que parte para garantir que os seus projetos, não apenas atendam às demandas atuais, mas também ofereçam maior precisão, sustentabilidade e forte adaptação das futuras mudanças e desafios (Ferreira, 2020; Andrade & Ruschel, 2009; Bretas; Andery, 2009; Gomes, 2022).

Para consolidar tais avanços, a pesquisa ressalta a relevância do sincronismo e compatibilidades de projetos na construção civil, etapa considerada essencial para garantir a qualidade e a eficiência na execução das obras. Esse processo envolve a coordenação integrada de diferentes disciplinas - engenharia estrutural, elétrica e hidráulica e arquitetura - com o objetivo de prevenir conflitos e minimizar interferências que, de alguma forma, venha a comprometer o bom andamento da

construção.

Assim a metodologia de trabalho BIM está tornando-se algo obrigatório nas obras, em todo o mundo, e, em especial nas obras financiadas pelo Governo brasileiro e por tal razão as demais obras de construção civil têm demandado como sendo obrigatório para todas as obras (Thornton & Sieng, 2020).

No aspecto estatístico pode-se observar que, atualmente, segundo o que preconiza Campos (2023), quase 12% das empresas do setor da construção, que equivalem financeiramente a 5% do PIB do setor, utilizam-se do BIM em suas rotinas de trabalho, consubstanciando assim a generalização a obrigatoriedade da sua adoção como um metodologia de projeto de obras (Bernstein, 2014; Bretas & Andery, 2009).

Merece também considerar que, no Brasil, particularmente no programa habitacional Minha Casa, Minha Vida, exemplifica o impacto dessa metodologia nos grandes projetos visto que nesse programa tem-se a aplicação de modelos tridimensionais (3D) e depois expandido para dimensões adicionais, como 4D (tempo), 5D (custos), 6D (desempenho energético), 7D (operações de manutenção) e 8D (sustentabilidade) (Gomes, 2022; Campos, 2023; Sacks *et al.*, 2018).

Essas dimensões oferecem um gerenciamento integrado e preciso de todas as fases do projeto, desde sua concepção até as etapas da operação e da manutenção das edificações ao longo dos anos, promovendo uma visão completa e eficiente do ciclo de vida das obras (Thornton & Sieng, 2020).

Além disso a pesquisa também discute o papel crucial do BIM para as projeções futuras da construção civil no Brasil (Brasil, 2019; Brasil, 2020), destacando sua contribuição para a inovação, fortalecimento econômico e elevação dos níveis de eficiência e sustentabilidade em projetos de infraestrutura e evidenciando que o contínuo crescimento de pesquisas e iniciativas voltadas ao desenvolvimento e adoção do BIM no país promete transformar de forma significativa o setor, passando a criar, com isso, novas oportunidades no mercado de trabalho bem como no próprio meio acadêmico (Thornton & Sieng, 2020; Gomes, 2022).

Com isso a pesquisa tem como objetivo geral o registro da utilização do BIM em projetos de pequeno e grande porte com evidências das suas vantagens e desvantagens, e, como objetivos específicos a explanação do conceito BIM; a análise do software BIM (Revit®); e, comparação com o método antecessor Computer Aided Design (CAD).

2. Metodologia

Para consolidar estes objetivos adota-se, nesta pesquisa, uma metodologia lastreada na revisão de literatura, de cunho documental, histórico e lastreado nas publicações em artigos, livros, endereços em sítios na word wide web e em periódicos em geral sobre a temática e afins com horizonte de publicação dos últimos dez anos e em língua portuguesa e inglesa (Gil, 2018; Marconi & Lakatos, 2019; Ruiz, 2018).

A presente investigação caracteriza-se como qualitativa (Pereira *et al.*, 2018), fundamentada em revisão de literatura (Snyder, 2019), com enfoque específico na revisão narrativa (Casarin *et al.*, 2020; Rother, 2007). Para tanto, recorreu-se à base de dados do Google Acadêmico, utilizando os descritores 'BIM', 'Construção Civil', 'Redução de Custos' e 'Maximização de Lucros'. Complementarmente, foram consultados outros materiais bibliográficos pertinentes ao tema.

Ainda sobre o aspecto metodológico adota-se, a partir das publicações dos artigos encontrados com a filtragem dos descritores eleitos para a pesquisa foram escolhidos os trabalhos mais interessantes, uma análise mais aprofundada sobre o sistema BIM e os benefícios proporcionados devido ao gerenciamento de projeto. Esse processo é feito, nessa pesquisa, com a análise, riscos e dimensões fornecendo informações para o processo que envolve a tomada de decisão mais viável para reforma e estimativa de custo além da factibilidade da utilização do BIM como auxílio nas simulações de mudanças e relatos das economias nos custos de gerenciamento de projetos e materiais.

3. Resultados e Discussão

3.1 Abordagem histórica das ferramentas de projetos

Antes da era da computação, antes da década de 40 do século passado, os projetos arquitetônicos e de engenharia eram executados de forma manual, com o auxílio de equipamentos básicos, mas sempre dependentes da habilidade humana para a criação dos desenhos. A apresentação desses projetos aos clientes era feita por meio de maquetes físicas e fotografias, exigindo muito tempo e esforço dos profissionais envolvidos (Bernstein, 2014).

Na década de 1970, o surgimento do *Computer-Aided Design* (CAD) revolucionou a forma de conceber e comunicar os projetos, especialmente na construção civil. Essa tecnologia permitiu que os desenhos, antes feitos manualmente, fossem elaborados digitalmente, com maior precisão e rapidez, impactando significativamente a produtividade e a eficiência do processo de projeto (Souza & Martins; Monnerat, 2016).

Dessa maneira o CAD possibilitou a criação de desenhos mais complexos e detalhados, ao mesmo tempo que facilitou a documentação técnica, promovendo uma comunicação mais clara entre os diferentes atores dos projetos, pois além de aumentar sobremaneira a precisão além de reduzir sobremaneira o tempo que for necessário para a elaboração de projetos, o CAD introduziu a capacidade de gerar múltiplas versões de um mesmo projeto de forma rápida e prática. Esse recurso se mostrou essencial à medida que os projetos tornam-se com maior complexidade e as soluções exigiam maior detalhamento (Campos, 2015).

Assim a história do BIM, também conhecido por Modelagem da Informação da Construção, remonta a várias décadas e reflete a evolução de técnicas e tecnologias aplicadas na arquitetura, engenharia e construção (AEC). É importante considerer que o conceito de BIM foi, de fato, antecipado muito antes do termo ser popularizado, com o desenvolvimento de tecnologias de modelagem digital para representar edifícios em 3D e a integração de informações durante o ciclo de vida desses projetos (Eastman, 1975; Laiserin, 2002; Sacks *et al.*, 2018; CHATGPT, 2024).

