



CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENEU
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Alisson Fernandes Barbosa
Ana Livia Marques do Nascimento
Demontiê Farias de Freitas
Gabriel Rodrigues Oliveira
Lidionara de Lima Leliz
Stanlei de Lima Klen

USO DA PLATAFORMA BIM: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS
(USE OF THE BIM PLATFORM: IMPORTANCE AND CHALLENGES)

Fortaleza
2022

USO DA PLATAFORMA: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS
(USE OF THE BIM PLATFORM: IMPORTANCE AND CHALLENGES)

Alisson Fernandes Barbosa¹
Ana Livia Marques do Nascimento²
Demontiê Farias de Freitas³
Gabriel Rodrigues Oliveira⁴
Lidionara de Lima Leliz⁵
Stanlei de Lima Klen⁶
José Roberto Barros (Orientador)⁷

RESUMO

O Building Information Modeling (BIM) tem contribuído com grandes mudanças tecnológicas para a área da construção civil, servindo de instrumento de automatização para potencializar projetos de arquitetura e engenharia em todas as suas fases de desenvolvimento, elaboração e execução. Quanto à problemática da abordagem desse tema, notoriamente, mesmo que os resultados positivos predominem sobre os negativos, os desafios serão obstáculos a serem vencidos para a implantação dessa tecnologia. As principais vantagens alcançadas estão relacionadas ao ganho de produtividade, segurança, eficiência, análise de diferentes cenários, qualidade na elaboração e execução desses projetos por meio do uso da plataforma BIM. O presente estudo visa a discorrer sobre a importância e os desafios a serem enfrentados, fundamentado em uma revisão sistematizada, baseada em situações observadas a partir da releitura de outros autores que também abordam e defendem o tema, utilizando critérios de seleção predefinidos para a triagem dos artigos.

Palavras-chave: Projetos. Engenharia. Construção.

¹Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: alissonfernandesbarbosa@gmail.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: livia.marques007@gmail.com

³Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: demontie64@gmail.com

⁴Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: gabrielrodrigues9692@gmail.com

⁵Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: naraleliz2018@gmail.com

⁶Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: stanleiklen@gmail.com

⁷Especialista. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: roberto.barros@uniateneu.edu.br

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has contributed to major technological changes in the field of civil construction, serving as an automation tool to enhance architectural and engineering projects in all their development, preparation and execution phases. As for the problem of approaching this theme, notoriously, even if the positive results predominate over the negative ones, the challenges will be obstacles to be overcome for the implementation of this technology. The main advantages achieved are related to gains in productivity, security, efficiency, analysis of different scenarios, quality in the preparation and execution of these projects through the use of the BIM platform. The present study aims to discuss the importance and challenges to be faced, based on a systematic review, based on situations observed from the rereading of other authors who also approach and defend the theme, using predefined selection criteria for screening the articles.

Keywords: Projects. Engineering. Construction.

1 INTRODUÇÃO

O Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção tem contribuído com mudanças para o gerenciamento de diferentes fluxos de informações, pessoas e organizações, eliminando barreiras para os trabalhos que envolvam parcerias entre diversos setores e profissionais da indústria da construção civil brasileira (CATELANI; SANTOS, 2016).

Para Monteiro (2017) o uso da tecnologia da plataforma BIM pode ser considerada uma importante ferramenta para resolução de problemas em diversos segmentos da construção civil, servindo de instrumento de automatização para potencializar projetos de arquitetura e engenharia em todas as suas fases de planejamento, desenvolvimento, elaboração, compatibilização e execução (ZHOU *et al.*, 2017).

A aplicabilidade da plataforma BIM requer mudanças em potencial na cultura dos agentes de toda a cadeia produtiva do setor da construção civil, que vão além da substituição de softwares convencionais, como o CAD 2D ou 3D - computer aided design ou desenho auxiliado por computador - por outro software mais contemporâneo, que apresentem técnicas, habilidades e processos mais atuais, pois sua utilização demanda métodos de trabalho e novas práticas de relacionamento entre todos os envolvidos. Essa interdisciplinaridade entre os projetos gera mudanças e demonstra os principais papéis da utilização em obras, suas práticas e desafios da implementação da plataforma BIM (EASTMAN *et al.*, 2014).

Na Figura 1, pode-se constatar as interações entre os diversos segmentos e profissionais.

Figura 1–Esquema de interdisciplinaridade entre os projetos



Fonte: Total Construção (2019).

Para Eastman (2014) é possível desenvolver projetos virtuais com imensa precisão, permitindo ao usuário eliminar erros antes da fase de execução, gerando melhorias de planejamento, criação de orçamentos, sustentabilidade, confiabilidade, segurança e qualidade.

A abordagem do tema proposto foi em função do conhecimento e da divulgação da importância da aplicação dessa ferramenta BIM na redução de custos e devido aos benefícios obtidos quanto à elaboração e à execução de obras de engenharia. Nesse intuito, a pesquisa desenvolvida visa a discorrer sobre a importância e os desafios a serem enfrentados quanto ao conhecimento e aplicação de novas tecnologias, entre elas: a plataforma BIM para que seja empregada satisfatoriamente nos setores de AEC – Arquitetura e Engenharia de Construção.

As pesquisas e análises dos artigos selecionados foram fundamentadas em uma revisão sistematizada, baseada em situações observadas a partir da releitura de outros autores que também abordam, questionam e/ou defendem o tema, utilizando critérios de seleção predefinidos para a triagem dos artigos abordados adiante.

Quanto à problemática da abordagem desse tema, notoriamente, mesmo que os resultados positivos predominem sobre os negativos, os desafios serão obstáculos a serem vencidos para a implantação dessa tecnologia. As principais vantagens alcançadas estão relacionadas ao ganho de produtividade, segurança, eficiência, análise de diferentes cenários, qualidade na elaboração e execução desses projetos por meio do uso da plataforma BIM.

