XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável

Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Avaliação do Uso do BIM em Obras de Médio Porte: Estudo de caso

Evaluation of the Use of BIM in Medium-Sized Works: A Case Study

Giovane Gomes Angelin

Universidade Estadual de Londrina | Londrina | Brasil | giovane.gomes.angelin@uel.br

Paulo Adeildo Lopes

Universidade Estadual de Londrina | Londrina | Brasil | pauloalopes@uel.br

Juliana Bambini Mandola

Universidade Estadual de Londrina | Londrina | Brasil | juliana.bambini@uel.br

Cesar Imai

Universidade Estadual de Londrina | Londrina | Brasil | cimai@uel.br

Resumo

Trata-se um Estudo de Caso sobre a utilização do BIM para obras de médio porte. Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica, selecionando dados relevantes sobre a implementação da tecnologia BIM no Brasil e no mundo. Apresenta-se o resultado parcial de um projeto de iniciação científica que envolveu uma obra residencial, desde a concepção até a execução. Conclui-se que o BIM se apresenta como uma solução para este porte de obras e indica diversos pontos que precisam ser melhorados em termos de integração de projetos, mão de obra para execução da obra, bem como alguns aspectos de logística no canteiro de obras.

Palavras Chave: BIM. Estudo de caso. Habitação de médio porte.

Abstract

This is a Case Study on the use of BIM for medium-sized works. Initially, a literature review was carried out, selecting relevant data on the implementation of BIM technology in Brazil and in the world. It presents the partial result of a scientific initiation project that involved a residential work, from conception to execution. It is concluded that BIM presents itself as a solution for this size of works and indicates several points that need to be improved in terms of project integration, labor for the execution of the work, as well as some aspects of logistics at the construction site.

Keywords: BIM. Case Study. Medium-sized works.

ANGELIN, G.G.; LOPES, P.A.; MANDOLA. J.B.; IMAI. C. ENTAC2022. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-11.

INTRODUÇÃO

Atualmente o *Building Information Modeling* (BIM) tem se tornado cada vez mais comum na gestão de projetos de edificações no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Segundo [1], o BIM é uma ferramenta que permite o processo de gerenciamento de projetos, possibilitando a análise de todos os aspectos e sistemas de um edifício dentro de um modelo, assim como permite que proprietários, arquitetos, engenheiros, empreiteiros e fornecedores possam interagir com mais precisão e eficiência do que nos processos de projeto tradicionais.

O artigo baseia-se em pesquisa que estuda o processo de projeto e de execução de uma obra residencial de porte médio, projetada e executada a partir da utilização do (BIM) envolvendo os seguintes projetos: topografia, fundações, estrutural, hidrossanitário, instalações (elétricas, lógica, TV, telefonia e alarme), projeto de vedações, projeto de impermeabilizações, projeto de ar-condicionado, projeto de automação de aspiração central, sistema fotovoltaico e aquecimento solar.

A pesquisa contempla o acompanhamento da elaboração de cada um dos projetos, bem como, a compatibilizações entre eles e o acompanhamento da execução da obra em questão. A partir de coletas de dados por meio de *walkthrough*, entrevistas com pessoas chaves, documentação fotográfica e registros de acompanhamento da obra, foram identificados aspectos operacionais do desenvolvimento do projeto e da execução da edificação, possibilitando gerar um banco de dados com as dificuldades e os potenciais de uso do BIM para esse tipo de obra.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo dos últimos anos, o BIM vem ganhando destaque na construção civil ao oferecer uma tecnologia potencialmente transformadora, possibilitando compartilhar por meio de recursos digitais o ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar até a gestão de instalações. Segundo [4], muito se fala sobre a utilização do BIM como solução de qualidade e produtividade de projetos, aplicado em diferentes etapas de um empreendimento.

O uso do BIM tem demonstrado diversos benefícios na área de AEC, com influência direta sob a produtividade obtida no canteiro de obras, uma vez que as informações conflitantes provenientes dos documentos de representação podem interpretadas como os principais fatores de causa-efeito associados à baixa produtividade, desperdícios de materiais e consequente baixa qualidade do produto [5].