Esse início de implementação ocorreu nas décadas de 1960 e 1970, com o avanço das tecnologias computacionais que permitiu a criação de modelos geométricos em três dimensões (3D), que serviam como protótipos virtuais dos edifícios. Já na década de 1980, a ideia de incluir informações adicionais ao modelo geométrico começou a tomar forma (Azhar & Heavin; Neria, 2012).

Eastman (1975) foi reconhecido como grande colaborador dessa visão, apresentando um sistema onde os elementos de construção eram representados não apenas em termos geométricos, mas também com suas respectivas propriedades. Esse conceito básico formou a fundação do BIM, que na época era conhecido como “Building Product Models” (Eastman, 1975).

O *software* RUCAPS, desenvolvido em 1984, é um exemplo precursor que trazia algumas funcionalidades hoje reconhecidas como parte da metodologia BIM, oferecendo maior coordenação para projetos complexos. O RUCAPS (*Really Universal Computer-Aided Production System*) é um sistema de CAD (*Computer-Aided Design*) criado no início dos anos 1970 pela empresa britânica GMW Computers Ltd (Souza; Martins & Monnerat, 2016).

Desenvolvido para auxiliar no design e gerenciamento de grandes projetos arquitetônicos, o RUCAPS é considerado um precursor dos sistemas de BIM. Ele permitia que os profissionais arquitetônicos criassem modelos digitais detalhados de projetos de construção, ajudando a planejar e visualizar etapas complexas da construção em um ambiente digital (Eastman, 1975).

Observa-se também que, a partir dos anos 1990, já com o advento de *softwares* como ArchiCAD e o crescimento das capacidades de computação gráfica, o uso de modelos digitais se tornou mais difundido na prática da construção. Esses primeiros *softwares* eram limitados em funcionalidades, mas introduziam a possibilidade de representar e manipular dados associados aos elementos construtivos (Souza; Martins & Monnerat, 2016).

Com isso o termo "BIM" foi oficialmente cunhado no início dos anos 2000, com publicações que consolidaram seu conceito e destacaram o potencial transformador da metodologia no setor AEC. Em 2002, Jerry Laiserin popularizou o termo "*Building Information Modeling*", posicionando-o como uma revolução no gerenciamento de informações e na interoperabilidade entre as diversas disciplinas do setor (Laiserin, 2002).

Em continuidade e sucesso de implementação o desenvolvimento do BIM ganhou impulso nos anos seguintes, principalmente com a chegada de *softwares* robustos como o Revit, lançado em 2000, que foi projetado especificamente para dar suporte à modelagem paramétrica com a capacidade de gerar automaticamente documentos a partir do modelo 3D de maneira a vir a ser reconhecido como uma prática que poderia reduzir o tempo e os custos dos projetos durante o ciclo de vida, e que acaba por promover uma abordagem colaborativa entre profissionais engenheiros, arquitetos *etc* (Azhar *et al.*, 2012).

Com isso a tecnologia BIM atualmente é vista como essencial para a construção digital e sustentável, sendo utilizada para melhorar a eficácia e a eficiência bem como promove a redução de erros e otimizar o conjunto de recursos que envolvem o longo do ciclo de vida de edificações e infraestruturas (Gomes, 2022).

Com esse cenário e com o aumento do acesso a tecnologias inovadoras, o *Building Information Modeling* (BIM), muda a maneira de conceber, planejar e executar obras de forma drástica, pois essas tecnologias acabam por oferecer um conjunto de novas ferramentas para a elaboração de projetos para melhorar ainda mais a procura por esses serviços, pois trata-se de um conjunto de processos de criação e gerenciamento de informações de um projeto de construção (Thornton; Sieng, 2020).

Também é importante registrar que o sistema ganhou notoriedade ao ser utilizado em projetos complexos, como o desenvolvimento do aeroporto de *Heathrow*, em Londres, sendo um dos primeiros *softwares* a permitir uma leitura em colaboração e integrada para o design e planejamento de edifícios (Smith & Tardif, 2009).

Em resumo, a evolução do BIM reflete a integração progressiva de dados e o avanço das ferramentas digitais para representar, simular e otimizar construções de forma integrada. A metodologia continua a evoluir com a adoção de tecnologias emergentes, a exemplo da própria realidade aumentada bem como a inteligência artificial, que estão expandindo ainda mais o potencial de aplicação do BIM na indústria da construção civil.

3.2 A adoção do BIM: no mundo e cenários no Brasil

Assim, a adoção do BIM foi impulsionada por iniciativas governamentais e pelo reconhecimento de seu potencial para aumentar a eficiência, diminuir falhas e promover a sustentabilidade (Azevedo, 2020; Costa, 2015; Gomes, 2022).

Além disso, o avanço contínuo das tecnologias, tem-se impulsionado a evolução do BIM e essas inovações permitem maior automação e integração, aumentando a precisão na execução de projetos e na gestão de obras. Dessa forma, o BIM reflete a constante busca da indústria da construção por melhorias em eficiência, sustentabilidade e precisão (Silva, 2020; Gomes, 2022).

A metodologia BIM tem então consolidado-se como uma ferramenta essencial no setor da construção civil global, sendo institucionalizada em diversos países por meio de legislações que exigem seu uso obrigatório em projetos de construção. Países como Reino Unido, Noruega, Dinamarca e Singapura implementaram regulamentos que exigem o BIM em obras públicas e privadas, reconhecendo seus benefícios em termos de redução de custos, eficiência, eficácia e um controle maior sobre os projetos (Martins, 2020; CHATGPT, 2024).

Essa obrigatoriedade trouxe uma transformação significativa na forma de desenvolver e gerenciar projetos, promovendo melhorias qualitativas na construção civil desses países (Silva, 2021).

No Brasil, embora o BIM ainda não seja obrigatório em todos os projetos, sua adoção tem crescido progressivamente. O mercado brasileiro de construção civil acolheu positivamente a metodologia, uma vez que o BIM supera as limitações do CAD (Computer-Aided Design), que dominou o setor por décadas (Brasil, 2019; Brasil, 2020).

O BIM auto-suplanta-se, pois além da criação de modelos em três dimensões, integra informações detalhadas sobre os aspectos do projeto, como custos, prazos, desempenho energético e manutenção da edificação. Dessa forma, o BIM acaba por destacar-se como instrumento indispensável para o futuro da construção no Brasil (Silva, 2019; CHATGPT, 2024).