O objetivo da pesquisa foi à identificação e análise dos pontos positivos e negativos do uso da Plataforma BIM no cenário da construção civil, com base da releitura de artigos já

publicados de outros autores, conforme critérios estabelecidos na metodologia escolhida. Bem como, relacionar e apresentar os resultados obtidos, de forma que possam contribuir no melhoramento da prática desse método de forma a fim de reduzir custos e aumentar a produtividade na área da arquitetura e engenharia civil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O BIM, que pode ser traduzido como "modelo de informação da construção" em português, não é um software específico, mas um conceito de virtualização, modelagem e gestão das atividades inerentes ao projeto/construção de engenharia de edifícios. Nesse novo conceito, o projeto torna-se mais próximo do trabalho real, simulando ambientes operacionais físicos, seja por meio da simulação e/ou geração da forma virtual de elementos para facilitar a sua compreensão (EASTMAN *et al.*, 2014).

A plataforma apresenta outros parâmetros além dos convencionais (espessura, comprimento e altura) e inclui dados de projeto, como material, custo, fabricante e outros atributos úteis no processo de construção. A substituição de planilhas manuais permite que as informações sejam extraídas de forma simples e que elas possam ser atualizadas sem dificuldade, facilitando a observação de possíveis falhas (erros de projeto, sobreposições etc.) (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.1 As dimensões do BIM

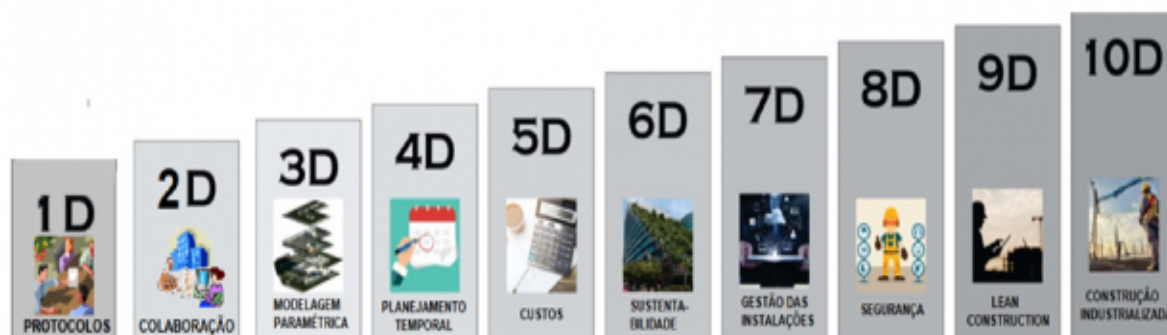
Segundo Hardin (2009), o BIM não se trata somente de um software nem de um modelo aprimorado, mas sim de uma evolução dos procedimentos que envolvem uma construção, permitindo mais dados e informações nos projetos, fazendo-os mais acessíveis e interativos entre os diversos segmentos e profissionais envolvidos.

De acordo com Souza (2021), as dimensões do BIM são desenvolvidas a partir da necessidade de adicionar funções de tempo, custo e operação/gestão de ativos dentro do modelo da tecnologia desenvolvido.

Para Arnal (2018), as dimensões do BIM possuem ferramentas, meios e propósitos de forma a se compreender como funcionam esses instrumentos e tecnologias digitais, descrevendo uma nova forma de trabalho, interligados e alinhados sequencialmente, conforme resumidas na Figura 2.

Na Figura 2, visualizam-se as tecnologias baseadas em uma modelagem 3D digital vinculada a um banco de dados que abrange todo o ciclo de vida de um edifício e a sua infraestrutura desenvolvida por meio da Plataforma BIM, discriminando o processo de programação, criação, construção e gerenciamento de dados diversos.

Figura 2 – Esquema de “D’s” do BIM



Fonte: Por Ignasi Pérez Arnal / Building Information Modeling (BIM), (2019).

Em sua pesquisa, Arnal (2018), descreve a teoria das 10 dimensões do BIM, que direcionam os procedimentos ou passos a serem adotados:

” Dimensão 1D: implica a implantação de protocolos BIM em um país ou organização;

Dimensão 2D: é baseada na introdução de fluxos de trabalho colaborativos e envolve novas maneiras de contratar e criar um compromisso com soluções de gerenciamento integradas;

Dimensão 3D: trata da modelagem digital e, a essa dimensão, adiciona-se o 3D + que traz identificação de inconsistências, captura de realidade e produtos BIM;

Dimensão 4D: trata do planejamento temporal precisamente vinculado a cada um dos elementos modelados e vinculado;

Dimensão 5D: lida com a economia do projeto ou como cada elemento BIM é sincronizado com seu preço, sua origem, sua instalação e os custos de sua implantação e manutenção;

Dimensão 6D: trata da sustentabilidade dos projetos e da construção focada em seu vértice ambiental, tal como a sua contabilidade de CO₂;

Dimensão 7D: é dedicada à operação e manutenção de instalações construídas e ativos manufaturados;

Dimensão 8D: voltada para o conceito de Acidente Zero, para segurança e saúde durante o projeto e a fase de manutenção das construções;

Dimensão 9D: trata da introdução da filosofia de gestão enxuta no setor de construção, chamada de construção enxuta.

Dimensão 10: é o objetivo comum de todas as outras dimensões que é industrializar a construção, e transformar o setor de construção em um setor mais produtivo, integrando as novas tecnologias através de sua digitalização” (ARNAL, 2018, p. 1)”

2.2 Compatibilização

A compatibilização entre os projetos é uma forma de analisar dois ou mais projetos, a fim de solucionar interferências na fase de projetos e evitar o aparecimento desses problemas durante a execução da obra. Na metodologia tradicional, a análise de projetos 2D é feita por meio da sobreposição de projetos interdependentes, utilizando o software ou posto em uma mesa de luz (EASTMAN *et al.*, 2014).

