

Análise da tecnologia BIM na elaboração de projetos arquitetônicos de engenharia habitacional

Cleidiane Cabral de Sá¹, Heloísa Cristina dos Santos Zamprogno², Natan Bergamim Peixoto³, Josete Pertel⁴

Submissão: 03/01/2022

Aprovação: 30/05/2023

Resumo: Com o intuito de tornar os processos mais eficientes e seguros no ramo da construção civil, o mercado avançou nas buscas por tecnologias de alto desempenho produtivo. Como uma das alternativas encontradas, tem-se a tecnologia Building Information Modeling (BIM), que surge como proposta tecnológica capaz de evitar erros, quantificar os materiais e organizar a chegada dos insumos à medida que a construção avança. O objetivo principal deste trabalho consiste em analisar os benefícios da metodologia BIM na construção civil e sua aplicabilidade prática, comparando-se os dois projetos de softwares diferentes, sendo eles o em projeção 2D e analisando as vantagens da implementação do 3D. Além disso, mostrar o custo-benefício, pois mesmo que em questão de valor monetário a tecnologia BIM tenha um preço mais elevado, vale a pena investir em softwares em plataformas BIM. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica com base descritiva explicativa, usando fontes secundárias, ou seja, materiais outrora publicados. A partir da análise dos dados apresentados, pode-se perceber que a BIM possibilita maior precisão no desenvolvimento de projeto, justamente porque permite diferentes níveis de análise e informações do que envolve a construção de obras residenciais. As principais razões apontadas pelos profissionais no uso da tecnologia BIM estão relacionadas à redução de erros no projeto e aumento de qualidade. Essa tecnologia propicia nos projetos aumento da quantidade de informações e a criação de produtos a ser oferecido aos clientes, como os levantamentos de quantitativos e imagens 3D. O futuro sinaliza pelo uso BIM que está conquistando cada vez mais mercados.

Palavras-chave: BIM. CAD. Projeto habitacional. Compatibilização.

Analysis of BIM technology in the elaboration of architectural projects of housing engineering

Abstract: In order to make processes more efficient and safer in the field of civil construction, the market has advanced in the search for technologies with high productive performance, and as one of the alternatives found, there is the Building Information Modeling (BIM) technology, which appears as a technological proposal capable of avoiding errors, quantifying materials and organizing the arrival of inputs as construction progresses. The main objective of this work is to analyze the benefits of the BIM methodology in civil construction and its practical applicability, comparing the two different software projects, being the one in 2D projection and analyzing the advantages of the 3D implementation. Showing that the cost benefit, even if in terms of monetary value BIM has a higher price, it is worth investing in software on BIM platforms. This is a bibliographic research with an explanatory descriptive basis, using secondary sources, that is, previously published materials. From the analysis of the data presented, it can be seen that BIM allows greater precision in the development of the project, precisely because it allows different levels of analysis and information about what involves the construction of residential public works. The main reasons given by professionals for using BIM are related to the reduction of errors in the project and the increase in quality. This technology provides projects with an increase in the amount of information and the creation of products to be offered to customers, such as quantitative surveys and 3D images. The future signals the use of BIM that is conquering more and more markets.

Keywords: BIM. CAD. Housing project. Compatibility.

¹ Bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade Multivix São Mateus, ES - cleidiane-sa@hotmail.com

² Bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade Multivix São Mateus, ES - hzamprogno14@gmail.com

³ Bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade Multivix São Mateus, ES - natanbergamin@gmail.com

⁴ Docente do curso de Engenharia Civil pela Faculdade Multivix São Mateus – josete.pertel@multivix.edu.br

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil passou por várias transformações na indústria da construção civil, com isso, há um mercado cada vez mais desafiador e exigente. A concepção de projetos também foi alterada, de modo assim a acompanhar tais mudanças. Dessa forma, a tecnologia Building Information Modeling (BIM) vem como alternativa a suprir e melhorar essa nova demanda da construção civil.