Por ser uma metodologia recente no Brasil e demandar mais tempo para elaboração de projetos, sua utilização não alcança grande difusão em obras deste porte, limitando-se às obras de grande porte e licitações públicas. O trabalho [4] afirma que apesar de perceber esforços e o interesse despertado quanto ao uso deste método no projeto, a utilização do BIM no Brasil ainda está em fase inicial, ou seja, de implementação, e que ainda necessita de melhoria da qualidade nos projetos e nas construções.

Uma das molas propulsoras para a implantação do BIM no Brasil é o marco legal, isto é, um arcabouço de leis que obrigam a utilização do BIM nos processos licitatórios. Muito embora estas leis façam alusão apenas às obras públicas, acabou causando preocupações também entre os profissionais que não estão diretamente ligados a este seguimento, corroborando-se a necessidade, entre todos, de caminhar em direção ao BIM. Entre as leis que se destinam à implementação do BIM destaca-se: o BIM-BR que se trata de uma Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, instituída pelo Decreto nº 9.983 de 2019; o Decreto Federal nº 10.306 de 2020 e a nova Lei Federal 14.133 de 2021, que estabelece normas gerais de licitação e contratação.

Pesquisas focadas no uso do BIM estão sendo realizadas no território brasileiro por meio de estudos de casos em diversas escalas. Segundo [1], em um estudo realizado em uma grande construtora brasileira, o BIM foi considerado mais eficiente na fase de projeto e falho na fase de construção. Os autores chegaram na conclusão de que o estudo de caso realizado é um exemplo de que o BIM como ferramenta tecnológica não é capaz de promover uma interface integrada de projeto e construção por si só.

Já outra pesquisa realizada por [4] demonstra que apesar desta tecnologia ainda ser pouco aplicada em cidades pequenas e do interior (em projetos de menor portes), a implementação do BIM garante um maior nível de qualidade e confiabilidade dos projetos, possibilitando a redução de custos, aumento de produtividade e a automação da indústria da construção.

As principais dificuldades encontradas durante o uso do BIM nos processos de projeto estão relacionadas a falta de treinamento especializado para a sua implementação e ou, até mesmo, a falha na mudança de mentalidade dos envolvidos, que precisam entender e aceitar o processo integrado como um todo [5]. A segunda maior dificuldade está no processo em si que é trabalhoso, demandando intensa atualização do modelo e associação com o cronograma.

A pesquisa [3] afirma que as principais barreiras para este cenário são devido à falta de interesse dos fornecedores de insumos para a construção, agravando-se pela falta de evidências que mostram as vantagens do BIM em projetos de pequeno porte.

Desta forma, entende-se que a implantação da ferramenta BIM nos processos de projeto e na execução de obras de pequeno e médio porte ainda enfrenta obstáculos no contexto brasileiro, sendo necessário maiores estudos para identificar as potencialidades da utilização desta tecnologia.

METODOLOGIA

Baseado em [2], esta pesquisa busca identificar como ocorre o processo de ensino e aprendizagem dos profissionais envolvidos no projeto, com um estudo de caso que permite a integração entre a prática profissional e a identificação de suas vantagens e desvantagens na aplicação da metodologia BIM.

A pesquisa em questão acompanhou desde a escolha do terreno, a elaboração dos projetos e o acompanhamento semanal à execução da obra durante o período de 16

meses. A obra residencial possui área aproximada de 350,00 m², em 02 pavimentos, executada em blocos de cerâmica e blocos de concreto, com estrutura em concreto armado. Durante a obra ocorreu uma organização sistemática dos dados de acompanhamento por meio de relatórios. A metodologia utilizada dividiu-se de acordo as etapas apontadas a seguir (Quadro 1):