A implementação do BIM nas empresas brasileiras tem resultado em mudanças significativas na forma como as equipes de projeto atuam e trabalham de forma geral. A metodologia exige uma abordagem mais colaborativa e integrada, envolvendo diferentes disciplinas em um ambiente de trabalho compartilhado.

Também merece considerar que a introdução da metodologia BIM no Brasil representou um desafio significativo para muitas empresas, principalmente aquelas acostumadas a operar de forma segmentada, com departamentos isolados. A adaptação ao BIM exige uma reorganização dos processos internos e melhor coordenação entre os profissionais, além da necessidade de novas ferramentas tecnológicas para suportar o fluxo de trabalho (Ferreira, 2020).

Em suma, a implementação do BIM no Brasil, apesar de ainda não ser obrigatória por lei, já registrou impacto significativo no setor da engenharia e construção civil. A superação das dificuldades iniciais e a mudança no comportamento das equipes trouxeram resultados expressivos, evidenciando o potencial transformador do BIM na construção civil do país (Andrade & Ruschel, 2009).

3.3 BIM: conceitos, definições, características principais e composições

3.3.1 Conceitos

O BIM então é uma metodologia que combina modelagem tridimensional com processos colaborativos com fins de criação de modelos digitais de construções. Sua aplicação não se restringe a edifícios, abrangendo também obras de engenharia civil como pontes, túneis, estradas, barragens e infraestrutura urbana.

O BIM inclui tanto os elementos estruturais (viga, pilares, fundações) quanto os não estruturais (sistemas elétricos, hidráulicos e de ventilação), integrando todos os aspectos de um projeto e todas as suas fases.

A principal característica do BIM é a sua possibilidade de centralizar e integrar informações em um modelo tridimensional atualizado em tempo real, o que proporciona uma visão abrangente do projeto. Tratando-se esse modelo como um repositório de informações técnicas, como especificações de materiais, custos, cronogramas e análise de desempenho energético (Andrade & Ruschel, 2009).

Dessa forma, o BIM acaba por facilitar o processo de comunicação e a coordenação entre todos os envolvidos no projeto, eliminando a necessidade de múltiplos conjuntos de plantas e documentos manuais. O BIM também oferece uma maneira eficiente de transmitir informações ao longo do ciclo de vida do projeto, sem depender de desenhos técnicos em papel, reduzindo a margem de erro e minimizando retrabalhos. Em projetos grandes e complexos, essa capacidade de integração é crucial para evitar o conjunto de falhas no processo de comunicação e que possam vir a resultar em atrasos e custos adicionais (Eastman, 1975; CHATGPT, 2024; Ferreira, 2020).

3.3.2 Definições

O BIM é uma metodologia que combina tecnologia de modelagem digital com processos colaborativos integrados, que estão revolucionando os projetos, na sua forma, no seu planejamento, construção e gestão. Através do BIM, é possível criar modelos de construção altamente detalhados que incorporam informações variadas, como dados de engenharia,

cronogramas e custos, sem a necessidade de desenhos detalhados em papel. Isso representa uma mudança significativa na construção civil, proporcionando maior eficiência, precisão e integração em todas as etapas (Coelho, 2017).

A definição e a padronização do BIM no Brasil seguem normas específicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que ajudam a orientar e estruturar sua aplicação nos projetos de construção. Uma das normas mais relevantes é a ABNT NBR 15965, que trata da representação e troca de informações na construção civil, e a ABNT NBR ISO 19650, que aborda a organização e digitalização do conjunto de informações que versam sobre as edificações e o conjunto de obras de Engenharia Civil, incluindo BIM (ABNT NBR ISO 19650, 2020; ABNT NBR 15965, 2011).

Então, conceitualmente, o BIM é definido como uma metodologia que promove a partilha de informações entre todos os envolvidos no ciclo de vida de uma edificação, abrangendo desde o projeto e construção até a manutenção e desconstrução. Ele também facilita a integração entre diferentes disciplinas, como arquitetura e engenharia, através da criação de um modelo digital tridimensional acessível por meio de *softwares* específicos, que permite a construção virtual da obra antes de sua execução (Eastman *et al.*, 2018).

Além disso, os modelos digitais gerados pelo BIM não apenas contêm dados geométricos, mas também informações sobre as propriedades e atributos dos elementos da edificação, como suas características mecânicas, duração e custo de construção. Além disso, esses modelos armazenam informações paramétricas e permitem o fluxo de trabalho entre as diversas atividades do processo de construção, promovendo a integração funcional entre as fases do projeto (Coelho, 2017).

3.3.3 Composição técnica: softwares envolvidos e suas camadas

A composição de *software* do BIM inclui diversas ferramentas que permitem a modelagem, análise, simulação e coordenação de projetos de construção em um ambiente virtual integrado (Autodesk, 2024).

Os principais *softwares* envolvidos na metodologia BIM abrangem: plataformas de modelagem, como o Autodesk Revit e o ArchiCAD, utilizadas para criar modelos tridimensionais com informações detalhadas sobre os elementos construtivos; *softwares* de análise estrutural, como o Robot Structural Analysis, que permitem a verificação da viabilidade estrutural das edificações; e ferramentas de coordenação e gerenciamento de projetos, como o Navisworks, que auxiliam na detecção de interferências (clash detection) e no planejamento de obras (Brasil, 2020; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020).

Segundo o que nos ensina Coelho (2017), o desenvolvimento de uma plataforma que permita a fusão dessas informações não é algo apenas recomendável e até desejável, mas também uma necessidade de trabalhar todo o projeto como um único produto, permitindo que todos os departamentos envolvidos atuem de forma disciplinada no processo de desenvolvimento. De uma perspectiva mais ampla, então, o BIM é um modelo que é dividido em quatro camadas distintas que representam quatro camadas distintas:

1. A camada de domínio é o nível mais alto e fornece um conjunto de módulos específicos de campo para a indústria da construção.
2. A camada de Interoperabilidade ou Elementos Compartilhados fornece um conjunto de módulos que têm a função de definir os conceitos ou o conjunto de objetos comuns a vários tipos de aplicações.
3. A camada intermediária contém o núcleo e algumas extensões. A camada de recursos fornece classes que são usadas em níveis mais altos. Os sistemas hierárquicos são projetados de tal forma que as entidades em um nível só podem ser relacionadas por referência a entidades do mesmo nível ou inferior, e não podem ser relacionadas a entidades de um nível superior.