O BIM gerou uma nova perspectiva de visão para o mercado da construção. Ele vem caminhando para proporcionar uma indústria construtiva cada vez mais organizada e eficiente, trazendo melhoria na eficiência e na velocidade em que os projetos são desenvolvidos, além de ser sustentável do ponto de vista ambiental e financeiro.

BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção. (EASTMAN et al., 2014, p. 1).

Essa tecnologia permite evitar erros, quantificar os materiais e organizar a chegada dos insumos à medida que avança a construção. Tudo é criado como se uma casa ou edifício fosse criado a partir de uma impressora 3D.

Nessa perspectiva, este estudo pretende demonstrar a utilização da ferramenta BIM no uso do software Revit na concepção de um projeto residencial no município de São Mateus, ES, abordando tanto o projeto arquitetônico quanto o complementar estrutural, com a finalidade de evidenciar a importância dessa tecnologia na otimização do processo de elaboração de projetos.

Segundo Amorim, Lyrio e Souza (2009), o modelo BIM promove a colaboração entre a equipe responsável por um projeto e troca de informações à medida que cada membro progride e otimiza o tempo gasto em alterações de design. Andrade e Ruschel (2009) mostram o menor tempo de entrega do projeto, maior qualidade de detalhes com menores taxas de erro, redução de horas gastas em projetos e um modo de renderização simples que permite renderização 2D e 3D, como outros elementos para demonstrar o BIM como metodologia para trabalhar com projetos.

Propõe-se coletar informações sobre a implantação do sistema BIM para análise comparativa de um pro-

jeto feito com o AutoCAD e um projeto no Revit, explanando as possíveis melhorias obtidas utilizando o BIM, tais como: mais rapidez de elaboração, segurança, compatibilidade e automatização entre os projetos, visto que um dos principais problemas encontrados no uso do sistema CAD e a falta de compatibilidade, sendo esse o principal problema que ocasiona atrasos e prejuízos nas obras.

Uma das principais dificuldades encontradas na construção civil é a falta de compatibilidade entre os projetos. Problemas como custos adicionais não previstos, atraso no cronograma de entrega, conflito durante a execução, em que tubulações do projeto hidrossanitário acabam cruzando com uma viga são efeitos dessa incompatibilidade. Devido a isso, os profissionais acabam tendo conflitos entre os projetos arquitetônicos e hidrossanitários, por exemplo, causando atrasos na obra e prejuízos financeiros.

Este estudo visa responder os seguintes questionamentos: por que usar o BIM na construção civil? E como a tecnologia BIM pode ser utilizada na elaboração de projetos arquitetônicos e de engenharia residencial na realidade brasileira?

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os benefícios da metodologia BIM na construção civil e sua aplicabilidade prática, comparando-se os dois projetos de softwares diferentes e analisando as vantagens da implementação.

Para a realização do trabalho, fez necessário: coletar as informações de projetos arquitetônicos de engenharia habitacional reais para análise e escolher um projeto base feito no CAD; realizar uma simulação do modelo base feito no AutoCAD fornecido por um engenheiro civil para este estudo, dentro de um processo BIM comparando os projetos entre os softwares; analisar os resultados da implantação dos processos descritos, comparando os dois por critérios de funcionalidade, compatibilidade, automatização, unificação, segurança e quantitativos de informações e materiais.

REFERENCIAL TEÓRICO

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Segundo Eastman (2014), os conceitos, as abordagens e metodologias que se conhecem hoje se iden-

tificam como BIM há cerca de 30 anos, e o termo Building Information Modeling está em circulação há pelo menos 15 anos.

O termo BIM vem do inglês Building Information Modeling, que no português seria Modelagem da Informação da Construção, a tecnologia BIM permite que a edificação seja modelada num ambiente gráfico tridimensional com base em informações agregadas aos materiais construtivos utilizados (EASTMAN et al., 2014. s.p.; CATELANI, 2016, s.p.).

