

Utilização da tecnologia BIM no desenho arquitetônico: estudo de caso

Creudileia Maria dos Santos¹, Renan Augusto Viana da Silva, Wendel Felipe Maciel Silva.

(creudileiam@gmail.com, renanvianaviana@gmail.com, wendelfilipe1997@hotmail.com)

Professor orientador: Diogo Amorim

Coordenação de curso de Engenharia Civil - Lucia Francisco Zennaro Correia

Resumo

A construção civil passou por dificuldades em acompanhar o desenvolvimento tecnológico, mas o surgimento do Building Information Modeling (BIM) revolucionou a concepção e execução de projetos nesse setor. O BIM é um sistema baseado em modelos de informação que permite a criação e o gerenciamento de projetos de forma detalhada, rápida, econômica e sustentável. A tecnologia BIM engloba softwares que possibilitam a modelagem tridimensional dos elementos da construção, trazendo benefícios para construtoras e clientes. Ela atua em diversas fases do projeto e permite a integração entre diferentes softwares por meio do formato Industry Foundation Classes (IFC). Com o uso do BIM, é possível prever desafios, aumentar a eficiência do projeto, reduzir erros, visualizar o empreendimento em 3D e prever os custos totais da construção. O software Autodesk Revit Architecture 2021 é utilizado para criar modelos BIM, sendo aplicado no desenvolvimento de um projeto arquitetônico de um consultório odontológico, seguindo as normas da ANVISA e da SES/MG. O objetivo desse estudo é elaborar um projeto arquitetônico utilizando o software; Revit Architecture 2021 para demonstrar a tecnologia BIM e compará-la ao software AUTOCAD. Enquanto o CAD é focado em desenhos em 2D e 3D, o Revit gera um modelo de informação de construção (BIM) que reflete a realidade do projeto. Ficou demonstrado que o BIM proporciona um novo nível de tecnologia e eficiência à indústria da construção, tornando os processos de produção mais integrados e proficientes. Esse tipo de inovação é um processo de implementação complexo com muitas lacunas que devem ser abordadas. Daí a importância de se conhecer os desafios da implantação do BIM, discutindo estratégias para transformar esse cenário.

Palavra-chave: BIM; Projeto arquitetônico; consultório odontológico.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está em constante crescimento e aperfeiçoamento, porém por muitas décadas o setor enfrentou dificuldades em acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Atualmente, esse cenário tem modificado a criação e evolução de diversos sistemas e softwares que proporcionam o progresso da construção civil. Um dos sistemas mais promissores é o *Building Information Modeling* (Modelagem de informações de construção) BIM (EASTMAN et al. 2020).

¹ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

De acordo com Barison (2015), o BIM se refere a uma ferramenta metodológica que engloba um conjunto de *softwares*, permitindo uma modelagem mais detalhada dos elementos. A utilização da tecnologia BIM na construção civil pode trazer inúmeros benefícios para as construtoras e para o cliente, baseado em modelos tridimensionais, que possibilita a criação e o gerenciamento de projetos de edificações e infraestrutura de maneira mais rápida, mais econômica e com menor impacto ambiental.

O BIM atua em várias fases do projeto, adotando um novo conceito para projetar, gerenciar, construir e usufruir de uma construção. Essa tecnologia trabalha de maneira integrada e permite que haja movimentações de arquivos através de diferentes softwares, através do formato *Industry Foundation Classes* (Classes da Fundação da Indústria) IFC é um formato de dados que permite a troca de modelos sem perdas de informações.

Com o uso da tecnologia, além de prever os desafios que serão enfrentados, aumenta a velocidade e a eficiência do projeto, diminui os erros desde a concepção até a conclusão da obra, permite a visualização em 3D do empreendimento e possibilita que seja feita importação para demais softwares, sendo possível também a previsão dos custos totais das obras.

Para o desenvolvimento do projeto, fez-se o uso de uma pesquisa bibliográfica sobre a plataforma BIM, para demonstrar a possibilidade de simular uma construção real com a criação de um modelo em 3D detalhado e integrado com informação de um projeto arquitetônico. Com intuito de apresentar a nova tecnologia, durante o desenvolvimento do projeto será utilizado o *software Autodesk Revit Architecture 2021*, programa que permite a criação de modelos BIM, usado para projetar, construir e gerenciar edifícios. Este estudo busca analisar um projeto arquitetônico de um consultório odontológico, respeitando as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50/2002 e a resolução das Secretarias Estaduais de Saúde de Minas Gerais (SES/MG) nº 1559/2008 que regulamenta condições para a instalação e funcionamento dos Estabelecimentos de Assistência Odontológica/EAO no Estado de Minas Gerais.

O objetivo deste estudo consiste em elaborar um projeto arquitetônico utilizando a plataforma *Revit Architecture 2021 para demonstrar a tecnologia BIM, fazer a comparação das diferenças dos softwares: AUTOCAD E REVIT*. No qual, o *CAD Computer Aided Design* (Desenho assistido por computador) que cria desenhos de geometria básica em 2D e 3D. O Revit, por outro lado, gera ao modelo de informação de construção (BIM) que se baseia no mundo real.

Considera-se que a realização do trabalho é bastante oportuna e de suma importância, por se tratar de uma nova tecnologia exigida a partir de 2021 pelo governo federal, decreto nº

9.377 em maio de 2018, onde a modelagem 3D será obrigatória para a elaboração de projetos de arquitetura e de engenharia.

A proposta se fundamenta pela necessidade de elaborar um projeto que auxilia o desenvolvimento da nova tecnologia BIM, visando o aumento de produtividade, tempo de elaboração, modelagem, planejamento e cálculos de matérias, seguindo as normas específicas para construção na área de saúde.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estratégia da Tecnologia na Construção Civil

O cenário digital está mudando a uma velocidade cada vez maior. A questão para as organizações não é mais se elas vão digitalizar seu espaço de trabalho, mas quando e como elas vão se manter atualizadas e se adaptar às tecnologias em constante evolução. Portugal (2016) reforça que falar em tecnologia de construção é referir-se a um termo coletivo para tipos de tecnologia que têm um uso específico na indústria de construção. Exemplos disso incluem máquinas inteligentes, robôs automatizados, realidade virtual, 5G e IoT. Todos criados e adaptados para ajudar a indústria a melhorar as condições de trabalho, aumentar a eficiência, melhorar a saúde e a segurança e muitos outros benefícios.

A Figura 1 apresenta um conjunto de variáveis que refletem a tecnologia na construção civil ao desmembrar a etapa de projetos e a etapa produtiva em obras de infraestrutura, por exemplo:

Figura 1 – Variáveis nos processos da construção civil



Fonte: Portugal, 2016.