Além disso, *softwares* para análise de desempenho energético, como o Green Building Studio e o IESVE, são fundamentais para proporcionar a garantia de que as construções venham a ser sustentáveis e eficientes (Almeida, 2018).

A primeira camada, chamada BIM 2D, refere-se ao uso de desenhos bidimensionais, sendo o estágio mais básico da metodologia. Nesse nível, o foco está na documentação do projeto, sem a incorporação de inteligência ou interatividade entre os componentes. Trata-se de uma representação tradicional, com informações limitadas (Campos, 2019).

A segunda camada, BIM 3D, representa uma evolução significativa, pois os elementos do projeto passam a ser modelados em três dimensões. Essa modelagem tridimensional oferece uma visualização mais precisa da geometria da construção e facilita a detecção de possíveis conflitos entre sistemas (Silva, 2021).

O BIM 4D acrescenta o fator tempo ao modelo tridimensional, vinculando os componentes da construção a um cronograma de execução. Isso possibilita a visualização do progresso da obra ao longo do tempo, sendo uma camada crucial para o planejamento e monitoramento do projeto, permitindo maior controle sobre as etapas da construção (Campos, 2019).

Assim o conceito de BIM 4D refere-se à integração do fator temporal no modelo digital, permitindo que o projeto seja visualizado e analisado ao longo de seu ciclo de vida, abrangendo desde o planejamento até a execução das diversas fases da construção. Essa evolução oferece um novo nível de detalhamento e controle sobre o andamento das obras, permitindo que as equipes de projeto e execução acompanhem o progresso de forma dinâmica (Silva, 2021).

Ao adicionar o tempo ao modelo BIM, cria-se uma representação visual e interativa do cronograma de construção. Com isso, os profissionais envolvidos podem visualizar a progressão da obra em etapas, facilitando a identificação de possíveis conflitos, atrasos ou incompatibilidades antes que esses problemas se materializem no canteiro de obras. Isso promove um planejamento mais eficaz e preciso, além de melhorar a coordenação entre as diferentes fases e equipes responsáveis pela construção (Martins, 2020).

A integração do tempo no BIM 4D torna-se uma ferramenta poderosa para a gestão de projetos, uma vez que passa a oferecer uma visão diferenciada e mais clara além de que, em tempo real, acompanhar o avanço das obras. Além de permitir um acompanhamento mais próximo das etapas de construção, essa dimensão temporal auxilia no ajuste de cronogramas e na otimização de recursos, garantindo que o projeto siga dentro dos prazos estipulados e com maior eficiência (Campos, 2019; Silva, 2021).

Em resumo, o BIM 4D representa um avanço significativo na gestão de projetos de construção, ao incorporar o tempo como uma dimensão essencial para o planejamento e execução das obras. Essa ferramenta não apenas melhora a coordenação e o acompanhamento das fases do projeto, como também antecipa possíveis problemas, resultando em processos mais eficientes e bem-sucedidos (Campos, 2019).

Já a camada BIM 5D introduz o dimensionamento de custos, permitindo que informações financeiras sejam associadas aos componentes do projeto. Com o BIM 5D, é possível estimar custos em tempo real à medida que o modelo é desenvolvido, o que facilita a gestão financeira e a tomada de decisões mais precisas (Campos, 2019; Silva, 2021).

Ao facilitar o monitoramento dos custos e assegurar o cumprimento de contratos, o BIM 5D se torna uma ferramenta fundamental para proporcionar a garantia de que o projeto atenda às especificações acordadas e permaneça dentro dos limites orçamentários estabelecidos. Esse nível de controle sobre as finanças do projeto contribui para proporcionar a redução do conjunto de riscos, além de melhorar a eficiência e oferecer maior transparência ao processo de construção (Campos, 2019).

A introdução da quinta dimensão, conhecida como BIM 5D, incorpora informações financeiras e contratuais no modelo, ampliando ainda mais o escopo da ferramenta. Essa dimensão adicional possibilita a gestão de custos e orçamentos de forma integrada ao projeto, permitindo uma visão completa e em tempo real das despesas ao longo do ciclo de vida da construção (Silva, 2021).

A dimensão BIM 5D abrange a estimativa de custos, o acompanhamento de orçamentos e a análise de aspectos contratuais. A integração desses elementos no modelo digital facilita o controle financeiro e a adaptação de despesas, permitindo que os profissionais façam ajustes quando necessário. Isso resulta em um gerenciamento financeiro mais preciso e eficiente, evitando surpresas e excessos de orçamento. Além disso, o BIM 5D auxilia no cumprimento dos requisitos contratuais e empresariais, garantindo que as demandas e expectativas dos clientes sejam atendidas nas entregas do projeto (Martins, 2020).

Em síntese, a dimensão 5D do Building Information Modeling (BIM) estabelece uma articulação fundamental entre o planejamento financeiro, a gestão contratual e a execução das obras, viabilizando um monitoramento mais preciso e eficiente tanto dos custos quanto dos processos empresariais que permeiam a construção (Martins, 2019; Silva, 2020).

O BIM 6D integra questões de sustentabilidade ao modelo, incorporando aspectos como eficiência energética, análise de ciclo de vida e impacto ambiental. Essa camada ajuda os profissionais a projetarem edifícios mais sustentáveis e eficientes, refletindo uma preocupação crescente com a construção de edificações ecologicamente responsáveis (Martins, 2020).

Por fim, a camada BIM 7D foca na gestão do ciclo de vida do empreendimento após sua conclusão. Nessa fase, o modelo é utilizado para gerenciar a operação e manutenção da edificação, garantindo que todas as informações necessárias para o gerenciamento do ativo estejam disponíveis e atualizadas (Campos, 2019; Silva, 2021).

Em resumo, o BIM evolui em camadas, desde o básico BIM 2D até o avançado BIM 6D, cada uma agregando novas dimensões e informações que tornam o processo de construção mais eficaz, mais eficiente, além de colaborativo e altamente sustentável.

As plataformas de modelagem proporcionam uma representação digital da construção, permitindo maior precisão na execução dos projetos e a possibilidade de fazer simulações de diferentes fases da obra. Ferramentas de gerenciamento como o BIM 360 possibilitam o acompanhamento em tempo real das atualizações e ajustes nos projetos, promovendo a colaboração entre os diferentes stakeholders (Autodesk, 2024).

Dessa forma pode-se afirmar que o BIM então pode definir-se como sendo um conjunto de *softwares* que descrevem, em formato digital, todos os aspectos relevantes de um projeto de construção e que permitem a criação de modelos visuais tridimensionais (3D), que facilitam a visualização do resultado final do projeto e substituem as representações bidimensionais (2D) tradicionais (Martins, 2019; Silva, 2020).