A metodologia não se trata apenas de uma tendência, mas de uma realidade a nível mundial. O BIM se espalhou por diversos países ao redor do mundo, tendo alguns mais sucesso que outros, como os Estados Unidos que obteve grande êxito. Mas, atualmente, ele não é o país com maior nível de maturidade em relação ao BIM, e isso é devido à falta de regras e parâmetros melhor definidos no país. O país com maior maturidade é a Inglaterra, que é referência no uso da tecnologia. Criado nos anos 1970, o BIM ganhou destaque nos anos seguintes como forma de propor novas soluções para o desenvolvimento de projetos. “No Brasil, a modelagem da construção despontou por volta do ano de 2004, tendo o próprio termo” (SANTOS, 2017, p. 63).

A Graphisoft lançou em 1987 o ArchiCAD, primeiro software de modelagem arquitetônica que seguia os conceitos que mais tarde se tornaram BIM. Muitos entendem o BIM como um software, mas, na verdade, ele é muito mais que isso. Ele é uma metodologia, ou seja, é a união de vários softwares tendo a informação como sua parte fundamental.

Segundo a empresa de Software Autodesk (2019), a tecnologia BIM consiste em um processo inteligente de geração de informações que, por modelagem tridimensional, consegue fornecer dados e conhecimento aos especialistas de AEC sobre o planejamento, implementação e gerenciamento de processos.

A tecnologia BIM facilita o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto. Apesar de a colaboração usando desenhos também ser possível, ela é inerentemente mais difícil e mais demorada do que trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados nos quais o controle de modificações possa ser bem gerenciado. Isso abrevia o tempo de projeto e reduz significativamente os erros de projeto e as omissões (EASTMAN et al., 2014, p. 17).

Dessa forma, o BIM é aplicado como uma nova metodologia processual na construção civil. Por isso,

trata-se o BIM como uma metodologia que envolve uma série de processos, softwares e pessoas.

O BIM é uma metodologia tão completa que abrange desde a concepção do projeto, seu detalhamento, a construção do empreendimento em si, sua operação, manutenção e eventual demolição. O conceito de concepção de projeto no BIM muda em relação à metodologia tradicional amplamente utilizada, pois devido à necessidade de uma quantidade e qualidade maior e irrestrita de informação, tanto os proprietários, os arquitetos, os engenheiros, os gestores de projeto, as equipes de operários, as equipes subcontratadas e os fornecedores de materiais e equipamentos envolvem-se no design, na caracterização, nas definições do projeto executivo, na construtibilidade e na evolução do projeto desde o início.

METODOLOGIA BIM NO BRASIL

Em 17 de maio de 2018 foi assinado Decreto Presidencial n.º 9.377, que estabelece a obrigatoriedade do uso da tecnologia BIM em projetos de obras públicas. Dentre os textos infraconstitucionais diretamente relacionados ao BIM, destaca-se o Decreto n.º 9.377 (Brasil, 2017), Decreto n.º 9.983 (Brasil, 2019), Decreto n.º 10.306 (Brasil, 2020) e a Lei n.º 14.133 (Brasil, 2021).

Diante dos benefícios e uso crescente do BIM, o governo brasileiro tem editado documentos legais no âmbito da constituição, na forma de leis e decretos, para promover estratégias de disseminação do BIM (intitulada Estratégia BIM BR) e gradativamente, proporcionar um ambiente adequado ao investimento na área e a sua difusão no país (ABNT, 2020, s.p.; CASTRO, 2020, s.p.).

Quanto aos meios de propagação da estratégia, o Decreto n.º 9.377 propõe os seguintes objetivos específicos:

Art. 2º A Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos específicos:

- I - difundir o BIM e seus benefícios;
- II - coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - estimular o desenvolvimento e aplicação de

novas tecnologias relacionadas ao BIM; e IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM. (BRASIL, 2019, s.p.).

Dois anos depois foi efetuado o Decreto 10.306/2020, que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Com intuito de incentivar o crescimento no setor da construção civil, além de aumentar a transparência nos processos licitatórios e gerar economia com o Decreto, ficaram definidos os órgãos vinculados para o processo de difundir a ideia, sendo eles: Ministério da Defesa, Ministério da Infraestrutura e Aviação Civil. Esses órgãos são considerados pilotos na estratégia de impulsionar a implantação e uso do BIM. A Figura 1 mostra o mapa da estratégia do BIMBR.