Chan et al., (2019) assinalam que as empresas industriais estão em diferentes níveis de digitalização e caminhando para a adoção de novas tendências digitais, algumas delas, são mais

inovadoras que os outras e depende da complexidade da estrutura da empresa, onde as menores são mais flexíveis para adotar essas novas tendências.

No estudo de Eadie (2014) foi falado que a transformação econômica (produção) depende de mão-de-obra, terra, capital e empreendedor; o espaço é um fator-chave da produção na indústria da construção. O autor reforça que, com a tecnologia da informação e comunicação se pode assegurar resultados setoriais ótimos (incluindo a indústria da construção), devido à redução na interface humana de uma linha de produção, denominada "produção inteligente".

Sabe-se que a produtividade não é o único problema que assola a construção. O retrabalho também é uma grande preocupação para muitos. Biblus (2019) destaca que em 2018 pesquisas coletadas pela *FMI Corp e PlanGrid* demonstraram que o retrabalho está custando à indústria US \$ 177 bilhões anualmente. Ao se investigar o custo do retrabalho, a pesquisa constatou que o custo médio de retrabalho é de 9% do custo total do projeto.

De acordo com Suchocki (2016), os problemas de produtividade e retrabalho se tornam mais problemáticos para a construção civil. Crises econômicas colocam muita pressão financeira sobre os executivos e cerca de 85% estão preocupados com orçamento e fluxo de caixa. Dificuldades financeiras levam as empresas do setor a limitar os orçamentos e faz com que os custos se tornem uma preocupação latente na condução dos projetos. O autor entende que há consideravelmente menos espaço para práticas de construção ineficientes e retrabalho.

O setor da construção civil também mudou outras prioridades em sua dinâmica no mercado ao entender que os mandatos de trabalho remoto e distanciamento social tornaram a digitalização uma prioridade para muitos líderes empresariais. Portugal (2016) assinala que as operações foram e estão cada vez mais, sendo digitalizadas, uma vez que o novo padrão global é dado digitais descentralizados, a construção precisará seguir o exemplo.

Nesse sentido é que se considera as pesquisas de Portugal (2016), Carmona e Carvalho (2017), Biblus (2019) dentre outros, discutindo a importância das inovações e da tecnologia para as construtoras brasileiras com a ajuda do BIM dentre as soluções para a engenharia e construção em sua versão da indústria 4.0, um movimento em direção à uma maior digitalização. Essas quatro tendências: produtividade estagnada, retrabalho caro, preocupações com orçamento e uma chamada para digitalização podem ser ajudadas com a adoção do BIM.

2.2 Gestão na Indústria da Construção

A base para a construção digital foi lançada na década de 1960 com o surgimento do design auxiliado por computador (CAD), que automatizou muito trabalho pesado de design e

cálculos de engenharia. O uso de computadores para automatizar tarefas serviu para multiplicar a produtividade de designers e desenhistas e permitia que as pessoas fizessem mais (BARISON, 2015).

Então, na década de 1970, foi lançado o primeiro software de modelagem de informações de construção, o BIM, que levou a construção digital um passo adiante, adicionando a colaboração de negócios e simulação do fluxo de trabalho da construção. Biblus (2019) explica que isso reuniu dados de especialidades díspares e o BIM revolucionou a indústria ao simplificar os ciclos de vida do projeto. Embora o valor do software fosse claro, ele dançou a linha de se tornar popular e tem havido pouca urgência em abraçar a tecnologia, até então.

A construção envolve muitas pessoas com interesses, talentos e formações diversas. A tríade primária envolve as partes interessadas - que são os proprietários - profissionais de design e contratados, com subcontratados, fornecedores de materiais, banqueiros, empresas de seguros e obrigações, advogados e funcionários de órgãos públicos como equipe de apoio (SUCHOCKI, 2016).

Essa equipe geral de gerenciamento de construção passará por processos de ciclo de vida de projetos muito complexos, que são decompostos em várias etapas: estudo de mercado, planejamento conceitual, design, aquisição e construção, partida para ocupação, operação e manutenção e descarte, como reforça Schwab (2016). As atividades e tarefas em alguns estágios podem depender de qual país e qual autoridade controla o projeto.

Suchocki (2016) referencia grandes histórias sobre o sucesso da indústria da era da revolução que criou uma reorganização global da produção, utilização, atividades demográficas e relações internacionais, com poucos nomes de industriais mencionados. O que raramente se observa são registros sobre a falta de receio da maioria das pessoas em adotar novas tecnologias e da quantidade crescente de população que exige trabalho, mas cujas oportunidades foram substituídas por máquinas.

De acordo com Ferreira (2018), a organização baseada em projetos é uma forma ideal para gerenciar a crescente complexidade do produto, mercados em rápida mudança, experiência comercial multifuncional, inovação e mercados focados no cliente e incerteza tecnológica. Portanto, fica claro que é um fenômeno de conceito contextual da Indústria 4.0. O autor defende que a gestão tecnológica na construção civil se alinha ao potencial de criar a necessidade de uma mudança de paradigma gerencial, à medida que o setor passa por mudanças tecnológicas e de inovação e está substituindo todo tipo de operação manual de negócios pela informatização digital.

Ruschel et al., (2013) afirmaram que a mudança gerencial na construção civil final deve abordar as habilidades de treinamento da força de trabalho, o envelhecimento da sociedade, a eficiência dos recursos, a produção limpa e a personalização em massa, além de aumentar a variabilidade do produto, diminuir os ciclos de vida e lidar com cadeias de valor dinâmicas, mercados voláteis e redução de custos pressões. Estudos futuros devem considerar essas questões juntamente com a aplicabilidade das tecnologias.

2.3 Building Information Modeling (BIM) e o contexto da Engenharia Civil

Em todo o mundo, o BIM é um processo crucial e até obrigatório para garantir que o planejamento, projeto e construção de edifícios sejam altamente eficientes e colaborativos. Segundo Ferreira (2018), BIM é um acrônimo para *Building Information Modeling* ou *Building Information Management*, entendido como processo altamente colaborativo que permite que arquitetos, engenheiros, incorporadores imobiliários, empreiteiros, fabricantes e outros profissionais da construção planejem, projetem e construam uma estrutura ou edifício dentro de um modelo 3D.

O BIM também pode abranger a operação e gerenciamento de edifícios usando dados aos quais os proprietários de edifícios ou estruturas têm acesso (daí o Gerenciamento de informações de edifícios). Esses dados permitem que governos, municípios e gestores de propriedades tomem decisões informadas com base nas informações derivadas do modelo - mesmo após a construção do edifício (PORTUGAL, 2016).