Quadro 1: Descrição das etapas da metodologia

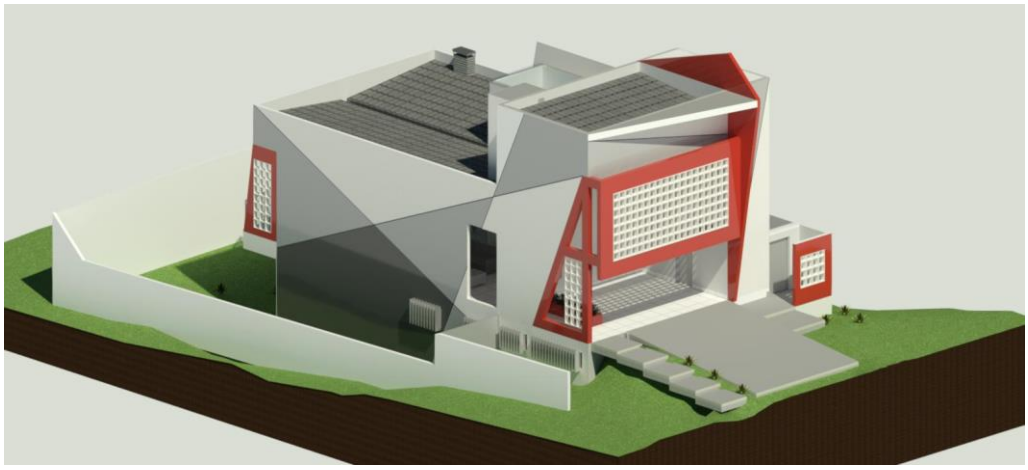
Etapas	Descrição
Desenvolvimento dos Projetos	Foi feito o acompanhamento de todas as etapas do projeto de arquitetura, desde os estudos preliminares, anteprojeto, projeto legal e projetos executivos, duração de aproximadamente 6 meses para elaboração.
Execução da Obra	Acompanhamento desde a implantação do canteiro de obra, execução de construções provisórias durante a obra, passando pela terraplanagem, locação, fundações, supra estrutura e infraestrutura em concreto armado, vedação, instalações, telhado, acabamentos e pinturas. Este acompanhamento foi realizado semanalmente pelos pesquisadores envolvidos, durante 10 meses.
Coleta de Dados	Foram realizadas entrevistas estruturadas com os projetistas e executores da obra, *walkthrough* técnico, documentação fotográfica e análise projetos, orçamentos.
Organização e Tabulação dos Dados	Os resultados foram tabulados e comparou-se o cronograma físico-financeiro e os quantitativos de materiais e os insumos em *real time,* para detectar prováveis falhas na utilização do BIM na comparação entre projetos e a execução da obra.

Fonte: o autor.

RESULTADOS

Ao avaliar a fase de projetos e a de execução da obra, observa-se que a execução se manteve fiel aos detalhes previstas nos projetos (Figuras 1, 2 e 3):

Figura 1: Maquete virtual 3D para análise do projeto



Fonte: Os autores.

Figura 2: Maquete física desmontável para visualização dos mobiliários internos



Fonte: Os autores.

Figura 3: Foto da residência finalizada



Fonte: Os autores.

DIVERGÊNCIAS E FALHAS DETECTADAS NA COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Muito embora tenham ocorrido diversas reuniões entre os profissionais para elaboração dos projetos e a compatibilização, durante a execução da obra foram detectadas situações que exigiram modificações e consequentes alterações nos projetos e ou na obra. Destaca-se que as observações contidas a seguir se originam do cruzamento de informações obtidas na obra, observações de projetos e entrevistas estruturadas com os profissionais envolvidos (Quadros 2 e 3).

Quadro 2: Problemas detectados na elaboração individual dos Projetos com a obra em andamento

Projeto	**Descrição do Problema**
Arquitetura e Estrutural	Necessidade de correção nos pilares que compõem a moldura vermelha da fachada (Figuras 1, 2 e 3), pois não estava compatibilizado a estrutura com a Arquitetura. Incompatibilidade entre os projetos de arquitetura e estruturas, tais como: - Diferenças de altura do balanço de vigas; - Diferenças dimensionais de ambientes; - Diferenças entre as dimensões da estrutura, que acarretaram redução no tamanho das portas, por exemplo; - Falha na informação e detalhe de acabamento nas escadas.
Estrutural	Documentos com codificações confusas. Desenhos incorretos. Ausência de algumas informações dimensionais. Incompatibilidade entre dimensionamentos de vigas e as respectivas armaduras. Diferenças de dimensionamentos de vigas e necessidade de ajustes posteriores à concretagem. Falta de desenhos de algumas peças.
Vedações	Diagramação das informações nos desenhos técnicos feita de forma confusa, dificultando o entendimento. Ausência de algumas vistas de fachada de vedações, ocasionando erros no quantitativo de materiais (blocos cerâmicos).
Hidrossanitário	Dreno e ou ralo para a floreira da garagem do pavimento térreo não previsto. Erros significativos nos quantitativos das diversas conexões. Muito embora esteja previsto uma bomba de para recirculação de água (para manter a água sempre quente nas tubulações) não foi detectado um anel de retorno suficiente no projeto. Os metais, assessórios, e a caixas d'águas especificadas encontram-se fora de linha, dificultando a aquisição e ou eventuais reposições futuras. O ponto de água fria da máquina de lavar roupas foi locado errado. A pressão hidráulica é baixa em geral, não conseguindo acionar os mecanismos digitais das torneiras, obrigando a instalação de uma bomba pressurizadora.
Instalações Elétricas	Ausência da interligação entre QGBT no Pavimento Térreo (na área de serviço) e o QDLF no Pavimento Inferior (no closet da suite). Detectou-se informações diferentes de dimensionamento de fiação em diferentes locais.