Figura 1. Mapa da estratégia BIMBR.

Fonte: MDIC: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (COAN et al., 2021).

Com base nos dados, a medida para essa estratégia garante que até 2028 o PIB da construção civil tenha um acréscimo de 28,9% (COAN et al., 2021). Esses impactos só começaram a ser observados gradualmente, pois sua adoção ainda está em um estágio inicial nos órgãos públicos. Para chegar ao patamar esperado pelo governo, ainda precisará fazer a qualificação dos técnicos, engenheiros e profissionais da área e criar seus próprios planos de uso e implantação do BIM.

Alguns estados já iniciaram essa trajetória, como, por exemplo, Minas Gerais e Paraná, que já possuem um decreto para disseminação da tecnologia. Outro estado é o de Santa Catarina, o primeiro a aderir essa estratégia. O estado conta com um caderno de especificações em BIM para licitações de obras públicas desde 2019.

SOFTWARES (CAD X BIM)

As plataformas BIM e CAD diferem em muitos fatores, além da diferença de conceito e propostas empregadas por elas. A primeira diferença entre os dois é que o CAD é um produto, um software. Já o BIM é um conceito que integra diversas informações gráficas e não gráficas para auxiliar projetistas, engenheiros e arquitetos.

O CAD é abreviatura para o termo em inglês (Computer Aided Design), que no português é projeto e desenho assistidos por computadores. Este conceito foi criando nos anos de 1980 para torna os desenhos técnicos mais precisos e fáceis (EASTMAN, et al., 2014, s.p.; AUTODESK, 2019, s.p.).

O software CAD auxilia o trabalho de um projetista a partir de criações de projetos, organização de docu-

mentos e bancos de dados. O AutoCAD é o software mais famoso, que oferece ferramentas para criar e editar desenhos com ampla aplicação em 2D e 3D. Pode-se pensar nele como uma ferramenta de criação de desenho 3D com uma documentação mais técnica.

O BIM é uma metodologia de desenvolvimento de projetos inteligentes que possibilita a interação entre todas as áreas do projeto, seja estrutural, elétrica, hidráulica ou outros aspectos do projeto. O software BIM mais famoso é o Revit, que cria e representa desenhos apenas em 3D e tem a facilidade de disponibilizar informações variadas como planilhas orçamentárias, quantitativos, cortes automáticos, vistas automáticas, perspectivas eletrônicas de qualidade, entre outras ferramentas (EASTMAN et al., 2014, s.p.; CATELANI, 2016, s.p.).

Basicamente, o BIM é uma metodologia mais inteligente, que fornece resultados melhores e mais precisos, pois coleta dados e informações adicionais sobre a obra. Portanto, a apresentação do projeto vai além da representação 3D, incluindo dados sobre o cronograma, planejamento, o orçamento e todas as áreas relacionadas ao projeto. Segundo Menezes et al. (2012), uma grande diferença que existe entre a modelagem 3D simples e uma modelagem BIM é a capacidade de gerar documentos e objetos paramétricos.

Embora sejam tecnologias diferentes, o CAD e o BIM oferecem benefícios muito necessários e indispensáveis para a indústria da construção. Apesar da plataforma BIM oferecer soluções modernas e inovadoras que estão se tornando tendências, o CAD ainda possui ferramentas indispensáveis e não deve ser totalmente substituído pelo BIM. Mas o fato é que o BIM é o futuro, ele está cada vez mais ganhando o mercado. A indústria da construção tem direcionado cada vez mais sua atenção para o BIM.

MATERIAIS E MÉTODO

Neste estudo, foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada. Usando como base a pesquisa descritiva, que tem em vista identificar as causas dos fenômenos, a partir de material já publicado, como livros, artigos científicos, internet, entre outros locais que apresentam um conteúdo documentado e confiável. Segundo Triviños (1987), o estudo descritivo exige do pesquisador uma delimitação precisa de técnicas, métodos, modelos e teorias que orientarão a coleta e interpretação dos dados, cujo objetivo é conferir validade científica à pesquisa.