Segundo Pereira (2012), no passado, plantas e desenhos eram usados para expressar informações sobre um plano de construção específico. Essa abordagem 2D tornou muito difícil visualizar dimensões e requisitos. Em seguida, veio o *Computer Aided Design*, CAD, que ajudou os redatores a ver os benefícios dos planos em um ambiente digital. Mais tarde, o CAD virou 3D, o que trouxe visuais mais realistas aos projetos e, nos últimos anos, o BIM tem sido o padrão e vai além de ser um modelo 3D.

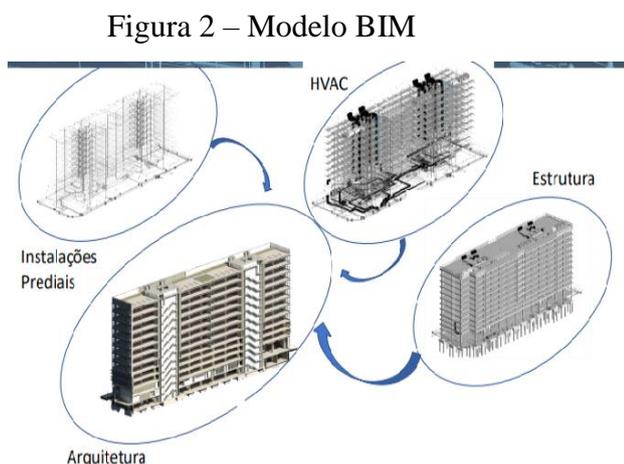
Os objetos e os componentes que constituem um modelo BIM, são inteligentes, possuem geometria e armazenam dados. Se algum elemento for alterado, o software BIM atualiza o modelo para refletir essa alteração. Isso permite que o modelo permaneça consistente e coordenado ao longo de todo o processo para que engenheiros estruturais, arquitetos, engenheiros, projetistas, gerentes de projeto e empreiteiros possam trabalhar em um ambiente mais colaborativo (FERREIRA, 2018).

O BIM é uma ferramenta poderosa, que levou quase duas décadas para ser desenvolvida para a situação atual. Nos últimos anos, a aplicação de ferramentas BIM foi impulsionada por muitos arquitetos, engenheiros e consultores (indústria de engenharia e construção), de modo que agora também as empresas de construção começam a aceitar essas inovadoras maneiras de melhorar o desempenho do trabalho (ENDEAVOR, 2018).

No entanto, o escopo das ferramentas BIM foi governado pelos recursos de design e pela capacidade de demonstrar ao cliente o projeto final com o uso de animações e renderizações agradáveis. Isso é diferente do que as empresas de construção de informações precisam para seus processos de construção. Schwab (2016) expõe que a Indústria 4.0 introduziu a digitalização da construção, onde a BIM se tornou o centro do projeto. A BIM é apresentada como um estágio ideal para o desenvolvimento de aplicações poderosas e inovadoras para a indústria de engenharia e construção, fornecendo camadas adicionais de dados capazes de interagir em tempo real e colaborar durante todo o estágio de design.

Primeiro, o BIM auxilia na produtividade, traçando um plano de execução para a construção. Com o BIM, cada trade contribui para um modelo digital central do projeto. Este modelo central oferece um caminho claro a seguir. Quando executado corretamente, o *build* prossegue em um fluxo de trabalho simplificado e elimina processos ineficientes (BARISON, 2015).

Na percepção Suchocki (2016); Dantas Filho, Barros Neto e Angelim (2017), trazer cada negócio junto também captura planos conflitantes antes que eles cheguem ao campo. Colaborar dessa forma resolve a segunda questão: retrabalho. Muitas vezes, o retrabalho é resultado de um planejamento deficiente e falta de comunicação. Ter todos os negócios envolvidos na criação de um modelo BIM central durante a pré-construção inevitavelmente elimina erros. Um exemplo de modelo BIM em uma construtora pode ser visto na Figura 2:



Segundo Biblus (2019, p.14), o modelo BIM é composto por diversos arquivos interligados, “no mínimo relativos a essas quatro disciplinas, mas centrados na arquitetura”. Dantas Filho, Barros Neto e Angelim (2017) compreendem que a eliminação de erros e a simplificação do fluxo de trabalho da construção também satisfazem as preocupações com o orçamento. Com um caminho eficiente direcionado pelo modelo BIM, os executivos podem ter certeza de que seu orçamento está sendo usado apenas para as operações necessárias.

De acordo com Biblus (2019), a inovação do BIM fornece um novo meio de prever, gerenciar e monitorar a qualidade e a quantidade de material para obter melhor manuseio do material. Atualmente, com a BIM, é possível integrar as ferramentas de gerenciamento de construção existentes com a ferramenta e ampliar seus recursos no ecossistema de construção durante o estágio de design.

Os componentes críticos da Indústria 4.0, sistemas ciber-físicos, Internet das Coisas (IoT), Internet dos serviços (IoS), inteligência artificial (AI), big data e aplicativos de produção inteligente pode otimizar o uso da BIM durante a fase de construção. Isso aumenta a produtividade, melhorando as operações de gerenciamento de resíduos. Ele estende os recursos do BIM, monitorando o manuseio de material no local, segregando os resíduos no local, monitorando a operação do projeto e supervisionando os trabalhadores usando o modelo BIM (SENAI, 2019).

O BIM, de acordo com Belluzo et al., (2016), transformou a indústria da construção, melhorando a rentabilidade da produtividade e a qualidade do projeto. No entanto, a transição para o BIM nem sempre é tão fácil quanto parece e existem alguns desafios existentes que podem atrasar o BIM no nível de programas nacionais, disciplinas de projeto e até empresas individuais.

Os desafios financeiros para a implementação do BIM são evidentes e a implementação de novas tecnologias e métodos de trabalho terá um custo inicial. Isso pode fazer com que algumas empresas hesitem em dar um salto inicial no BIM. Consequentemente, geralmente são empresas maiores, com mais recursos financeiros, que estão abrindo caminho para a mudança para o BIM (ENDEAVOR, 2018).

Em relação às questões financeiras, tem-se a importância da conscientização dos benefícios do BIM. Se as empresas e os indivíduos não tiverem um entendimento claro dos benefícios da transição para o BIM, eles estarão menos inclinados a mudar suas formas de trabalho estabelecidas. Com evidências concretas dos benefícios, é mais fácil justificar um investimento no BIM (PORTUGAL, 2016).

Também existem diferenças claras na taxa de adoção entre diferentes disciplinas, em que os arquitetos e designers foram mais rápidos na implementação de métodos BIM, enquanto o uso do BIM nas fases de gerenciamento de construção e instalações ainda não é tão comum. O aumento da demanda por fluxos de trabalho BIM em todo o projeto de construção incentivaria outras disciplinas a aumentar a velocidade de suas transições BIM e permitiria benefícios do ciclo de vida da construção.