Na Figura 3, é possível identificar uma interferência entre as tubulações, proporcionando uma possível solução na fase de projetos.

Figura 3 – Interferência de tubulações



Fonte: Building, 2019

O uso de programas BIM, para a compatibilização de projetos, proporciona vantagens em relação aos métodos convencionais, permite identificar conflitos e informar as partes do projeto que carecem de mais detalhes. Desse modo, a identificação de interferências pode ser feita em qualquer grau de detalhamento e com qualquer tipo de projeto, seja ele arquitetônico ou estrutural (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.3 Interoperabilidade

Um dos fundamentais requisitos do BIM é a interoperabilidade, que trata a habilidade de assimilar, trocar dados e informações por meio de softwares, os quais são usados no

desenrolar do projeto. Isso proporciona, de modo colaborativo e ágil, que os profissionais da construção civil façam trocas de informações (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.4 A plataforma BIM

BIM é uma plataforma com um rico banco de dados e objetos com informações estruturadas que podem facilmente serem visualizadas pelos usuários (LIU *et al.*, 2017). Além disso, sua aplicação é muito extensa, podendo ser utilizada para análises de desempenho, organização de cronogramas e cálculo de custos (UDDIN; KHANZODE, 2014).

Souza (2021) indica que a plataforma, assim como ocorreu com os sistemas CAD, teve sua implantação no Brasil com aproximadamente 20 anos de atraso em relação ao exterior, sendo utilizada, inicialmente, no meio profissional e, em seguida, no campo acadêmico. Nos dias atuais, as atenções da arquitetura global e da engenharia de construção civil têm sido voltadas para o BIM, que é um dos avanços tecnológicos mais significativos na construção civil (LIU *et al.*, 2017).

Segundo Chuck Eastman, professor aposentado do Instituto de Tecnologia da Geórgia, (EUA) e um dos precursores da tecnologia CAD (Computer Aided Design) que influenciou na forma de se projetar por arquitetos e engenheiros. Além do CAD, como grande estudioso que era, estimulou e difundiu os conhecimentos e adoção da plataforma BIM, ferramenta esta que se tornou uma das mais promissoras para desenvolvimentos de projetos para a indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC)”. De forma que a partir da tecnologia BIM, é possível construir digitalmente um modelo de edificação com grande precisão, o qual, quando finalizado e até mesmo durante o processo construtivo, consegue gerar computacionalmente dados e geometrias importantes para auxiliar a construção, a fabricação e o fornecimento de materiais necessários para realização da obra (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.5 Vantagens da utilização do BIM

A indústria de AEC (Arquitetura e Engenharia de Construção) aos poucos vai fazendo uso dos benefícios que a tecnologia BIM pode oferecer, de forma que é possível notar alguns avanços em comparação com métodos mais tradicionais, como o CAD 2D ou até mesmo no papel (EASTMAN *et al.*, 2014).

É possível obter benefícios com a plataforma BIM durante todas as etapas de construção, passando pela pré-construção, fase de projeto, fase de construção e atuando até na

pós-construção (EASTMAN *et al.*, 2014). Um modelo rico de informações é construído e alimentado, integrando design e dados de construção, manutenção e até demolição, gerando melhorias na eficiência de todas as partes envolvidas (LIU *et al.*, 2017).

2.6 Benefícios de anteprojeto

A ideia de integração do projeto com as outras áreas e a necessidade de se evitar o projeto compartimentado e substituí-lo pelo trabalho simultâneo entre as equipes podem se beneficiar da utilização de sistemas BIM, visto que uma de suas possibilidades é a colaboração e a integração entre as várias fases do projeto, a partir das fases iniciais (EASTMAN *et al.*, 2011).

2.6.1 Concepção e viabilidade

Para uma maior confiabilidade na concepção do projeto, é necessário determinar se o orçamento e os prazos são compatíveis com o tamanho do projeto, ou seja, se determinada construção estaria adequada aos requisitos financeiros do proprietário. Para que essas questões sejam resolvidas com precisão, uma modelagem BIM se faz bastante útil, visto que esses modelos trazem uma grande riqueza de informações (NUNES; LEÃO, 2018).

Conforme Eastman *et al.* (2014), perceber que um determinado projeto está significativamente acima do orçamento após uma quantidade relevante de tempo e de esforço é uma perda no âmbito financeiro e processual, de forma a inviabilizar a sua execução, devendo esse projeto ser revisado em tempo hábil a fim de se encontrar as interferências entre as etapas de desenvolvimento.

2.6.2 Aumento da qualidade e do desempenho da construção

Um modelo esquemático antes de gerar o modelo detalhado da construção permite uma avaliação sofisticada do esquema proposto para determinar se ele cumpre os requisitos funcionais e de sustentabilidade da construção (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.7 Fases de projetos

Para Assunção (2017), a integração das fases de um projeto o torna automático, auxiliando na elaboração da planilha referente à estimativa de custos, favorecendo a concepção do orçamento de forma simples, reduzindo etapas, permitindo ainda que, se erros forem identificados ainda nas fases iniciais, possam ser corrigidos até mesmo em etapas posteriores, de forma a minimizar e corrigir problemas futuros, evitando, assim, o desperdício de tempo, trabalho e, é claro, a improdutividade.

2.7.1 Visualização antecipada e mais precisa de um projeto

O modelo gerado pelo software BIM (Building Information Modeling) é prontamente projetado, diferente do que acontece em outros softwares, em que os modelos são gerados a partir de múltiplas vistas 2D. Durante todas as etapas do processo, são geradas vistas consistentes para o acompanhamento das dimensões do projeto (EASTMAN *et al.*, 2014). Essa visualização do modelo 3D e outras inúmeras possibilidades de cortes e vistas aumentam o grau de entendimento do projeto, possibilitando a detecção de erros na fase de execução da obra (MIRANDA; MATOS, 2015).