Para o tipo de pesquisa, foi utilizado o método de pesquisa experimental de software e pesquisa bibliográfica seguindo Marconi, Lakatos (2017). Essa etapa envolve a avaliação bibliográfica de fontes acadêmicas por meio de descritores específicos (palavras-chave) em buscadores online, tal como o Google acadêmico e revistas científicas. Foi tido como base de dados: SCHOLAR (Google Acadêmico) e a revista científica (Núcleo do Conhecimento), que serviram como fonte para a coleta de dados a partir das seguintes palavras-chave: BIM; impacto do BIM na construção civil; Bim em obras públicas; BIM e seu impacto na construção de obras públicas; análise comparativa entre o CAD e BIM.

A pesquisa pode ser classificada como probabilística, pois os elementos das amostras foram selecionados a partir da variável de interesse, totalizando 30 artigos. A seleção foi realizada a partir de leitura dos artigos, teses e dissertações encontradas nas bases de dados, selecionada apenas a literatura que atendia aos critérios deste estudo. Foram selecionadas apenas as publicações publicadas no período de 1987 a 2022. Após a coleta de dados e leitura do material, as principais informações foram separadas. Depois, foi efetuado uma análise descritiva dessas informações para estabelecer uma compreensão e ampliar o conhecimento sobre o tema pesquisado.

Foi aplicado um questionário a quatro engenheiros civis dos municípios de Pinheiros, São Mateus, Serra e Vitória, com dois a seis anos de experiência. O questionário com 11 perguntas abertas buscava informações das seguintes variáveis associadas ao uso do BIM: conhecimento e benefícios, política e adoção, tempo de aquisição e adoção, melhorias obtidas como seu uso, dificuldades, vantagens e desvantagens, mudanças, benefícios para a empresa, tempo para retorno financeiro, satisfação do cliente e presença do BIM no mercado (Apêndice A).

Para simulação, foi escolhido um projeto base apresentado na plataforma CAD. A partir dele, foi realizada a modelagem do mesmo com a metodologia BIM. E foi posteriormente analisado, utilizando os critérios de funcionalidade, compatibilidade, automatização, unificação, segurança e quantitativos de informações e materiais. Todos os projetos CAD foram disponibilizados e autorizados para uso pelo engenheiro civil Lucas Fernandes da Silva Goltara, docente na Faculdade Multivix de São Mateus, ES. Caso tenha interesse, será disponibilizado alguns anexos em forma

de QR Code ao final do estudo contendo as plantas e cortes do projeto base para que possa ser acessado (Apêndice B).

Para aplicação da comparação do BIM e do CAD, foi usado os seguintes softwares: Revit (Autodesk): Projeto Arquitetônico e Estrutural (2017); AutoCAD (Autodesk): Projeto Arquitetônico e Estrutural (2017).

Para a execução dos projetos em BIM, seguiu-se o modelo do projeto-base. Dessa forma, a edificação foi feita com a mesma configuração arquitetônica e estrutural em ambos os casos. Todos os desenhos modelados estão disponibilizados em apêndices em forma de QR Code ao final do estudo, contendo as plantas, cortes, vistas, 3D e renderização do projeto modelado em BIM (Revit), para que possa ser acessado caso exista o interesse em visualizar o projeto (ANEXO).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PERCEPÇÃO DE PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA CIVIL SOBRE O BIM

Verificou-se que todos os quatro profissionais de engenharia civil têm conhecimento sobre o BIM. Um participante citou sua experiência com as empresas de projetos de instalações prediais na região da Grande Vitória, ES, em que a maioria estava em processo de transição para softwares que possibilitavam o BIM, porém a utilização era limitada a modelagem 3D, compatibilização e quantificação. Um profissional citou que a empresa Nós Arquitetura e Engenharia estava bem alinhada com os benefícios do BIM, tanto que um dos diferenciais de lá eram os projetos compatibilizados.