A Figura 3 apresenta uma proposta da empresa AltoQI para implantação do BIM na construção civil:

Figura 3 - Fluxo básico de projeto –BIM



Fonte: AltoQI, 2022.

Sobre ser possível relacionar os benefícios e desafios do BIM para as construtoras brasileiras, Barison (2015) sustenta que as cadeias de valor dimensionais são essenciais para operações gerenciais bem-sucedidas na indústria da construção que facilitarão o crescimento da organização. Eastman et al. (2020) listam como benefícios: economia de custo / tempo; entrega dentro do prazo / orçamento; controle de qualidade: melhorando a qualidade; comunicação e colaboração eficazes; construção de relacionamentos com clientes; melhor medidas de segurança eficientes; melhores marcas da indústria e aumento de imagem; garantia de sustentabilidade.

Biblus (2019) acredita que se deve mapear o estado da Indústria 4.0 em construção, não do ponto de vista de tecnologias específicas, mas do ponto de vista das atividades gerenciais, como gerenciamento de investimentos, preparação de projetos e uma abordagem geral do gerenciamento. O autor cita o exemplo do BIM em que uma das maiores vantagens no trabalho com o método citado é o aumento de oportunidades de cooperação e colaboração. Da mesma forma, enfrentar os desafios existentes na adoção do BIM pode exigir a cooperação de vários

participantes do setor. No entanto, a promessa do BIM é que os eventuais benefícios dessa transição também se estendam a todos.

2.4 Desafios e perspectivas a implantação do BIM

Neste capítulo considera-se a correlação de importantes autores como Roncy et al., (2014); Barison (2015); Thuler (2019) e Eastman et al. (2020), dentre outros e também dos materiais institucionais de empresas como AltoQI, Excenge; Otus Engenharia e Sienge para se possa compreender como uma das indústrias mais antigas, a construção passou por todas as revoluções industriais e a importância de continuarem com essa tradição ao mesmo tempo, adotar o BIM como o caminho do futuro para manter sua resiliência à medida que a digitalização e a descentralização do mundo continuam a se acelerar. Considera-se a exposição dos cuidados para implantar o BIM nos projetos da construção civil e até mesmo em suas atividades estratégicas; bem como os desafios para isso e uma discussão envolvendo assunto em foco.

2.4.1 Cuidados na implantação do BIM na Construção Civil

O BIM atende à demanda atual por operações descentralizadas e digitalizadas. Com um modelo 3D central, as partes interessadas no projeto podem planejar, colaborar e tomar decisões em tempo real, independentemente da localização. Reuniões presenciais ou presenciais não são mais necessárias. Equipes em lados opostos de um país podem tomar decisões com base no modelo (THULER, 2019).

Segundo importantes autores de referência em tecnologia e Engenharia pôde-se entender o processo de informatização do banco de dados das empresas construtoras na concepção do BIM na construção civil. Inicialmente, respondeu que, com base nos dados do processo, os dados históricos são analisados para apoiar decisões com base exatamente, nos registros passados, e pode assim, prever um futuro próximo e um pouco distante do processo dentro da empresa.

O item serviços, contempla a mensuração automatizado dos pedidos perdidos (serviço); o custo considera o custo de administração de *Supply Chain*; o capital diz respeito ao inventário e estoque. O SC, refere-se aos Sistemas Construtivos e foi subdividido em SC 2.0; SC 3.0 e SC 4.0 e as ferramentas IoT Visionário\Agressivo em que quanto maior o nível de automação,

maiores são os percentuais de economia e otimização nos processos e materiais (BARISON, 2015).

Biblus (2019) explica que diferentemente de outros setores, como o de manufatura, as construtoras brasileiras são desafiadas pelo que costuma ser comemorado: projetos sob medida e designs únicos. Os arquitetos projetam os novos edifícios para serem únicos usando materiais específicos e o futuro da indústria será encontrar repetição de processo para se beneficiar do uso de novas tecnologias e técnicas.

Em seguida, buscou-se saber como o processo de digitalização se aplica a realidade das construtoras brasileiras e Thuler (2019) afirma que, ao aumentar a digitalização e a disponibilidade de dados provenientes do processo industrial, muitos novos cargos se destacam com foco na transformação digital, como “Diretor de Inovação” ou “Diretor de Digitalização”. Essas funções estão moldando o futuro da digitalização no setor no "nível de tomada de decisão". As empresas estão começando a ver as oportunidades que a tecnologia oferece para reduzir o desperdício e a duplicação, além de controlar a qualidade, o tempo e os orçamentos dos projetos.

Nesse entendimento, Mazotti (2022) destaca que as empresas construtoras, no mundo todo, captaram US\$ 10 bilhões em financiamento de investimentos de 2015 até o início de 2020. Para obter uma visão mais detalhada desse mercado forte e de sua evolução, os autores consideram que é preciso entender se as ferramentas e soluções em tecnologia para o setor de construção contam com abordagem adequada e se ela elimina problemas ao longo dos projetos de Engenharia e Construção e se existe uma integração entre os diferentes departamentos de uma empresa.

Thuler (2019) assinala que as construtoras estão observando como isso afeta os resultados, bem como suas reputações. Esses fatores são críticos para o sucesso em um mercado tão competitivo, com margens tão estreitas. Conseqüentemente, a noção de Construção 4.0 inclui não apenas o conceito restrito de “indústria da construção”, mas também todo o processo de construção, desde as condições para a colocação da construção, passando pela preparação do projeto e investimento, pela própria construção e pela operação e manutenção dos edifícios.

Segundo Biblus (2019) em relação à avaliação na indústria 4.0 no Brasil, especialmente no setor da construção civil, afirma que os governos de muitos países estão apoiando o BIM na indústria da construção e o Brasil segue essa tendência, talvez, em um movimento mais lento, mas os esforços estão sendo feitos para concentrar os poderes dispersos de gerenciamento e investimento de construção, para concluir a recodificação da legislação de construção,

incluindo a padronização de novos processos, para impor a forma eletrônica completa do processo de construção - desde a preparação do projeto, orçamento, aprovações de construção, gerenciamento de construção.

Dentre os desafios a serem enfrentados pelas construtoras brasileiras no que se refere ao BIM, Mazzoti (2022) afirma que as construtoras brasileiras precisam enfrentar o desafio de se adequar à cadeia de valor da fábrica inteligente consiste em automação, modularização (pré-fabricação) e ciclo de vida do produto. As cadeias de valor de simulação e modelagem envolvem ferramentas de simulação, modelagem de informações de construção ou BIM.