2.7.2 Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto

Existe uma redução na necessidade de gerenciamento de mudanças de projeto pelo usuário devido ao alinhamento destes por conta da configuração do BIM (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.7.3 Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto

Além de garantir a consistência entre todos os desenhos, a plataforma BIM possibilita que sejam geradas imagens renderizadas das edificações, instalações ou parte delas, que também podem ser inseridas nas pranchas da correspondente documentação, enriquecendo e facilitando o processo de comunicação (CATELANI; SANTOS, 2016).

2.7.4 Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto

Durante todas as etapas do projeto, a tecnologia BIM pode extrair uma lista precisa de quantitativos e de espaços, a qual pode ser utilizada para estimar o custo. Suas ferramentas usam modelos detalhados, que são associados a bancos de dados de custos, organizados de maneira que permite o rápido cálculo dos custos de diferentes soluções construtivas (CATELANI; SANTOS, 2016).

Nas fases mais iniciais de um projeto, as estimativas de custos são baseadas principalmente no custo unitário por metro quadrado. À medida que o projeto avança, quantitativos mais detalhados estão disponíveis e podem ser utilizados para estimativas de custos mais precisas e detalhadas (SACKS; EASTMAN; LEE, 2004).

2.8 Desafios para implementação do BIM

É esperado que a implantação de novas tecnologias, como o sistema BIM, traga consigo desafios para os novos usuários, visto que há necessidade de adequação à nova ferramenta. Os efeitos negativos ou desafios da implementação do BIM são relativamente poucos, e a maioria deles está ligada a quesitos de software ou hardware. Tais desafios referem-se à gestão de mudança da adoção do BIM e podem ser superados com treinamento da equipe envolvida e atividades de engajamento dos stakeholders, ou seja, das partes interessadas (BRYDE; BROQUETAS; VOLM, 2013).

No entanto, não se deve mitigar a necessidade de reformulação de vários aspectos dentro das empresas que adotaram o sistema de uso total do BIM, devendo ser seguido um bom planejamento estratégico para tal. Portanto, a etapa de implantação não deve ser vista apenas como uma substituição dos softwares, treinamento e atualização de hardwares (EASTMAN *et al.*, 2014).

Landim (2020) discorre que a existência de agentes que atrapalham a implantação do modelo da plataforma BIM pode estar ligada a fatores internos de empresas que ainda não integram de forma efetiva as funções administrativas gerenciais, agregadas a outros fatores que podem estar relacionados ao tempo e aos custos para aprendizagem e aplicação final do conceito BIM em suas empresas de forma definitiva.

2.8.1 Custos na implantação

Segundo Reis (2015), a revista digital da PINI –Arquitetura e Urbanismo (AU), em matéria publicada em julho de 2011, apresentou os custos dos softwares, hardwares e treinamentos para implantação do BIM em uma empresa genérica, relacionada à elaboração de projetos e/ou construção civil, conforme apresentado no Quadro 1, a seguir. Cumpre destacar que esses custos podem variar conforme a finalidade e o porte da empresa, de forma que se possa estabelecer um plano de ação para implantação da tecnologia.

Como constatado, Reis (2015) também identificou que a oneração para implementação do BIM gira em torno da aquisição das licenças de softwares, equipamentos e treinamento da equipe. No Quadro 1, estão descritos alguns dos custos básicos diretos e indiretos, não descrevendo necessariamente, custos como mão de obra, consultorias etc. Como resultado, verificou que o investimento final não é barato, principalmente para pequenos escritórios e profissionais autônomos. Evidenciando que existe uma carência no mercado de profissionais habilitados e capacitados para tal empreendimento.

Quadro 1– Custos para implementação do BIM

Produtos	Custos
Computador com 6 GB de RAM, mais de 15 Gb de HD, placa de vídeo de alta resolução	5 mil reais cada
Archicad (start edition)	3,5 mil reais
Archicad (full edition)	7,8 mil reais (licença 7 mil reais)
Assinatura Archicad anual	1,4 mil reais
Bentley (pacote microstation, bentley architecture, generative componentes e assinatura select)	13,3 mil reais
Revit	10 mil reais (licença 9,8 mil reais)
Assinatura Revit anual	1,1 mil reais
Vectorworks	4,3 mil reais (licença 9,8 mil reais)
Vectorworks + Renderworks	5,3 mil reais (licença 3,7 mil reais)
Assinatura Vectorworks anual	750 reais
Treinamento Revit, Archicad, Bentley, Vectorworks com duração de 40 horas	A partir de 500 reais a 1,5 mil reais, por módulo e por pessoa (módulos básico, intermediário e avançado)
Treinamento sobre o BIM com duração de 40 horas	A partir de 2 mil reais, módulo e por pessoa (módulos básico, intermediário e avançado)

Fonte: Adaptação de PINI, 2011.

Ainda segundo as informações da AU, revista digital da PINI (2011), além do custo de implantação, também é preciso tempo para instruir os profissionais. Como mostrou o quadro anterior, os custos mais relevantes giram em torno de licenças e aquisições de software. No entanto, é necessário substituir ou adquirir computadores com placas gráficas de alta resolução e maiores recursos de processamento e armazenamento de dados.

Destacamos que o treinamento tem um custo inferior em comparação a outras necessidades quando se trata de implementar o BIM, podemos deduzir que a falta de profissionais capacitados no mercado está mais relacionada à falta de tempo e interesse em realizar o treinamento do que a seu valor. Evidenciamos ainda que o treinamento para o manuseio de alguns softwares BIM não faz parte da implementação em si, é apenas parte do processo como um todo (PINI, 2011).

No entanto, constatou-se que serão necessários alguns ajustes relacionados às cobranças ou estimativas de preços a serem apresentados aos clientes como forma de atrativo a adoção desse método pelos contratantes (PINI, 2011).