Quanto à política de conhecimento de incentivo à adoção, todos os demais conheciam a política – exceto um engenheiro. Um participante citou que acredita que o BIM veio como facilitador para os usuários, uma vez que o programa torna menos burocrático a aplicação e possui vários comandos, aumentando a produtividade dos usuários e reduzindo o tempo de trabalho em cada projeto. Um segundo participante expressou que é fundamental a adoção de políticas públicas ao incentivo da adoção do BIM, visto que os processos atuais para elaboração de projetos estão defasados. E um último participante expôs não está trabalhando com BIM atualmente, mas que acha

muito interessante e necessário ter políticas públicas para incentivo desse aplicativo, pois o mercado está acostumado e acomodado ao uso do CAD, que, embora seja uma ótima ferramenta, não possibilita a compatibilização e a melhor visualização do projeto, deixando de auxiliar na hora de construir.

Todos os engenheiros que participaram da pesquisa citaram que empresas de arquiteturas e engenharias estavam bem alinhadas com os benefícios do BIM, tanto que um dos diferenciais de lá eram os projetos compatibilizados. O que os levaram a adotar o BIM foi tempo, produtividade, precificação, compatibilização, tomada de decisões técnicas e quantificações.

O tempo de aquisição foi de um a dois anos, visto que a cotação do produto requer pesquisa. A adequação para uso é de três a seis meses, considerando o processo de adequação às novas ferramentas, como também a modificação da frente de trabalho e o tempo de cursos para a capacitação dos profissionais.

Verificou-se como o uso do BIM gera melhorias na empresa, pois passa pela possibilidade de desenvolver mais projetos, em menor tempo, além do aumento da produtividade e lucros na empresa. “O BIM permite uma maior integração de projetos e de todos os processos envolvidos na construção, trazendo maior qualidade para o edifício, com menor custo e redução do tempo de projeto” (EASTMAN et al., 2008, p.1, tradução nossa).

Foi pontuado a exatidão na tomada de decisões, quantificações exatas, colaboração com as demais disciplinas e materialização do projeto em escala menor, possibilitando um maior entendimento. E os benefícios para o cliente, pois além de conseguir visualizar melhor o que está sendo proposto em cada projeto, possibilita aos profissionais que estão na obra executando esses projetos a cometerem menos erros, e a compatibilização dos projetos com a realidade.

A maior dificuldade citada por todos os participantes foi a dificuldade de deixar o vício dos comandos do AutoCAD, causando desinteresse em aprender. Ainda, mostraram a dificuldade na utilização das novas ferramentas, transição de escopo, planejamento e gerenciamento das atividades.

“As causas por esta resistência são diversas, entre elas, o longo processo de aprendizagem, a falta de tempo e recursos financeiros dos escritórios de

projeto e a deficiência dos softwares”. (BAZJANAC, 2004). Verifica-se que no mercado, hoje, é difícil encontrar mão de obra especializada. Para o uso software, há necessidades de conhecimentos básico as vezes não ensinados nas faculdades e afins. Muitas pessoas não conhecem e não sabem operar essa ferramenta. O diferencial das empresas hoje seria a possibilidade de capacitação dos profissionais, estudar, entender o programa e começar a utilização.

A desvantagem principal citada pelos participantes foi o custo do investimento inicial, pois se não tiver recursos, impossibilita a implementação do BIM, além de não encontrar mão de obra externa capacitada, ou da própria empresa ter um custo relativamente alto. Um participante citou que o fato de o BIM ser meio “robótico”, então ele não permite alguns comandos de fácil acesso, o que dificultou um pouco na empresa, visto que a maioria utilizava o AutoCAD que é totalmente moldável. Outro entrevistado também citou que o software de utilização, às vezes, não é tão intuitivo. Os softwares anteriores utilizavam a metodologia de CAD, que possibilitava a elaboração dos projetos em linhas, logo não há a necessidade da modelagem. Quando se trabalha com elementos reais, a criação é limitada ao número de elementos já disponíveis para projetar, bem como a finalidade do usuário ao software.