Na opinião de Eastman et al. (2020) a digitalização e a visualização envolvem computação em nuvem, computação móvel e mídia social, e são utilizadas para o gerenciamento eficaz de tarefas de construção. Para ele, essas cadeias de valor dimensionais são essenciais para operações gerenciais bem-sucedidas na indústria da construção que facilitarão o crescimento da organização.

2.4.2 Integração do BIM na Construção Civil

O BIM não é mais apenas para arquitetos e engenheiros e outros profissionais especializados. O uso do BIM entre os empreiteiros, pequenos construtores e profissionais autônomos está se expandindo significativamente. Na verdade, eles vêm destacando o uso do BIM para se destacar junto aos proprietários de projetos e atrair mais negócios. Além de entender o Bim e seus benefícios ofertados é também necessário entender os desafios a serem enfrentados a sua implantação.

Segundo Mazzoti (2022), a implementação do BIM pode ser cara devido a: custos de equipamentos, treinamento adequado e uso de ferramentas relacionadas ao BIM. No entanto, torna-se acessível terceirizar esse trabalho para uma equipe certificada e confiável. Na opinião de Ruschel et al., (2013) não só é possível economizar tempo e dinheiro terceirizando tarefas relacionadas ao BIM, mas também aos poucos vai facilitando o aprendizado das ferramentas disponíveis à medida que sua empresa colhe os frutos dos serviços BIM.

Reforça Biblus (2019) que é preciso enfrentar também o desafio de se contar com profissionais qualificados e capacitados pois, trabalhar com uma equipe experiente agrega valor à sua empresa em qualquer mercado que se atue. Tanto a construção quanto os empreiteiros se beneficiam da economia de custos e do desenvolvimento de gerenciamento de tempo aprimorado.

Já outros desafios estão relacionados à baixa velocidade de adoção de tecnologia; alto custo de implementação; a tecnologia vem com mudanças operacionais: mudanças organizacionais e de processo; habilidades aprimoradas necessárias; resistência na aceitação pelo pessoal; exposição ao roubo de dados; risco de modificação legal e contratual (THULER, 2019).

Considerando a opinião de Eastman et al. (2020) sobre o BIM e a sua implantação nas empresas da construção civil, destacam-se que os fatores que indicam que os méritos da Indústria 4.0 à construção superam claramente os deméritos, dos ganhos contínuos à tomada de decisões e à eficiência gerencial obtida como resultado da "produção inteligente". A complexidade da construção aumentará ainda mais os investimentos maciços em pesquisa e desenvolvimento, que transformarão ainda mais a indústria no próximo nível de revolução.

Correlacionando as perspectivas de Azhar, Khalfan e Maqsood (2012) pode-se perceber que as atividades, benefícios e desafios na visão de gerenciamento da Indústria 4.0 podem ter sido negligenciadas nas construtoras brasileiras. A atenção por vezes está focada na gerência ligadas diretamente à construção e o modelo BIM.

No entanto, pode haver benefícios encontrados em áreas de gerenciamento amplamente utilizadas na indústria da construção, como no gerenciamento de projetos. Observa que o setor ainda não está suficientemente preparado no contexto das tendências atuais da gestão e é preciso que se tenham maiores esforços para vencer os desafios no gerenciamento da indústria da construção (THULER, 2019).

Biblus (2019) reforça que o BIM tem feito grandes avanços, especialmente do ponto de vista de design e engenharia. No entanto, ainda está em sua infância quando se trata de passar informações *downstream* para outras partes que usam o modelo. Os autores de modelos são tipicamente designers que não sabem necessariamente quais informações os outros membros da equipe de construção podem precisar. O especialista exemplifica que os estimadores que usam um modelo 3D para tirar quantidades muitas vezes ainda precisam consultar os desenhos 2D porque detalhes como pisos e acabamentos de parede normalmente estão ausentes no modelo 3D.

Os últimos anos tem sido reconhecido como um período de transição em que alguns designers estão avançados no uso do BIM e alguns ainda estão aprendendo, então a quantidade de as informações incluídas em um modelo podem variar muito (ROMCY et al., 2014). Assim, uma melhor comunicação ainda é necessária para que os usuários *downstream* - como estimadores - entendam a usabilidade e as limitações dos modelos que estão recebendo. Mas

avanços estão sendo feitos à medida que mais empresas estão usando o BIM e melhores padrões são desenvolvidos (MAZZOTI, 2022).

A nova tecnologia também está ajudando a preencher a lacuna para estimadores e outros quando as informações de um modelo não estão disponíveis. Por exemplo, alguns sistemas de decolagem permitirão que os estimadores alternem entre modelos 3D e planos eletrônicos 2D para que tenham todas as informações necessárias para produzir estimativas mais rapidamente, ao mesmo tempo em que aproveitam os benefícios de visualização e colaboração do BIM.

3 METODOLOGIA

O BIM (Building Information Modeling) é um processo baseado em modelos de informação, que podem ser adotados em várias fases da construção, trazendo vários benefícios para a obra. Buscou-se nesse trabalho realizar uma revisão bibliográfica abrangente, incluindo livros, artigos científicos e outras fontes relevantes, para compreender a metodologia BIM e seus benefícios na construção civil e estudos anteriores que abordam os benefícios do BIM em diferentes fases da construção. Analisou-se os estudos bibliográficos para identificar e categorizar os benefícios do BIM na construção civil, considerando aspectos como eficiência, visualização, planejamento, custos e sustentabilidade.

Foram listados e descritos os benefícios identificados, destacando sua importância e impacto na indústria da construção. Foi analisado vantagem e desvantagem identificados, considerando suas implicações práticas e potenciais limitações. Foi apresentando exemplos de modelagem utilizando o software Autodesk Revit Architecture 2021 (versão educacional), demonstrando como o BIM pode ser aplicado na prática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estudo de caso

O presente capítulo traz o estudo de caso realizado com sede em Belo Horizonte (MG), buscando conhecer a experiência do uso do BIM e suas melhores práticas de modelagem. Considera-se aqui, a apresentação de um exemplo de transformação digital na indústria 4.0, em específico, a implementação do BIM referindo-se a um software de modelagem virtual usado na totalidade do ciclo de vida da construção de um empreendimento.

Descreve-se um projeto arquitetônico com a aplicação da tecnologia BIM, para elaboração do projeto iremos utilizar o software revit 2021, o estabelecimento é voltado para

área de saúde, um consultório odontológico localizado na região do Barreiro na cidade de Belo Horizonte- MG.