3 METODOLOGIA

Baseado na metodologia de Revisão Sistemática (RS) aplicada por Donato (2019), foram realizados 5 passos para a realização do estudo, fundamentada em análises de literaturas disponíveis na área acadêmica, já publicada e de conhecimento público. A metodologia sugeriu os direcionamentos e as etapas da pesquisa que possibilitaram o conhecimento e a análise dos resultados obtidos. Essa metodologia é comumente utilizada por pesquisadores, principalmente pela relevância das informações coletadas e pela facilidade do roteiro de etapas que orientam sobre como o estudo deve ser realizado.

Na estrutura de análise abordada por Donato (2019), as etapas corresponderam aos passos que foram seguidos para se obter os resultados desejados.

No primeiro passo, foi definida a questão a ser investigada, de forma a se identificar e analisar as principais vantagens e desvantagens do uso da Plataforma BIM no cenário da construção civil.

No segundo passo, além da definição dos critérios de inclusão e de exclusão, foram selecionados apenas os documentos já publicados entre os anos de 2004 e 2021, não necessariamente que fossem artigos, podendo ser revistas, decretos ou normas, cuja string de busca apresenta resultados tanto no idioma português ou inglês e/ou com palavras-chave

relacionadas ao tema. Nessa etapa, foram considerados os artigos que apresentassem a importância do BIM, com resultados positivos e/ou negativos e os desafios relacionados ao tema com referência a sua implementação. Foram excluídos os artigos em duplicação e/ou repetição do assunto, os quais apresentassem fuga ao tema e os que não tinham publicação comprovada na área acadêmica.

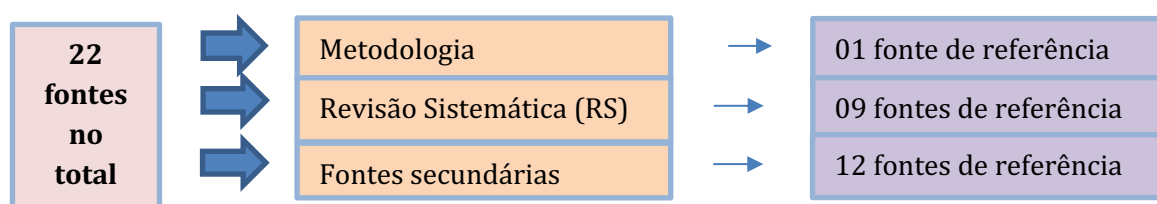
No terceiro passo, ocorreu a avaliação da qualidade dos documentos selecionados. Conforme os artigos foram encontrados e após realizarmos o download dos selecionados, foram aplicados os critérios e parâmetros estabelecidos no 3º passo, também com ênfase aos critérios de inclusão e de exclusão. Assim, mediante a leitura, análise e validação ou não destes, alguns artigos foram excluídos por terem o assunto abordado duplicado/repetido.

No quarto passo, ocorreu à extração dos dados, onde foram definidos os pontos a serem analisados, discutidos e/ou defendidos, relacionados ao tema que estivesse dentro do objetivo geral e dos objetivos específicos apresentados e selecionados.

No quinto passo, foi realizada uma leitura mais aprofundada em cada documento, de forma a extrair as informações consideradas pertinentes ao resultado da pesquisa. Para tanto, também foram considerados os critérios e parâmetros estabelecidos no segundo passo. Concluiu-se então, a seleção de artigos para respaldar a Metodologia, os Resultados e as Discussões.

A Figura 4 elenca e caracteriza o número de fontes totais utilizadas na pesquisa.

Figura 4 – Número de fontes utilizadas na pesquisa



Fonte: Informações coletadas nos dados da pesquisa (2022).

Na pesquisa inicial, foram usadas outras fontes secundárias que embasaram a Introdução e a Fundamentação Teórica.

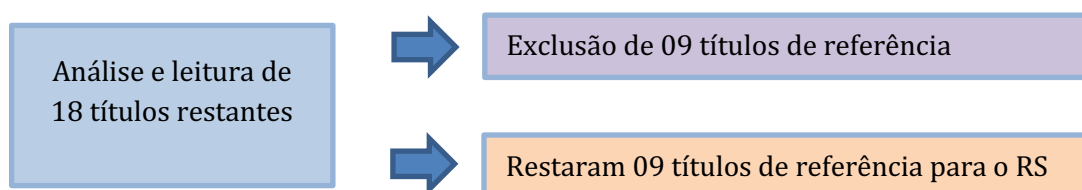
Para a seleção geral dos artigos a serem analisados, foram utilizados alguns sites de busca e de pesquisa, entre eles: Scielo, AcademicGoogle e ScienceDirect de forma a selecionar artigos que agregassem conteúdo ao tema proposto.

O tempo da pesquisa foi estimado em 6 meses para a definição do tema, leitura e seleção artigos e elaboração do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na string de busca e nos critérios de seleção, inclusão e exclusão, foram selecionadas, ao final, 18 artigos para leitura na íntegra, dos quais foram excluídos 09 artigos por estarem em desacordo com os critérios ou porque não abordavam a importância e os desafios da implementação do BIM.

Figura 5 – Resultada de artigos usados na RS



Fonte: Informações coletadas nos dados da pesquisa (2022).

Diante disso, para compor a Revisão Sistemática (RS) proposta, na Figura 5 consta o número de artigos analisados e os selecionados. Dos 18 artigos, 09 artigos foram considerados para RS, mediante a análise do conteúdo e pela relevância ao tema, de forma que destacavam os fatores positivos e negativos para a inserção do BIM na indústria da arquitetura e da engenharia civil. No Quadro 2 abaixo, foram relacionados o resumo desses 9 autores.

Quadro 2 - Resumo dos autores usados para compor a RS.

Autores	Quantidade parcial	Quantidade Total de autores
(SOUZA, 2021)	01	09
(EASTMAN et al, 2014)	01	
(ASSUNÇÃO, 2017)	01	
(COUTO et al., 2021)	01	
(NUNES; LEÃO, 2018)	01	
(CAMPBELL, 2007)	01	
(RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013)	01	
(CARDOSO et al, 2013)	01	
(MONTEIRO et al., 2017)	01	

Fonte: Informações coletadas nos dados da pesquisa (2022).