Além disso, a metodologia BIM possibilita uma comunicação mais clara e concisa entre todos os especialistas envolvidos no projeto, como arquitetos, engenheiros e proprietários além de oferecer uma perspectiva única para todos os profissionais que estiverem envolvidos no conjunto de processo de construção.

Cada especialista pode visualizar o modelo digital focando nas informações mais relevantes para sua área. Arquitetos podem explorar o layout e a estética da edificação, enquanto engenheiros estruturais se concentram nas vigas e colunas, e engenheiros elétricos acessam o sistema de distribuição de energia. Essa capacidade de adaptação às diferentes especialidades é uma das principais vantagens do BIM (Almeida, 2018; Martins, 2019; Silva, 2020).

O emprego do Building Information Modeling (BIM), ao integrar informações em tempo real e incorporar a dimensão temporal, redefine de forma significativa a gestão de projetos na construção civil, uma vez que possibilita a colaboração contínua entre todos os agentes envolvidos no processo e assegura maior rigor no acompanhamento e controle dos cronogramas.

O BIM também tem se destacado nas fases iniciais de desenvolvimento de conceitos e design arquitetônico, apesar de ser mais frequentemente associado às fases avançadas do projeto. Ele está se tornando uma ferramenta indispensável desde os estágios iniciais de concepção, ampliando sua utilidade não apenas para a coordenação técnica, mas também para a criação de projetos arquitetônicos mais inovadores e bem planejados.

3.4 Capacidades e a revolução do BIM

Com esse cenário pode-se também afirmar que o BIM tem transformado a maneira como os projetos de construção são gerenciados, proporcionando maior flexibilidade e eficiência na coleta e gestão de dados (Abaurre, 2014).

A capacidade do BIM de fornecer informações detalhadas, filtradas por critérios específicos estabelecidos pelos profissionais envolvidos, é uma de suas principais vantagens. Por exemplo, um arquiteto ou engenheiro pode extrair informações sobre o piso de uma área, o valor de materiais em uma fase da construção ou a quantidade de recursos necessários para determinada etapa. Essa adaptabilidade permite uma gestão mais eficaz e decisões mais informadas, atendendo às necessidades particulares de cada projeto (Martins, 2019; Silva, 2020).

Outro benefício significativo do BIM é sua capacidade de centralizar a documentação informativa do projeto, facilitando não apenas a construção, mas também a operação e manutenção da construção após a sua conclusão. Com todas essas informações acessíveis em um único sistema, a gestão de reformas ou upgrades futuros torna-se muito mais simples e eficiente (Abaurre, 2015).

É possível também afirmar que a implementação do BIM transformou significativamente a gestão e coordenação de projetos de construção, simplificando processos complexos e passando a promover um processo de colaboração mais eficaz e também mais eficiente entre profissionais.

A centralização das informações em um modelo digital único facilita a integração multidisciplinar e melhora a comunicação entre equipes. No entanto, essa transformação exige a adaptação a novas formas de trabalho, a revisão constante dos papéis e responsabilidades, e o desenvolvimento de novas práticas de colaboração e compartilhamento de conhecimento ao longo do processo de modelagem.

O BIM proporciona uma visão global e detalhada dos projetos, permitindo uma abordagem mais coordenada e eficaz na concepção e execução de obras. Ferramentas dedicadas ao BIM estão cada vez mais focadas em integrar todas as informações em um único modelo, com aplicativos que podem conectar diferentes projetos, verificar a compatibilidade do modelo e identificar sobreposições, conflitos, erros e imprecisões.

3.5 Vantagens e desvantagens do uso do BIM

O surgimento do BIM foi uma resposta à necessidade de representações mais precisas e detalhadas dos projetos de construção. Antes do BIM, os projetos eram predominantemente realizados em 2D, com desenhos técnicos que limitavam a visualização e a análise dos edifícios e infraestruturas.

A transição para o BIM em 3D trouxe uma solução inovadora, oferecendo uma visualização tridimensional que permitiu uma compreensão mais completa e detalhada dos projetos, reduzindo erros que poderiam ocorrer com o uso de representações bidimensionais.

Embora o BIM tenha sido inicialmente projetado para atender às necessidades de design de forma isolada, a tecnologia evoluiu, permitindo a colaboração entre diferentes disciplinas. Com o tempo, os *softwares* de BIM se adaptaram para integrar dados de diversas especialidades, como arquitetura, engenharia estrutural, elétrica e hidráulica, em um único modelo digital. Isso promoveu uma visão holística do projeto e melhorou significativamente a coordenação e eficiência no processo de construção.

Não se pode negar, com o cenário exposto, que o BIM é, de fato, uma grande evolução na época, onde os projetos para serem em 3D eram apresentados por figuras geométricas e com a chegada do BIM, os projetistas passaram a elaborar suas próprias maquetes no ambiente virtual, com paredes, janelas, portas, entre outros materiais de forma mais realista e utilizando-se de outras dimensões além das dimensões espaciais.

Neste sentido pode-se elencar então um conjunto de características que elucidam as principais vantagens do uso do BIM, a citar no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens do Uso do PIM.