A edificação foco de análise refere-se a um consultório Odontológico, com 52,6 m² divididos em 2 salas clínicas, e, de acordo com a resolução SES N° 1559 de 13 de agosto de 2008, é considerado do tipo I sendo apresentado na Figura 4:

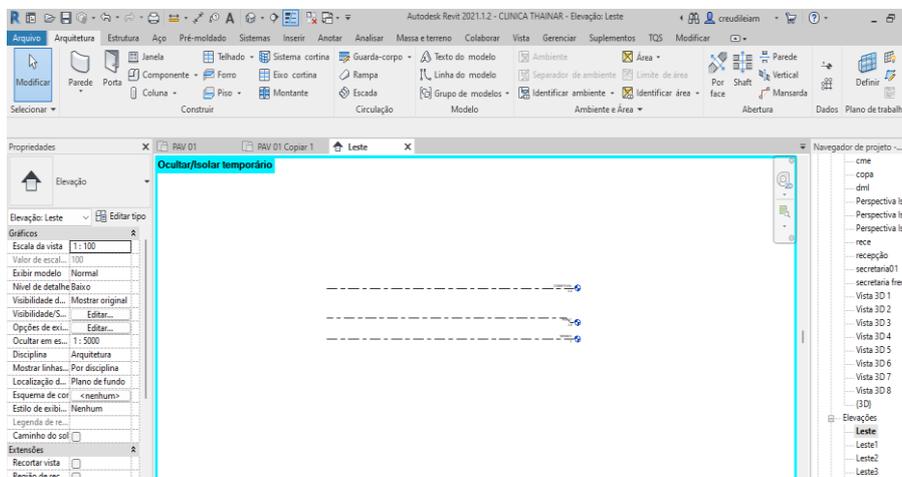
Figura 4 – Visão parcial da edificação – consultório



Fonte: acervo dos autores, 2023.

O início do projeto se deu com a visita no local, onde aconteceu à reforma, foram feitas medidas do espaço, algumas imagens, e analisado o grau de dificuldades para realizar as reformas, a estrutura do local, hidráulica e elétrica. A partir dos dimensionamentos do espaço que foi realizado no local, foi verificado o projeto arquitetônico, registrando os principais aspectos da estrutura do local que já estava pronta. A maioria das paredes foram projetadas em drywall e seguiu-se ao preenchimento dos dados do projeto no software com a configuração para atender a escala da vista o modelo adotado, ao que foi conforme Figura 5:

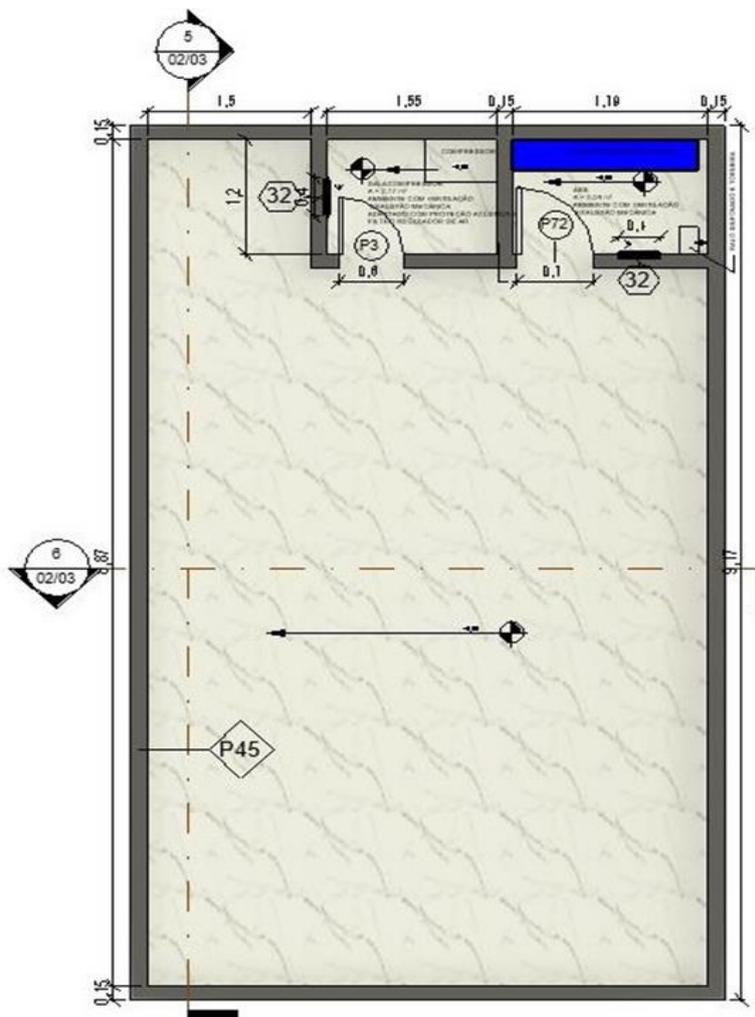
Figura 5 – Registro inicial no software Autodesk Revit – Clínica



Fonte: acervo dos autores, 2023.

O local tem como proposta, a reforma em 3 níveis: térreo; local de armazenamento de resíduos sólidos de saúde (ARS) e o local onde ficará o compressor. Um pavimento onde funcionará o atendimento do consultório e cobertura. A Figura 6 traz a visão do pavimento térreo do projeto:

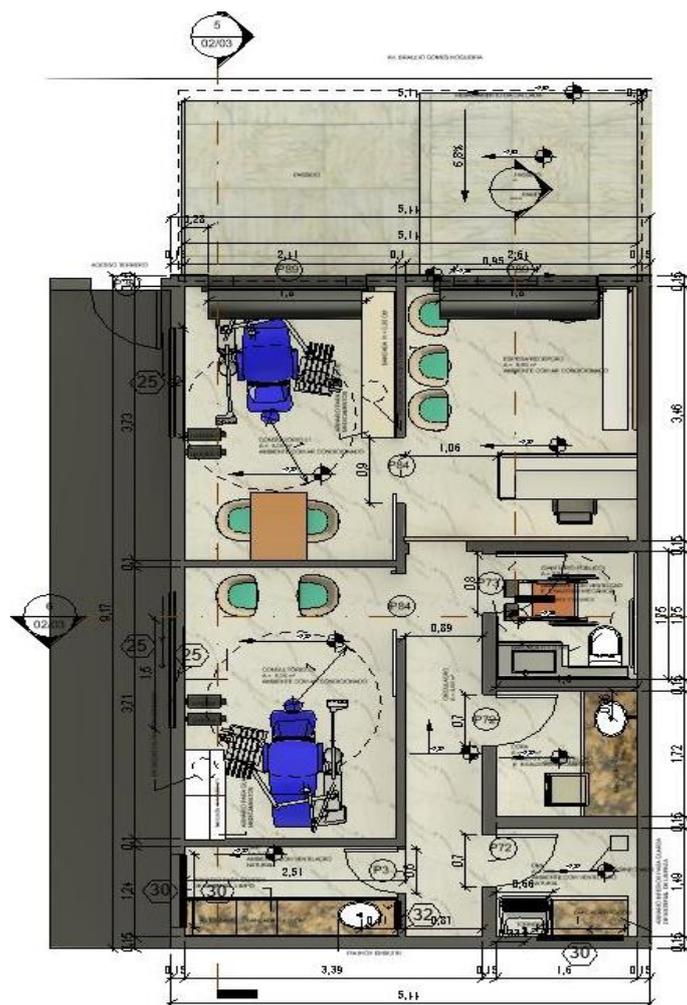
Figura 6 - Pavimento 01 pavimento térreo