4.1 Análise dos pontos positivos relacionados ao uso da Plataforma BIM

Dentre as vantagens do uso do BIM, podemos citar o fluxo de dados entre diferentes aplicativos que possibilitam a combinação de diferentes áreas de ação da indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) no modelo geométrico do edifício durante o processo de projeto (SOUZA, 2021).

Quanto à eficiência, quando são aplicados os parâmetros definidos pelo método BIM, mediante a necessidade de alterações em parte ou no todo de um projeto, resultam em simples mudanças, de forma a atualizar todo o contexto automaticamente, tornando o processo de compatibilização mais prático e eficiente, em contraponto ao método tradicional, manual, que se torna, muitas vezes, pouco eficiente, menos prático e mais demorado (EASTMAN *et al.*, 2014).

Para Campbell (2007), o BIM define-se como uma simulação inteligente de arquitetura, tendo como principais características ser: digital, espacial, mensurável, abrangente, acessível e durável.

Entre os diversos profissionais envolvidos na elaboração e execução de um projeto, para Assunção (2017), o sucesso de uma obra está relacionado diretamente ao seu orçamento. Antes da execução de uma construção, é necessário determinar um orçamento e um cronograma que satisfaçam os requisitos financeiros do proprietário. O BIM, por sua vez, traz a vantagem da construção de um modelo similar ao projeto, ligado a uma base de dados, que, em tempo real, gera informações de custo e tempo para o usuário, sendo de grande valor em caso de mudanças durante o processo construtivo (EASTMAN *et al.*, 2014).

Em comparações entre o método BIM e o método tradicional – sendo atualmente utilizado o AutoCAD – quando se trata do orçamento, a plataforma BIM mostrou grande vantagem devido à precisão, qualidade, quantitativo, entre outros parâmetros, deixando um vasto campo a explorar (ASSUNÇÃO, 2017).

A vantagem da aplicação do software BIM no processo de compatibilização torna mais precisa a representação do ambiente virtual, uma vez que os elementos adicionados são tridimensionais e podem, portanto, serem visualizados sob diversas perspectivas quando comparados ao CAD (COUTO *et al.*, 2021).

Segundo Nunes e Leão (2018), a importância da modelagem BIM se dá, com sua vasta aplicação em um projeto, pelo fato de ela ter várias ferramentas de gerenciamento da informação, as quais podem ser mudadas e atualizadas, gerando resultados em todos os projetos

automaticamente, diferente do CAD 2D, em que cada mudança teria de ser atualizada manualmente em todos os projetos.

Para Zhou *et al.* (2017), em sua pesquisa, o método de medição escolhido para cada indicador de avaliação do estudo prévio, que foi executado em projetos de construção reais, obteve resultados positivos, como a satisfação do proprietário, a satisfação do usuário BIM etc. Esses indicadores são qualitativos naturais, obtidos pelo uso de uma metodologia diferente que foi usada para avaliar os resultados por meio de pesquisas e entrevistas entre os usuários do processo.

Assunção (2017), na investida para solucionar os pontos negativos que entravam a implementação da plataforma BIM, discorre sobre uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) em 2009, sendo formada uma Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134, responsável por elaborar normas técnicas sobre BIM para servir de parâmetros para os demais setores.

Para Assunção (2017), apesar dos custos onerosos para implementação do BIM, com custos diretos e indiretos para aquisição de hardwares, softwares e treinamentos, em longo prazo, esses custos seriam minimizados com base nos resultados futuros, com aumento da produtividade, bem como com a qualidade dos projetos elaborados, de forma que possam ser superados por meio da investigação inicial, realizando-se compatibilizações dos projetos em etapas iniciais de elaboração. As vantagens do método superam os gastos, pois há resultados positivos, como o dimensionamento automático e o auxílio na tomada de decisões.

No Quadro 3, podemos observar que, dos 09 autores estudados, 06 consideraram positivos os aspectos em destaque no quadro, os quais podem ser incentivos à efetiva implementação da Plataforma BIM pelo mercado em função da eficiência e dos resultados satisfatórios.

Quadro 3 - Resultados da análise dos pontos positivos da relacionados ao uso da Plataforma BIM

Aspectos positivos	Autores	Quantidade parcial	Quantidade Total de autores
Facilidade de fluxo de dados entre diferentes aplicativos	(SOUZA, 2021)	01	06
Quanto à eficiência e automação na compatibilização dos dados	(EASTMAN <i>et al.</i> , 2014)	01	
Otimização e eficiência relacionadas diretamente ao seu orçamento	(ASSUNÇÃO, 2017)	02	

	(EASTMAN <i>et al.</i> , 2014)		
Em comparações entre o método BIM e o método tradicional atualmente utilizado, o AutoCAD	(ASSUNÇÃO, 2017)	03	
	(COUTO <i>et al.</i> , 2021)		
	(NUNES; LEÃO, 2018)		
Medidas de implementação da plataforma BIM	(ASSUNÇÃO, 2017)	01	
Custos seriam minimizados com base nos resultados futuros, com aumento da produtividade, bem como com a qualidade dos projetos elaborados	(ASSUNÇÃO, 2017)	01	
Características positivas por apresentar simulação inteligente de arquitetura	(CAMPBELL, 2007)	01	

Fonte: Informações coletadas nos dados da pesquisa (2022).

4.2 Análise dos pontos negativos relacionados ao uso da Plataforma BIM

O ensino do BIM, nas universidades, tanto no cenário internacional, quanto nacional, se apresenta como um desafio referente à qualificação dos profissionais nas empresas, seja pela cultura ou pelos custos de implementação (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Ainda que o CAD tenha aprimorado os sistemas de visualização e representação de projetos e de modelagem de equipamentos, não houve, possivelmente, uma mudança de paradigma no que tange ao fluxo de trabalho (COUTO *et al.*, 2021).