Fonte: o autor.

Quadro 3: Problemas detectados na compatibilização entre os Projetos com a obra em andamento

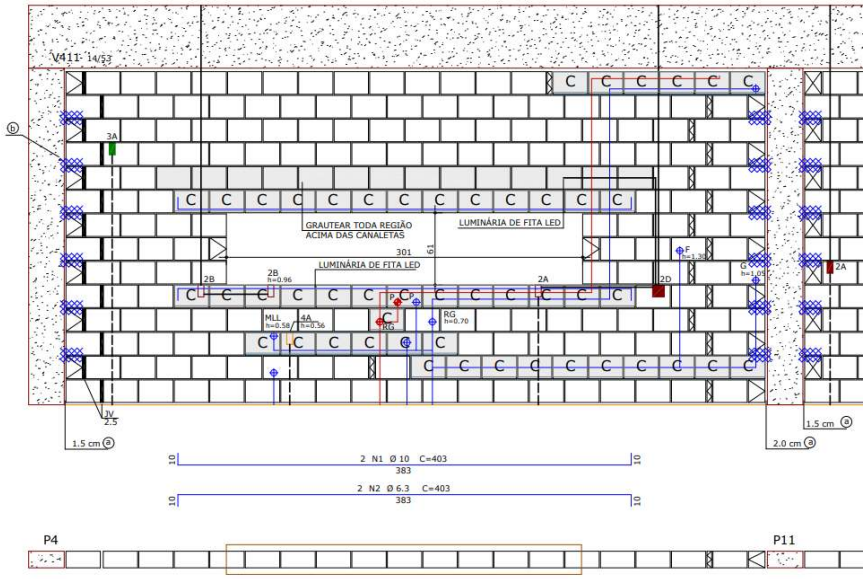
Projeto	Descrição do Problema
Arquitetura, Estrutural e Impermeabilizações	As alturas das vigas da sacada gourmet e da garagem não levaram em conta a espessura das camadas impermeabilização previstas e, o consequente rebaixamento entre pisos externos e internos da edificação no projeto de arquitetura.
Estrutural, Vedação e Instalações	Incompatibilidade entre o projeto estrutural e de vedação dificultando a execução. Falta de identificação dos pontos de Instalações no Projeto de vedação.
Estrutural e Instalações	Incompatibilidade entre o projeto estrutural e os projetos de instalações, pois vários furos em lajes, não foram cotados nas formas do estrutural.
Fundações e Estrutural	A numeração adotada nos pilares é diferente entre os projetistas de fundações e de estruturas, prejudicando o entendimento na obra. Em função da ausência de sondagem prévia no terreno, constatou na execução da obra que não seria possível executar estacas profundas e, sim tubulões, pois o terreno apresentou uma camada de rocha basáltica na média de 3,00m de profundidade, levando a alteração do projeto estrutural.
Arquitetura (mobiliários e equipamentos) e Instalações Elétricas	Ausência das tomadas para as persianas elétricas nos dormitórios. Ausência de disjuntores exclusivos para alguns equipamentos. Faltaram dados sobre as tomadas de carregamento de automóveis e para o Sistema Fotovoltaico.

Fonte: o autor.