Vantagens do uso do BIM	Desvantagens do Uso do BIM
<ul style="list-style-type: none"> ○ Viabilização da industrialização e da pré-fabricação de peças. ○ Redução das interferências, erros e retrabalhos. ○ Atenuação dos desperdícios e geração de resíduos. ○ Aumento dos aspectos indexados à construção com manutenção de edificações e instalações. ○ Maior compreensão e entendimento dos processos de certificação com corretas instalações. ○ Passa a envolver, cada vez mais, o proprietário e o conjunto de usuários na sua fase inicial do conjunto de empreendimentos. ○ Aumento das garantias de adequação da compreensão e entendimento das premissas e requisitos. ○ Permite a modelagem feita por terceiros mantendo-se a qualidade. ○ Adesão, em todas as dimensões da modelagem, de diretrizes definidas por incorporadoras. ○ Possibilita o uso de sistemas integrados de orçamentos e planejamento. ○ Modelos de sistemas de conjunto de compras bem como o conjunto de emissão de ordens normalizados e intercambiáveis entre si. ○ Factível à medição e ao controle do conjunto de serviços realizados por empreiteiros (em todas as dimensões). ○ Uso de pequenos aparelhos nas extremidades da ação, tais como tablets e celulares <i>etc.</i> ○ Possível a adoção de práticas em que os responsáveis pelas decisões de consolidação dos projetos. ○ Possibilita a integração a sistema ERP, tais como Oracle, SAP <i>etc.</i> ○ Torna factível as ampliações das ações de gerenciamento de projetos. ○ Oferece vantagens significativas em comparação aos métodos tradicionais de modelagem. ○ Aumento da precisão no planejamento e redução de erros durante a fase de projeto. ○ O BIM possibilita maior precisão nos orçamentos. ○ Facilita a integração entre as diferentes disciplinas (arquitetura, engenharias em geral). ○ Contribui para práticas sustentáveis. ○ Modelo seja utilizado para o gerenciamento de manutenção e operação. ○ Oferece uma visualização mais precisa do projeto. ○ Identificação e mitigação de riscos antes da execução, aumentando a segurança. ○ Capacidade de integrar e sincronizar informações em tempo real. ○ Oferece plataforma que facilita a colaboração entre profissionais de diferentes áreas. ○ Capacidade de antecipar problemas. ○ Facilitação da colaboração entre as diversas disciplinas envolvidas na construção. ○ Capacidade de integrar diferentes especialidades e informações técnicas desde o início do projeto. ○ Facilita a tomada de decisões informadas, ao permitir a análise da interação entre sistemas. ○ Torna o gerenciamento de projetos mais simples e acessível. ○ Facilidade de acesso às informações e ferramentas essenciais para o gerenciamento do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Demanda de tecnologia implementada ○ Demanda de capacitação de recursos humanos ○ Demanda de integração nas extremidades da modelagem ○ Quando não modelado em de acordo à realidade proporciona tempo de correção elevado ○ Alto custo inicial para implantação, devido à necessidade de treinamento e atualização dos softwares e sistemas de planejamento da equipe. ○ Exige um maior nível de detalhamento na fase de projeto, o que pode aumentar o tempo e os custos de planejamento. ○ Dificuldades em alinhar toda a equipe ao uso do sistema, especialmente em projetos com equipes pouco experientes em BIM. ○ Alto consumo de recursos computacionais, o que pode exigir upgrades frequentes de hardware e software, impactando a sustentabilidade e custo operacional. ○ Ainda há limitações para a integração total dos dados de operação com sistemas de Facilities Management (FM), dificultando a total utilização do modelo em longo prazo. ○ A complexidade do software pode dificultar o uso pleno por profissionais com pouca familiaridade com tecnologia, limitando as vantagens nas decisões iniciais. ○ Exige um conhecimento aprofundado e específico das ferramentas de modelagem e análise, o que pode reduzir a aplicabilidade da tecnologia por trabalhadores menos qualificados.

Fonte: Adaptado de Abaurre (2015); Abnt Nbr 15965-1 (2011); Almeida (2019); Azevedo (2020); Bretas & Andery (2009); Carvalho (2020); Castro (2019); Kim (2012); Lima (2018).

O que se observa, de forma otimista, é que mesmo com uma grande demanda de tecnologia implementada, da capacitação de recursos humanos e de necessidades de cada modelagem é que o tempo elevado de correção e o alto custo associado à demanda de exigência de maior nível de detalhamento e de alinhamentos associados. Esse cenário aliado ao alto consumo de recursos computacionais, do grau de complexidade associado, mesmo assim, ainda justifica a adoção do BIM pois todas as tendências profissionais estão em consonância com essas demandas.

Portanto, o BIM representa uma revolução na modelagem e gestão de projetos, permitindo maior coordenação entre os profissionais e melhorando a capacidade de atender às expectativas dos clientes.

3.6 Tendências e megatendências do BIM

O BIM continua a evoluir rapidamente, e várias tendências estão moldando o futuro dessa metodologia na indústria da construção, considerando-se inclusive as vantagens e desvantagens do seu uso, das suas práticas e também das suas versatilidades de uso e implementação, considerando-se os seus aspectos de eficiência e de eficácia associados.

A exemplo disso pode-se citar as tendências atuais no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Tendências e megatendências do BIM.

Tendência	Considerações
Integração com Tecnologias de Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR)	A integração do BIM com recursos de Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR) possibilita que os profissionais da construção visualizem os modelos diretamente no canteiro de obras, projetando informações digitais sobre o espaço físico.
BIM em Nuvem (Cloud BIM)	O uso do BIM na nuvem está se tornando cada vez mais comum pois todas as partes interessadas podem acessar, colaborar e editar modelos BIM em tempo real, de qualquer lugar.
Automatização e Inteligência Artificial (IA) no BIM	A integração de Inteligência Artificial (IA) ao BIM está permitindo a automatização de várias tarefas, como a geração de layouts, verificação de conformidade com normas e otimização de recursos
Digital Twins (Gêmeos Digitais)	A criação de gêmeos digitais é uma das tendências mais promissoras no BIM ao tempo em que é constantemente atualizado com dados oriundos de sensores e de um conjunto de outros dispositivos IoT (Internet das Coisas).
Sustentabilidade e BIM Verde (Green BIM)	O BIM está sendo cada vez mais usado para promover práticas de construção verde pois envolve a utilização de ferramentas BIM para modelar e analisar o desempenho energético, o uso de recursos e o impacto ambiental dos edifícios.
BIM para Infraestruturas (BIM 360)	O BIM 360 envolve a modelagem de infraestruturas complexas e a coordenação entre várias disciplinas e partes interessadas além da aplicação em projetos de infraestrutura para melhorar a precisão e a redução de riscos e otimização da construção e manutenção dessas estruturas críticas.
Construção Modular e Off-site com BIM	Modelos BIM são usados para planejar e otimizar o processo de fabricação e montagem, garantindo que as peças se encaixem perfeitamente
BIM e IoT (Internet das Coisas)	A integração do BIM com a Internet das Coisas (IoT) está permitindo a criação de edifícios inteligentes, criando um feedback contínuo que pode ser usado para ajustar e otimizar o funcionamento do edifício em tempo real.
BIM para Operação e Manutenção (BIM 7D)	O uso do BIM não termina com a construção, inicia-se então a camada 7D que proporciona a gestão efetiva de ativos bem como o conjunto de ações em planejamento e o elenco de atividades para a manutenção e na tomada de decisões estratégicas para prolongar a vida útil da construção.
Legalização e Regulação do BIM	À medida que o BIM se torna mais prevalente, há uma tendência crescente de padronização e regulamentação em torno do seu uso e com a ISO 19650, estão sendo adotadas medidas para garantir que o BIM.

Fonte: Adaptado de Souza; Martins & Monnerat (2016); Melo (2019); Pereira (2018); Rezende (2021).