Como passo principal para superar as barreiras relacionadas à troca de informações interdisciplinares, os profissionais da alta administração das empresas devem compreender que, para que o fluxo seja contínuo, as informações devem ser compartilhadas, combinadas, interpretadas, transformadas, de forma a ganharem inteligibilidade contextual e preencherem as necessidades de cada fase do ciclo de vida da edificação. Além disso, essas mesmas informações devem ser bem aproveitadas e protegidas, de maneira que não se percam ao longo do seu fluxo (CARDOSO *et al.*, 2013).

O uso de métodos tradicionais, como o CAD, em vez do uso da tecnologia BIM, resultou em problemas, acarretando retrabalhos, necessidade de maior tempo em compatibilizações, maior custo com mão de obra, maior gasto de materiais entre outros problemas (MONTEIRO, *et al.*, 2017).

No método tradicional, constatamos que não houve vantagens expressivas, em função do método apenas transcrever os desenhos do papel para o software digital, não agregando

valores ou critérios de forma a automatizar planilhas de orçamento ou mudanças mais completas em seu projeto.

Salientamos que outra barreira existente à prática dessa metodologia é a questão financeira, uma vez que a implementação do BIM é bastante onerosa, em função dos custos operacionais para aquisição de equipamentos, softwares e treinamentos da equipe, mas que esses custos poderão ser mitigados com a adesão da prática do BIM (ASSUNÇÃO, 2017).

Quadro 4 - Resultados da análise dos pontos negativos relacionados ao uso da Plataforma BIM

Aspectos positivos	Autores	Quantidade parcial	Quantidade Total de autores
Desafio na implementação da plataforma BIM nas universidades, tanto no cenário internacional, quanto nacional	(RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013)	01	05
Atraso referente a uma mudança de paradigma no que tange ao fluxo de trabalho	(COUTO <i>et al.</i> , 2021)	01	
Dificuldade de fluxo de dados entre diferentes aplicativos e a necessidade de proteção dessas informações	(CARDOSO <i>et al.</i> , 2013).	01	
Em comparações entre o método tradicional e o método BIM, como consequência à geração de problemas acarretando retrabalhos, necessidade de maior tempo em compatibilizações, maior gasto de materiais entre outros problemas	(ASSUNÇÃO, 2017)	02	
	(MONTEIRO <i>et al.</i> , 2017).		
Custos onerosos com a aquisição de equipamentos, softwares e treinamentos da equipe	(ASSUNÇÃO, 2017)	01	

Fonte: Informações coletadas nos dados da pesquisa (2022).

Como resultado da análise dos pontos negativos relacionados ao uso da Plataforma BIM, relacionados no Quadro 4, no qual podemos observar que, dos 09 autores estudados, 05 consideraram a presença de alguns pontos negativos, os quais não seriam efetivamente obstáculos quanto à implementação da Plataforma BIM pelo mercado em função da eficiência e dos resultados satisfatórios, visto que esses obstáculos poderão ser superados à medida que se adotem providências nesse sentido.

5 CONCLUSÕES

Tendo em vista os aspectos observados nos diversos artigos analisados, verificamos que, mesmo que os aspectos positivos se apresentem favoráveis à implementação da metodologia BIM, pode-se constatar que existem inúmeros desafios a serem superados. Sejam esses desafios relacionados aos custos de aquisição e qualificação de profissionais, seja pela ausência de incentivos públicos para a efetiva operação da plataforma BIM no mercado da construção civil em geral, entre outros desafios.

No Brasil, há um grande déficit nas empresas em mensurar os projetos em BIM, usando basicamente CAD 2D, em função de compatibilizações ineficientes de projetos, gerados por vários motivos, seja pela ausência de comunicação entre as partes envolvidas de forma que são gerados vários problemas – principalmente de execução, em que fica exposta a falta de qualidade dos serviços, na estética, na estrutura e demais projetos – seja em orçamentos com custos que não condizem com a real situação de execução.

Outro desafio enfrentado e a ser superado pelo mercado da construção civil, para aderir à plataforma BIM, corresponde aos custos necessários para aquisição de softwares, hardwares e treinamentos de seus profissionais, os quais, além de onerosos, demandam tempo de dedicação para a aprendizagem dos softwares disponíveis no mercado a nível nacional e internacional. Sabemos que esses desafios não deveriam ser barreiras na efetiva implementação desse método que apresenta muitos resultados positivos quanto ao nível de detalhamento de projetos mais compatibilizados, que geram um alto nível de precisão para a sua execução relacionado ao nível de informações incorporadas ao projeto.

Outros fatores a serem considerados, tanto para a importância quanto para os desafios, são os resultados obtidos, os quais apresentam uma variedade de benefícios no projeto elaborado na plataforma BIM. Tais resultados de benefícios são destacados a seguir: estrutura visual espacial e imagens renderizadas em 3D instantaneamente; cortes; apresentação de custos do projeto; cronograma físico-financeiro; orçamentos mais precisos, entre outros. Já em relação aos desafios tem de aprimorar a comunicação entre diferentes setores de forma a se ter uma ampla abrangência nos projetos e resultados satisfatórios.

Sabe-se que a criação de uma cultura para uso do BIM depende da maturidade de cada instituição e de governantes locais, em contraponto aos países mais desenvolvidos, os quais têm uma maior aderência ao uso do BIM nas áreas de arquitetura e engenharia civil.

Conclui-se, a partir da leitura e da análise dos diversos conteúdos selecionados para o estudo em questão, segundo a opinião dos autores – os quais mantiveram um senso comum -

que os entraves nada mais são do que os custos de aquisições dos softwares e a qualificação de profissionais.