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Essa modelagem é arquivada em formato de link, logo após a modelagem do próximo link são incluídos dentro deles os links do nível mínimo e assim sucessivamente. Sendo assim fica mais fácil realizar alterações pontuais, pois após as modificações feitas todo o restante do projeto é corrigido de forma automática. Conforme Figura 7, os arquivos de links criados dentro do software Revit, são criados separadamente e inseridos dentro da implantação.

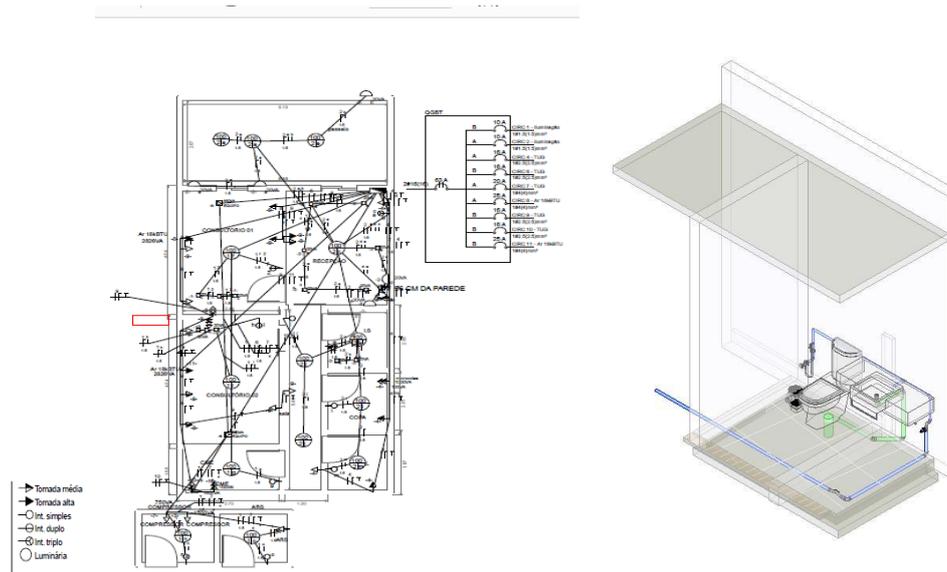
Figura 7 - Dimensionamento interno da clínica



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Foi feita uma compatibilização entre os projetos elétrico e hidrossanitário (Figura 8), após será possível fazer uma comparação entre as interferências encontradas nos projetos para cada metodologia de projeção: a CAD 2D e a BIM. O orçamento do projeto elétrico e o projeto foi feito no Woca que é um aplicativo web que permite a elaboração de projetos elétricos residenciais online e o hidrossanitário foi feito no revit 2021.

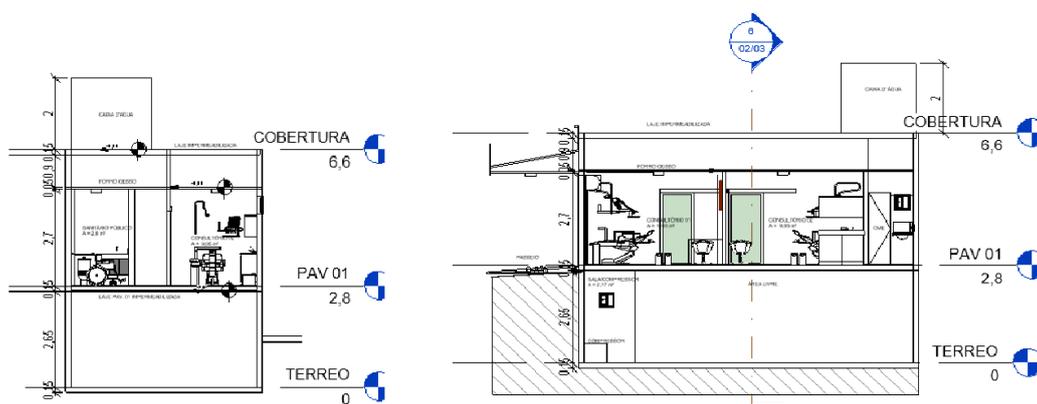
Figura 8 - Compatibilização entre os projetos elétrico e hidrossanitário



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Finalizado o projeto arquitetônico iniciou a execução do projeto, foram encontradas algumas dificuldades executivas e de dimensionamento do espaço. Foram feitas alterações como a remoção do mezanino e do banheiro que já existia. Foram feitos dois Cortes para apresentação do projeto como mostra a Figura 9:

Figura 9 -Corte 01 e Corte 02



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Foi extraído pelo próprio software revit, Segundo Netto (2016) as tabelas no Revit são geradas como vistas e inseridas no Navegador de projeto. Para aprovação do projeto na Vigilância Sanitária foi necessário somente tabela de portas e janelas. Para execução do projeto

o elétrico foi feito no woca, o quadro de carga e tabela de quantitativo (Figura 10), o hidrossanitário foi feito no software revit.

Figura 10 - Quadro de carga e tabela de quantitativo

<Tabela de janela>				<Tabela de porta>			
A	B	C	D	A	B	C	D
Contagem	Marca de tipo	Altura	Largura	Contagem	Marca de tipo	Altura	Largura
1	25	0,5	1,5	1	P73	2,1	0,8
1	25	0,5	1,5	1	P3	2,1	0,6
1	30	1	1	1	P89	2,6	1,8
1	30	1	1	1	P89	2,6	1,8
1	30	1	1	1	P3	2,1	0,6
1	32	0,4	0,4	1	P72	2,1	0,7
1	32	0,4	0,4	1	P72	2,1	0,7
1	32	0,4	0,4	1	P84	2,1	0,9
1	30	1	1	1	P72	2,1	0,7
1	25	0,5	1,5	1	P38	2,1	0,8
1	30	1	1	1	P84	2,1	0,9
1	30	1	1	1	P89	2,6	1,8
1	29	0,72	1,52	1	P89	2,6	1,8
1	29	0,72	1,52	1	P89	2,6	1,8
1	19	1,5	3,23	1	P89	2,6	1,8
1	19	1,5	3,23	1	P89	2,6	1,8
				1	P71	2,1	0,8
				1	P71	2,1	0,8
				1	P73	2,1	0,8
				1	P72	2,1	0,7
				1	P72	2,1	0,7
				1	P3	2,1	0,6
				1	P90	2,1	0,85
				1	P3	2,1	0,6
				1	P68	2,1	0,8
				1	P30	2,04	2,29
				1	P67	1,8	0,7

Fonte: acervo dos autores, 2023.