De uma forma geral a análise de tendências do BIM permite avanços no sentido da integração das tecnologias, a adoção de nuvens com o Cloud BIM e a automatização desses processos com a incorporação de inteligência artificial, dos gêmeos digitais.

Nesse sentido ainda tem-se a sustentabilidade e BIM Verde, com infraestruturas associadas em construção modular e off-site com BIM adaptado à internet das coisas e com integração à fase da operação e da manutenção de forma legal e adequada às normas do ambiente adotado (Crespo; Ruschel, 2007).

Assim destaca o papel cada vez mais central dessa tecnologia na transformação da indústria da construção e a adoção crescente do BIM está sendo alavancada por uma conjunto de fatores, incluindo a demanda por maior eficiência, a necessidade de colaboração aprimorada entre as partes interessadas e a pressão para reduzir custos e impactos ambientais.

Além disso, a tendência de integração do BIM com outras tecnologias emergentes, como inteligência artificial, IoT e realidade aumentada, está expandindo suas capacidades e benefícios. Essa convergência tecnológica promete melhorar ainda mais a precisão, a previsibilidade e a sustentabilidade dos projetos (Mattana; Librelotto, 2017).

Essas tendências e megatendências apontam para um futuro onde o BIM desempenhará um papel ainda mais central no setor da construção civil, oferecendo ferramentas avançadas para melhorar a sustentabilidade, a colaboração e a eficiência dos projetos.

Entretanto, os desafios relacionados à padronização, interoperabilidade e capacitação ainda precisam avançar em conteúdos para que o potencial do BIM seja plenamente realizado. As empresas que investirem na adoção dessas práticas, desenvolvendo competências e estabelecendo parcerias estratégicas (Ferreira, 2020).

Não se deve ignorar o fato de que o BIM também permite que problemas sejam detectados antecipadamente, ainda na fase de planejamento, evitando desperdícios e erros na execução da obra.

Em resumo, o BIM não é apenas uma forte tendência passageira, mas sim uma evolução densa e contínua que está moldando o futuro da construção civil e seus afins. As organizações que compreenderem e se adaptarem a essas tendências estarão na vanguarda da inovação no setor.

4. Considerações Finais

De uma forma geral então o BIM nas suas diversas modalidades dimensionais de uso permite, a cada dimensão em uso, a ampliação derradeira de todos os aspectos computacionais e da gestão da obra em questão de forma que as tendências do uso desta ferramenta apresentam resultados animadores, em especial para os projetos de pequeno porte, pois esses são menos complexos, geralmente, e demandam análises mais simplificadas associando-se assim a uma menor capacidade computacional.

Dessa maneira a utilização do BIM em projetos de pequeno e grande porte já se apresentam como vantagens na sua adoção, inclusive nessa pesquisa associou-se uma densa explanação do conceito BIM com registros de sua evolução em softwares similares e de menor capacidade, tais como o Revit® além de promoção de comparação com o método antecessor CAD.

Nesse sentido, merece também considerar que algumas versões do BIM já são usados em certas empresas na produção de modelagens de gestões futuras, com aumentos de procura de pessoas competentes capazes de trabalhar com estes programas, tornando-se um requisito-base para qualquer trabalhador nas áreas da construção.

Nesse contexto, o BIM se mostra uma ferramenta tecnológica indispensável, permitindo a integração dos diversos elementos envolvidos no projeto e, assim, facilitando a gestão e a execução de obras além de ressaltar que, embora a implementação do BIM requeira investimentos iniciais em *softwares* especializados.

A adoção do BIM preconiza também o treinamento de equipes e adaptação de processos tradicionais para um ambiente colaborativo e digital representam uma fração pequena do total da obra, não obstante, os benefícios proporcionados por essa tecnologia são significativos, gerando economias consideráveis a médio e longo prazo de forma que o uso do BIM não apenas melhora a compatibilização de projetos, mas também resulta em ganhos financeiros e maior eficiência nas construções.

Em resumo, o BIM transforma o processo de modelagem e gestão de projetos de construção ao proporcionar uma representação digital completa e integrada. A transição dos esboços em papel para um modelo digital abrangente permite a exploração de diferentes soluções, a realização de ajustes ágeis e a simplificação das tarefas complexas.

A integração de ferramentas e funcionalidades em plataformas BIM proporciona uma experiência mais eficiente e coesa, permitindo que o projeto seja gerenciado como um único produto comercial, mesmo quando subdividido em várias

partes. Esse avanço não apenas melhora a precisão e a eficiência do processo de construção, mas também facilita a colaboração e a coordenação entre os profissionais envolvidos.

O BIM então oferece uma abordagem transformadora para o design arquitetônico, ao possibilitar uma visualização aprimorada e a detecção antecipada de problemas. Sua utilização desde as fases iniciais do projeto garante maior precisão, eficiência e qualidade no resultado final, tornando-se uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de projetos de construção.

Por fim, cabe considerar que, nesta pesquisa, consolida-se o fato de que o BIM é composto de um conjunto de informações sobre um processo de construção que permite, a cada momento do seu uso, o acesso a partir da criação de uma modelagem em qualquer das dimensões adotadas e com a integração de todas elas de forma que as informações relacionadas, tais como as estruturas, custos, tempo *etc*, passem a facilitar a visualização de uma modelagem mais realista do caso concreto em questão.

As tendências no uso do BIM acabam por refletir movimento em direção a uma construção mais colaborativa, eficiente e inteligente. Com a integração de tecnologias emergentes, como AR, VR, IA e IoT, o BIM está se expandindo para além da simples modelagem de edifícios, abrangendo todo o ciclo de vida do projeto.

O futuro da metodologia BIM então depende de uma maior capacitação dos profissionais, do desenvolvimento contínuo de novas tecnologias e do possível avanço de políticas públicas que incentivem ainda mais sua adoção, além de fornecer uma vantagem estratégica para a construção civil ao facilitar a concepção e execução de projetos complexos, gerenciando eficientemente recursos e processos. Isso resulta em obras mais rápidas, baratas e de melhor qualidade, além de permitir um planejamento mais preciso para o futuro.