DIFICULDADES E FALHAS DETECTADAS NA EXECUÇÃO DA OBRA

Observou-se no decorrer da execução algumas dificuldades no cumprimento fiel dos projetos, principalmente referente a integração e a compatibilização dos projetos de Vedação e de Instalações hidrossanitárias (Figuras 4 e 5). Os projetos previam a passagem das tubulações horizontais (dentro de blocos canaletas) e das tubulações verticais (por meio dos furos verticais dos blocos). Contudo, isto na prática não foi totalmente possível, por estar em desacordo com a realidade de execução e por exigir que, ao mesmo tempo, estivessem presentes na obra pedreiros, encanadores e eletricistas, o que numa obra de médio e pequeno porte é inviável, pelo sistema de contratação usualmente empregado em pequenas obras.

Figura 4: Projeto de Vedação: mostra tubulações embutidas nas paredes



Nota: Linhas azuis (água fria), linhas vermelhas (água quente) e blocos com "C" são canaletas.
Fonte: o autor.

Figura 5: Execução concomitante da alvenaria (vedação) e das Instalações



Nota: Observa-se que não houve a quebra (rasgo) tradicional dos blocos cerâmicos e, sim embutimento das instalações durante o assentamento dos blocos cerâmicos.
Fonte: o autor.

Constata-se (Figuras 6 e 7) que houve um esforço considerável da equipe de mão de obra para seguir o que preconizavam os projetos de instalações e de vedações no tocante a evitar quebras e cortes nos blocos cerâmicos para embutir as instalações. Deve-se ressaltar que para encaixar nos recortes prévios dos blocos foram compradas caixas elétricas (tomadas e interruptores) adequados.

Figura 6: Blocos pré-recortados (na olaria) para embutir as caixas plásticas e execução da vedação



Fonte: o autor.

Figura 7: Execução da vedação



Fonte: o autor.

Contudo, esta recomendação de projeto causou grandes problemas na execução da obra, pois a mão de obra não estava preparada para esta integração de serviços concomitantes e ainda, como citado anteriormente, nem sempre era possível ter todos os profissionais disponíveis ao mesmo tempo na obra. Esse aspecto causou o descontentamento dos funcionários e o abandono da obra por parte de eletricistas e de encanadores que, reclamavam do rendimento do serviço empreitado.

Em função desse aspecto, o responsável técnico pela obra, resolveu manter o assentamento dos blocos meios e inteiros (sem recortes e ou quebras) encaixando perfeitamente entre as vigas e os pilares da estrutura. Todavia, optou-se pelo recorte ou rasgo dos blocos no momento de embutir as instalações hidrossanitárias nas paredes de vedação mostrados a seguir (Figura 8).

Figura 8: Execução da vedação com recortes para embutir instalações



Fonte: o autor.

As entrevistas estruturadas com os projetistas e o executor da obra, indicam que em função da obra apresentar um conjunto de projetos com detalhamentos em quantidade e qualidade acima da média das obras tradicionais deste porte, houve dificuldade desde o início para contratação de mão de obra. Pois, ao mostrar ou enviar os projetos para orçamento a maioria dos empreiteiros consultados preferiram declinar, isto é, não apresentaram nem propostas para a execução. Esta negativa ocorreu em função das dificuldades de entendimento de projeto bem detalhados e a falta de margem para os funcionários adaptarem a execução à sua *expertise* permitindo “criarem” e “resolverem problemas” durante a obra em execução, de forma que fosse mais interessante para sua produtividade pessoal.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa permitiu identificar e comparar as eventuais dificuldades de comunicação das informações, entre os projetistas, entre os projetistas e o responsável técnico pela obra e ainda a grande dificuldade de compreensão dos funcionários em relação à projetos ricos em detalhamento. Observou-se inclusive que a quantidade de detalhes de um projeto é inversamente proporcional a aceitação dos funcionários, ou seja, quanto maior a quantidade de detalhes e especificações, menor o interesse das equipes procuradas para executar a obra.

A pesquisa também aponta para uma necessidade premente, não apenas de um treinamento em relação à utilização de *softwares* que se enquadram na tecnologia BIM, mas sim da necessidade de que os profissionais envolvidos necessitam maior conhecimento interdisciplinar, isto é, afastar-se da forma tradicional de projetar de forma isolada cada especialidade, onde cada profissional faz seu projeto individual em seu escritório, mas a integração e ou compatibilização de fato não ocorrem, sendo necessários ajustes durante a execução da obra. Prática esta que pode levar ao desperdício, retrabalho, atrasos e, consequentemente, aumento dos valores orçados.