A modelagem BIM proporcionou grandes ganhos na geração da documentação 2D. A partir do modelo virtual, junto com os padrões definidos na fase de implantação do Processo BIM, a documentação 2D é gerada automaticamente, sem a necessidade de qualquer edição ou complementação gráfica. Todas as atualizações ou revisões do modelo são transmitidas de forma automaticamente para todas as plantas relacionadas, agregando confiabilidade e produtividade ao processo (KAIZUKA; EVANGELISTA, 2017, p. 48).

As principais vantagens do uso do BIM são a possibilidade de mostrar toda a proposta do projeto até a execução para o cliente, tendo noção de todo o projeto; na redução dos erros e no retrabalho na execução dos projetos; e na redução do custo e duração da obra.

Os entrevistados citaram que a principal mudança passou pela melhoria da compatibilidade dos projetos. Às vezes o projeto era aprovado na prefeitura, que só identificava a incompatibilização na execução, como, por exemplo, um pilar passando por onde

deveria estar uma esquadria. Na empresa, verificou-se a mudança do escopo do projeto, bem como a criação de novos cargos.

Dentre os principais benefícios que o BIM proporciona para a empresa, cita-se tempo e produtividade, valorização da marca e visibilidade no mercado, visto que as políticas públicas ao redor dessa ferramenta criam uma espécie de filtro entre as empresas capacitadas e que se destacam no mercado de projetos.

O retorno financeiro após a implantação do BIM fica entre cinco e 12 meses. A maioria dos profissionais citou que notou significativas mudanças e satisfação dos clientes, como a visualização de cada ambiente, a disposição dos objetos, que estão em todas as partes do apartamento ou casa, e a visão geral de todos os ambientes da construção. Um dos profissionais de engenharia citou que os benefícios para o projetista também beneficiam o cliente, visto que a exatidão do projeto e o compartilhamento das informações com o BIM acaba acarretando um projeto fidedigno ao que será executado.

Todos os profissionais que participaram da pesquisa apontaram que o BIM ainda é pouco presente no mercado. Um deles citou que quando começou, em 2018, o uso era absolutamente nulo, porém as novas políticas públicas criaram possibilidade de movimentar esse mercado. Outro entrevistado disse que o BIM não é apenas 3D, mas um processo contínuo, complexo e moderno, em que é muito importante as empresas se adequarem a essa nova realidade. Um dos entrevistados expôs que o BIM é muito presente na mídia social, no Instagram e até no YouTube, mas, na sua cidade, poucas empresas, inclusive a prefeitura, usam o 2D do AutoCAD.

APRESENTAÇÃO DA SIMULAÇÃO DO USO DO BIM

Como adição à revisão bibliográfica citada no estudo, com a análise de artigos apresentados e entrevista com engenheiros civis sobre o uso do BIM, foi desenvolvido uma simulação de um projeto residencial real em um terreno de 300 m² fornecido pelo engenheiro civil Lucas Fernandes da Silva Goltara, tendo sua execução na cidade de São Mateus, ES. Essa simulação apresenta um modelo BIM transcrito a partir do projeto em CAD.

Primeiramente, tem-se uma imagem do projeto em AutoCAD, que pode ser visualizada na Figura 2, criada e gerada pelo engenheiro civil, em que se en-

contra as cotas, mobiliário, legendas e demais informações do projeto. As demais representações estão

disponíveis em forma de QR Corde, para que possam ser acessadas na parte final do estudo.