Sugere-se que as instituições de ensino superior devam acrescentar a disciplina de BIM na grade curricular obrigatória de todas as instituições que ofertam cursos superiores a nível nacional que estejam aptas ao ensino de cursos como arquitetura e engenharia e correlatos, para que o primeiro contato com a tecnologia BIM, pelo discente, seja em nível de ensino, não deixando a cargo apenas das empresas ou de cursos profissionalizantes para darem esse passo inicial para tal empreendimento.

REFERÊNCIAS

ARNAL, Ignasi Pérez. **Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction**, BIM News Last trends of the AECO sector, BIM Community, 2018. Disponível em: <https://mafa.eng.br/BIM/>. Acesso em: 17 dez 2022.

ASSUNÇÃO, L. M. **Análise da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil**. 2017. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/28750>. Acesso em: 6 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Building InformationModelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção. Brasília, DF:Presidência da República,2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm. Acesso em: 30 nov. 2022.

BRYDE, David; BROQUETAS, Martí; VOLM, Jürgen Marc. The projectbenefitsof Building InformationModelling (BIM). **InternationalJournalOf Project Management**, [S. l.], v. 31, n. 7, p. 971-980, out. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786312001779?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jun. 2022.

CAMPBELL, D. A. Building InformationModeling: the Web3D application for AEC.*In*INTERNATIONAL CONFERENCE ON 3D WEB TECHNOLOGY, 12.,**Proceedings**[...]. Perugia, ACM, 2007. p. 15-18. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1229390.1229422>. Acesso em: 25 jun. 2022.

CARDOSO, Andreia; MAIA; Bruno; SANTOS, Diogo; NEVES, João; MARTINS, Margarida.**BIM: O que é?**Porto: Universidade do Porto – FEUP,2013. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/REL_12MC08_01.PDF. Acesso em: 10 jun. 2021.

CATELANI, Wilton Silva;SANTOS, Eduardo Toledo. Normas Brasileiras sobre BIM. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo, v. 84, p. 54-59, out/dez. 2016. Disponível em: http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/ebook/edicao84/files/assets/basic-html/index.html#54. Acesso em: 24 jun. 2022.

COUTO, C. C. R.; SANTOS, L. N. C. dos; LAMOUNIER JÚNIOR, E. A.; LIMA, G. F. M. de; CARDOSO, A. Análise comparativa de ferramentas CAD e BIM para projetos de instalações elétricas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO*, 3., 2021, Uberlândia. **Anais[...]**. Uberlândia: ANTAC, 2021. p. 1-7. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/629>. Acesso em: 3 ago. 2021.

DONATO, H; DONATO, M. Etapas para a realização de uma revisão sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, Lisboa, v. 32, n.3, p. 227-235, 2019. Disponível em: <https://www.acta medicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923>. Acesso em: 10 dez. 2022.

EASTMAN, Charles (Chuck) M.; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. Disponível em: Acesso em: 12 set. 2022.

HARDIN, B.; MCCCOL, D. **BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows**. Indianápolis: Wiley, 2009. 364 p. Disponível em: <http://iibimsolutions.ir/files/BIM/Ebook/BIM%20and%20Construction%20Management-2nd%20edition.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

LANDIM, Aurélia Emanoela de Freitas Gonçalves. **Os obstáculos à da tecnologia BIM como plataforma no desenvolvimento de projetos na construção civil: uma revisão sistemática de literatura**. 2020. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1418>. Acesso em: 15 jun. 2021.

LIU, Shixia; WANG, Xiting; LIU, Mengchen; ZHU, Jun. Towards better analysis of machine learning models: a visual analytics perspective. **Visual Informatics**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 48-56, mar. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X17300086>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MIRANDA, Antonio Carlos de Oliveira; MATOS, Cleiton Rocha de. Potencial uso do BIM na fiscalização de obras públicas. **Revista do Tcu**, Brasília, DF, v. 1, n. 133, p. 22-31, 1 maio 2015. Disponível em: <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1302>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira; SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva; CAVALCANTI, David Stewart Crispim; PEREIRA, Evelyne Emanuelle. Compatibilização de projetos na Construção Civil: importância, métodos e ferramentas. **Campo do Saber**, Cabedelo, v. 3, n. 1, p. 53-77, maio de 2017. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62/50>. Acesso em: 6 jun. 2021.

NUNES, G.H.; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, Sinop, v. 1, n. 55, p. 4761,

maio 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021

REIS, P. Saiba como foi o processo de implantação do BIM em escritórios de arquitetura como Aflalo& Gasperini, Gui Mattos, Orbi Arquitetura e Clarissa Strauss. **Revista PINI AU**. São Paulo, n. 208, p. 32-35, jul. 2011. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/artigo224373-1.aspx>. Acesso em: 17 jun. 2015.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. - O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 151-165, jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/McF3dbcftRW55BN59FTSq6v/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 maio 2021.

SACKS, Rafael; EASTMAN, Charles M.; LEE, Ghang. **Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete**. Georgia: College of Architecture, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580503000438> Acesso em: 24 out. 2022.

SOUZA, Iran Luiz Seabra. **O uso da plataforma BIM no processo projetual colaborativo**. 2021. 131f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)– Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/32624/1/UsoplataformaBIM_Souza_2020.pdf. Acesso em: 2 nov. 2021.

UDDIN, M. Moin; KHANZODE, Atul R. Examples of How Building Information Modeling Can Enhance Career Paths in Construction. **Practice periodical on structural design and construction**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 95-102, fev. 2014. Disponível em: <https://asce.library.org/doi/10.1061/%28ASCE%29SC.1943-5576.0000171>. Acesso em: 6 maio 2021.

ZHOU, Ying; DING, Lieyun; RAO, Yang; LUO, Hanbin; MEDJDOUB, Benachir; ZHONG, Hua. Formulating project-level building information modeling evaluation framework from the perspectives of organizations: a review. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 81, p. 44-55, set. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517304351>. Acesso em: 2 maio 2021.