Grande parte dos apontamentos identificados foram derivados de falhas ou lacunas nos projetos, o que sugere que parte significativa do problema está na falta de experiência de quem estava projetando. Sendo assim, foi possível identificar que a ferramenta apresenta contribuições significativas e benéficas no processo de projeto e execução da obra, porém é necessário que os projetistas tenham experiência suficiente na área ou se atualizem frequentemente para conhecer as demandas necessárias, visando a correta realização dos projetos complementares devidamente integrados e compatibilizados.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é a dificuldade em conseguir uma mão de obra que seja qualificada. Devido ao alto nível de detalhes dos projetos feitos no sistema BIM, a mão de obra não especializada acaba tendo dificuldades em executar as características mais específicas do projeto, o que dificulta até mesmo a contratação de uma equipe que consiga fazer a leitura correta dos projetos. Pela falta de conhecimento, a grande maioria dos empreiteiros consultados afirmaram que obras com um grande nível de detalhes como este são muito demoradas e a mão de obra teria custo mais levados para compensar o maior tempo de obra. A prática mostrou que mesmo com as dificuldades encontradas, a presente obra foi executada dentro do cronograma físico (sem atrasos) e ainda não excedeu orçamento previsto.

Desta forma, por meio da análise da obra realizada, a viabilidade do BIM é questionável se não houver uma equipe que tenha conhecimento técnico adequado das exigências e demandas de projetos deste porte. A ferramenta BIM pode auxiliar no projeto, mas não apresenta vantagens significativas quando a qualidade técnica dos projetos individualmente e na compatibilização não estão de acordo com as boas práticas de arquitetura e engenharia para a execução de obras.

Para entender melhor sobre o cenário do uso do BIM em obras de pequeno e médio porte, torna-se necessário entender o contexto e as práticas de mercado em obras de

pequeno e médio porte, onde a mão de obra especializada é totalmente diferente de países emergentes, como o Brasil, em comparação aos países desenvolvidos.

Também se torna necessário realizar estudos mais aprofundados para identificar quais são as potencialidades da utilização da tecnologia BIM para a redução de problemas na compatibilização do projeto, assim como compreender o quanto o BIM consegue melhorar a qualidade da edificação desse porte e quais aspectos o BIM não consegue auxiliar porque depende da experiência e qualidade da mão de obra. Entender o motivo dos erros e inconsistências averiguados proporcionaria projetos com maiores chances de atenderem as expectativas do cliente.

AGRADECIMENTOS

Aos demais integrantes da equipe de Trabalho deste Projeto de Pesquisa: Giovana Medri Striquer Souza. Janaina Keren Novais. João Guilherme Mendes Camargo. Luciano Nardini Gomes. Luiza Munhoz Cerruti. Matheus Guimães Soares Ramos. Nathalia Maria Magon Silva. Sergio Gubert Filho. Vinicius Vieira Salles.

REFERÊNCIAS

[1] ARROTÉIA, A. V.; FREITAS, R. C.; MELHADO, S. B. **Barriers to BIM Adoption in Brazil.** Front. Built Environ. 7:520154. doi: 10.3389/fbuil.2021.520154, 2021.

[2] FREZATTI, F. Martins, D. B.; Mucci, D. M.; Lopes, P.A. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL):** Uma solução para a aprendizagem na área de negócios. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2018. v. 1. 148p.

[3] HOSSEINI, M. R.; BANIHASHEMI, S.; CHILESHE, N.; NAMZADI, M. O.; UDAEJA, C.; RAMEEZDEEN, R.; MCCUEN, T. **BIM adoption within Australian small and medium-sized enterprises (SMEs): An innovation diffusion model.** Construction Economics and Building, p.76-86, 2016.

[4] REIS, F. F. P. **APLICAÇÃO DO BIM EM PROJETOS: estudo de caso em uma residência unifamiliar de pequeno porte.** In: Gestão, Tecnologia e Ciências. v. 10 n. 33, 2021.

[5] SILVA, P. H.; CRIPPA, J.; SCHEER, S. **BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, 2019.

Obs.: O presente Projeto de Pesquisa possui aprovação da Plataforma Brasil CAAE: 45041721.9.0000.5231 e nº do Parecer: 4.669.710.