Referências

- Abaurre, J. (2015). *Gestão de projetos com BIM: Integração de dimensões temporais e financeiras*. Editora Técnica.
- Abaurre, W. M. (2014). *Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para Modelagem da Informação da Construção*. Editora da USP.
- Almeida, J. (2018). *BIM e a integração de processos na construção civil*. Editora Técnica.
- Almeida, J. (2019). *A evolução da computação gráfica e o impacto no BIM*. Editora Técnica.
- Andrade, E., & Ruschel, R. (2010). *Tecnologias emergentes na construção civil*. Editora Construção.
- Andrade, J., & Ruschel, R. (2009). *BIM no Brasil: Desafios e oportunidades para o setor da construção civil*. Editora Construtec.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2003). *Normas NBR 6022, 6023, 6024, 6027, 6028, 10520, 14724, 15287: Informação e documentação: Artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2011). *NBR 15965-1: Sistema de classificação da informação da construção - Parte 1: Classificação das informações da construção*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). *NBR ISO 19650-1: Organização e digitalização de informações sobre edificações e obras de engenharia civil, incluindo a modelagem da informação da construção (BIM) - Parte 1: Conceitos e princípios*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). *NBR ISO 19650-1: Organização e digitalização de informações sobre obras de construção - Gerenciamento da informação utilizando o Building Information Modelling (BIM) - Parte 1: Conceitos e princípios*. Rio de Janeiro.
- Autodesk. (2024). *O que é BIM? Conceitos e benefícios*. <https://www.autodesk.com/solutions/bim>.
- Azevedo, P. (2020). *História e evolução do BIM: O software RUCAPS e o Revit como marcos importantes*. Ed. Engenharia e Inovação.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- Azhar, S., Heavin, C., & Neria, C. (2012). *Building Information Modeling (BIM): Benefits, risks and challenges*. *Journal of Leadership and Management in Engineering*, 18(3), 34-41.
- Bernstein, H. M., et al. (2014). *The business value of BIM for construction in major global markets*. McGraw Hill Construction.

Brasil. (2019, agosto 23). *Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019*. Estabelece a estratégia de implementação do Building Information Modeling (BIM) no Brasil. *Diário Oficial da União, seção 1*, p. 3.

Brasil. (2020, abril 3). *Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020*. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM e cria o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR. *Diário Oficial da União, seção 1*, p. 1. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-250065477>.

Brasil. (2020, abril 3). *Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020*. Regulamenta a obrigatoriedade do uso de BIM nas obras públicas federais. *Diário Oficial da União, seção 1*, p. 1.

Bretas, A., & Andery, P. (2009). *Introdução ao BIM: Uma comparação com o CAD*. Editora Técnica.

Campos, J. (2015). *A revolução do CAD: Impactos na produtividade e precisão dos projetos arquitetônicos e de engenharia*. Editora Técnica.

Campos, J. (2021). *BIM 5D: Integração de custo e gestão contratual em projetos de construção*. Editora Técnica.

Campos, R. (2023). *O uso do BIM nas obras governamentais no Brasil: Desdobramentos e desafios*. Editora Engenharia Pública.

Carvalho, E. (2020). *Treinamento para segurança com BIM*. Editora da UFC.

Casarín, S. T. et al. (2020). *Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health*. Journal of Nursing and Health. 10 (5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>.

Castro, V. (2019). *Segurança com BIM*. UFPR.

ChatGPT. (2024). Resposta gerada pela ferramenta ChatGPT em 24 de outubro de 2024. <https://chat.openai.com/>

Coelho, R. (2017). *BIM e a revolução digital na construção civil*. Editora Engenharia Moderna.

Costa, D. (2015). *O impacto do BIM na construção civil: Evolução das dimensões e tecnologias associadas*. Revista de Engenharia Moderna, 18(4), 60-73.

Crespo, C., & Ruschel, R. C. (2007). *Ferramentas BIM: Um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto*. In Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil.

Eastman, C. (1975). *The use of computers instead of drawings in building design*. Journal of the American Institute of Architects, 63(3), 46-54.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, and contractors (3rd ed.)*. Wiley.

Ferreira, T. (2020). *Desafios do BIM em facilities management*. Editora da UFRJ.

Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Editora Atlas.

Gomes, A. L. (2022). *BIM e sustentabilidade*. Editora da UFRGS.

Kim, J. (2012). *Use of BIM for effective visualization teaching approach in construction education*. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 138(3), 214-223. <http://www.ascelibrary.org>

Laiserin, J. (2002). *Building information modeling*. The Laiserin Letter. <https://www.laiserin.com>

Lima, S. A. (2018). *Coordenação de equipes no BIM*. Editora Unesp.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2019). *Fundamentos da metodologia científica (5ª ed.)*. Editora Atlas.

Martins, L. (2019). *BIM e a transformação digital no setor de construção (2ª ed.)*. Editora Engenharia Moderna.

Martins, L. (2020). *A institucionalização do BIM: Como a legislação internacional tem promovido mudanças na construção civil*. Revista Internacional de Engenharia e Construção, 22(3), 65-78.

Martins, L. (2020). *Integração do tempo no BIM: Planejamento e execução em 4D (2ª ed.)*. Editora Engenharia Moderna.

Mattana, M., & Librelotto, I. L. (2017). *Contribuição do BIM para a sustentabilidade*. Mix Sustentável, 3(2, Edição Especial 06), 135-147.

Melo, F. C. (2019). *A acurácia do orçamento com BIM*. PUC-Rio.

Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Ed.UAB/NTE/UFSM. Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.

Pereira, L. M. (2018). *Tomada de decisão com BIM*. Editora da UFPE.

Rezende, R. T. (2021). *Detalhamento no uso do BIM*. Editora da UFMG.

Rother, E. T. (2007). *Revisão sistemática x revisão narrativa*. Acta Paul. Enferm. 20(2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.

Ruiz, J. A. (2018). *Metodologia científica: Guia para eficiência nos estudos (6ª ed.)*. Editora Atlas.

- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (3rd ed.). Wiley.
- Silva, F. (2019). *A revolução do BIM na construção: Atualizações automáticas e redução de erros*. Editora Construção Digital.
- Silva, F. (2020). *BIM 6D: Sustentabilidade e eficiência energética no século XXI*. Editora Construção Digital.
- Silva, F. (2021). *BIM e a centralização de dados: Eficiência e precisão em projetos*. Editora Construção Digital.
- Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). *Building information modeling: A strategic implementation guide*. Editora John Wiley & Sons.
- Souza, R. (2017). *Gestão do ciclo de vida com BIM*. Universidade de São Paulo.
- Souza, R., Martins, C., & Monnerat, F. (2016). *Integração de especialidades com BIM: Detecção de conflitos e eficiência no projeto*. Editora Engenharia Moderna.
- Thornton, G., & Sieng. (2020). *Maturidade BIM no Brasil*. <https://www.grantthornton.com.br/sala-de-imprensa/maturidade-bim-no-brasil/>.