A planta de localização foi feita através da imagem gerada no google mapas e vinculada no revit. Depois de todas as pranchas prontas foi feita a impressão do arquivo, para ser enviada para aprovação na prefeitura. O projeto foi analisado pela vigilância e retornou uma vez e foi feito ajuste solicitado e ele foi aprovado. A Figura 11 mostra a finalização do projeto depois das adequações feitas:

Figura 11 – Adequação do projeto – Revit e Execução



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Essa modelagem do projeto arquitetônico dá origem aos projetos complementares, ou seja, o projeto arquitetônico é a base de todos os projetos. O Modelo oferece a sobreposição de todas as disciplinas desenvolvidas em BIM (Arquitetura, Executivo, Estrutural, Elétrico e Hidráulico, dentre outros) em um modelo 3D.

O Revit é utilizado no desenvolvimento do projeto, e é a principal ferramenta utilizado dentro da metodologia BIM, pois é possível agrupar todos os dados em um só programa, como por exemplo planilhas orçamentarias, quantitativas, desenhos, projetos em 2D e 3D.

O programa possibilita um estudo amplo de toda a obra, além de contar com um o dinamismo em todo o projeto, pois alterações realizadas refletem em todos os elementos, reduzindo a atividade operacional, logo reduzindo os prazos de entregas.

5 CONCLUSÃO

Compreende-se que, com o BIM, os objetos podem agir de forma inteligente em relação a outros objetos. Considere, por exemplo, as regras que os superintendentes de construção consideram certas ao decidir sobre o posicionamento de uma porta e um interruptor de luz. O BIM pode incorporar essas mesmas regras de forma que, por exemplo, quando uma porta no modelo é movida ao longo de uma parede, o movimento da porta e a localização do interruptor de luz se movem em relação um ao outro.

Foi verificado mais do que apenas o modelo digital ou software usado para criá-lo, o BIM é todo um processo baseado em modelo no qual os membros da equipe de construção compartilham informações e colaboram para planejar, projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestrutura de forma mais eficiente.

Para os empreiteiros, o BIM é uma maneira de resolver os problemas no design e na construção de um projeto antes mesmo que as equipes ponham os pés no local de trabalho. Também permite que uma empresa colete e, posteriormente, compartilhe informações a built com os clientes, que podem ser usadas no futuro gerenciamento e manutenção das instalações.

Ficou demonstrado que o BIM proporciona um novo nível de tecnologia e eficiência à indústria da construção, tornando os processos de produção mais integrados e proficientes. Esse tipo de inovação é um processo de implementação complexo com muitas lacunas que devem ser abordadas. Daí a importância de se conhecer os desafios da implantação do BIM, discutindo estratégias para transformar esse cenário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOQI. Mais Engenharia. **Implantação do BIM na construção civil**. 2021. <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/workflow-de-projetos-de-instalacoes-bim-x-cad/> Acesso em: 23 mai. 2023.

AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T. Building information modelling (BIM): now and beyond. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.15-28, dez. 2012.

BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (Bim) no Currículo**: uma contribuição para a formação do projetista introdução de modelagem da informação da construção. São Paulo, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BELLUZO, Bruno Gallo; IGARASHI, Massaki de Oliveira; COPPI, Isabela Martins Mariotoni; FILHO, Luiz Vicente Figueira de Mello. **Big Data e suas aplicações na Engenharia Civil**. 2016 Brazilian Technology Symposium. ISSN 2447-8326.

BIBLUS. **IFC e BIM: IFC, o que é e para que serve? Qual é a ligação com o BIM?** 2019.BibLus. Disponível em: <<http://biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-o-que-e-e-para-queserve-qual-e-a-ligacao-com-o-bim/>>. Acesso em: 6 de jun. 2023.

CARMONA, Felipe Valadares Faim; CARVALHO, Michele Tereza Marques. Caracterização da utilização do BIM no Distrito Federal. **Ambiente. constr.**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, pág. 385-401, dezembro de 2017.

CHAN, D. W., OLAWUMI, T. O., & HO, A. M et al. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. **Journal of Building Engineering**, 25, 100764, 2019.

DANTAS FILHO, João Bosco Pinheiro; BARROS NETO, José de Paula; ANGELIM, Bruno Maciel. Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 343-358, Dec. 2017.

EASTMAN, C. et al. **Bim Handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. New York: John Wiley & Sons, 2020.

ENDEAVOR. **Indústria 4.0**: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso. 2018. Endeavor Brasil. Disponível em: < <https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>>. Acesso em: 4 de jun 2023.

EADIE, R., ODEYINKA, H., BROWNE, M., MCKEOWN, C., & YOHANIS, M. Building information modelling adoption: an analysis of the barriers to implementation. **Journal of Engineering and Architecture**, 2(1), 77–101, 2014.

FERREIRA, Rita. **Uso do BIM e planejamento contribuem para a evolução da gestão de projetos**. 2018. Disponível em:

https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/uso-do-bim-e-planejamento-contribuem-para-a-evolucao-da-gestao-de-projetos_16963_3_. Acesso em: 5 de jun. 2023.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza: UEC, 2002

MAZZOTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. 79 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

PEREIRA, S. L. **Avaliação da Modernização Portuária no Desenvolvimento da Cidade do Rio de Janeiro**. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012

PORTUGAL, M. A. **Como Gerenciar Projetos de Construção Civil**. Brasport, 2016

ROMCY, N. M. e S. et al. Desenvolvimento de Aplicativo em Ambiente BIM, Segundo Princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 23-39, 2014.

RUSCHEL R. C. et al. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 3, p. 36 – 54, 2013.

SENAI. **Benefícios da indústria 4.0**. SENAI 4.0. 2019 Disponível em: <<https://senai40.com.br/sobre-senai40/>>. Acesso em: 1 de jun. 2023.

SUCHOCKI, Marek. **BIM para construção: A hora da verdade para a engenharia e construção**. White Paper Autodesk, São Paulo, abr. 2016.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. 1. ed. [S.l.]: Edipro, 2016. p. 1-215. v. 1

THULER, Danielle Ferreira. **Análise da implantação do BIM em uma Construtora de grande porte voltada à habitação popular**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2019.