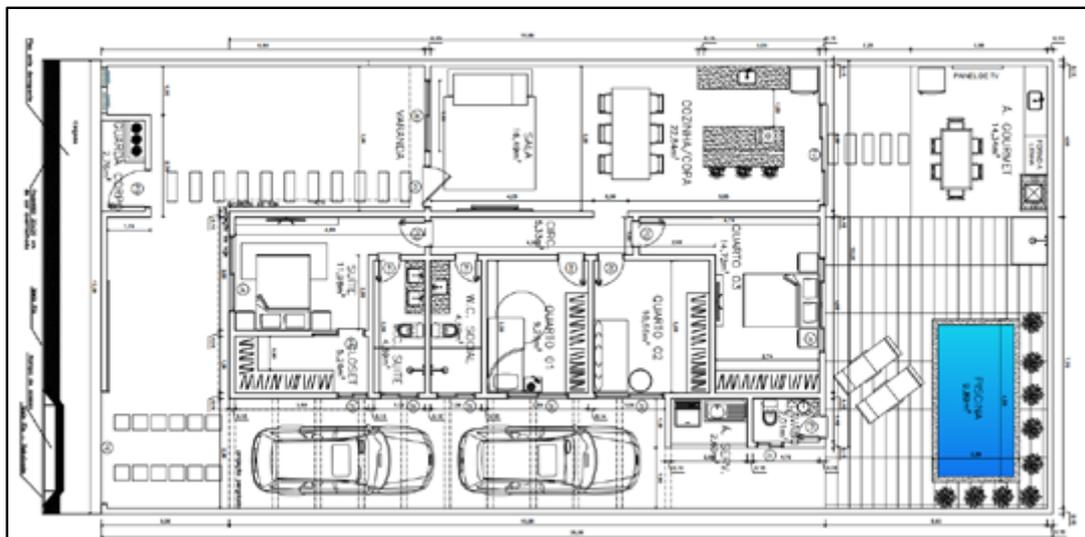


Figura 2. Planta baixa 2D

Fonte: Disponibilizado pelo Engenheiro Civil Lucas Fernandes da Silva Goltara.

Para a execução do projeto conforme o projeto-base, foram feitos os seguintes desenhos: planta baixa do térreo, corte 1 e 2, cobertura e detalhes. Antes de começar a projetar, fez-se necessário escolher um template adequado aos padrões e normas brasileiras e algumas famílias. O template é um modelo base ou padrão básico, com uma estrutura e propriedades predefinidas, que facilitam a criação de um design. No presente estudo, o escolhido foi o da “Vieira Academy”, como template, e o “FamiliaBim”, com as famílias, baixados gratuitamente. Esse template já possuía grande parte das famílias pré-configuradas. Uma família é um conjunto de elementos que compartilha propriedades gráficas comuns, como uma família de portas e janelas, colunas e símbolos, tornando a modelagem mais rápida.

Com isso, foi feito a transcrição desse projeto no Revit. Todas as informações da geometria e tipologia foram transferidas para o software. As demais informações são intrínsecas, o próprio Revit gerará por meio de alguns cliques.

Iniciou a operação com o projeto arquitetônico e foi posteriormente feita a mesma operação como o projeto estrutural. Já nos primeiros minutos de criação no Revit foi possível visualizar a construção em realidade virtual. Com esse ambiente virtual, é possível ver todos os componentes reais da construção - no uso do AutoCAD não é possível.

Projeto arquitetônico

Um projeto arquitetônico bem elaborado pode gerar uma série de benefícios para uma edificação. Ele é a base para todos os outros projetos, sendo o primeiro a ser desenvolvido. No mundo contemporâneo, a tecnologia contribui para excelentes resultados nesses projetos, como o Revit demonstra por meio da realidade virtual. Ele permitiu que o cliente visualizasse sua casa antes mesmo do início da colocação dos primeiros tijolos, evitando retrabalhos e desperdícios de materiais.

Com o template aberto, começou-se a projetar a modelagem, desenvolvendo a planta baixa e de cobertura. A seguir, foram lançadas as paredes, inserindo as janelas, portas, os pisos, e, posteriormente, foi modelado a cobertura. Por fim, foram feitos os detalhes, colocando as cotas, nomes de ambientes e áreas, para, assim, o desenho representar o projeto-base. A seguir é demonstrado na simulação as informações de geometria e tipologia. Como no projeto-base não há especificações sobre o tipo de cores de paredes, estilos de piso, dentre outros, estes foram escolhidos de forma genérica segundo os autores, uma vez que o Revit exige esses parâmetros.

O resultado da modelagem arquitetônica está apresentado na Figura 3. As demais representações se encontram no Apêndice B: Desenhos referentes ao projeto modelado em BIM (Revit).

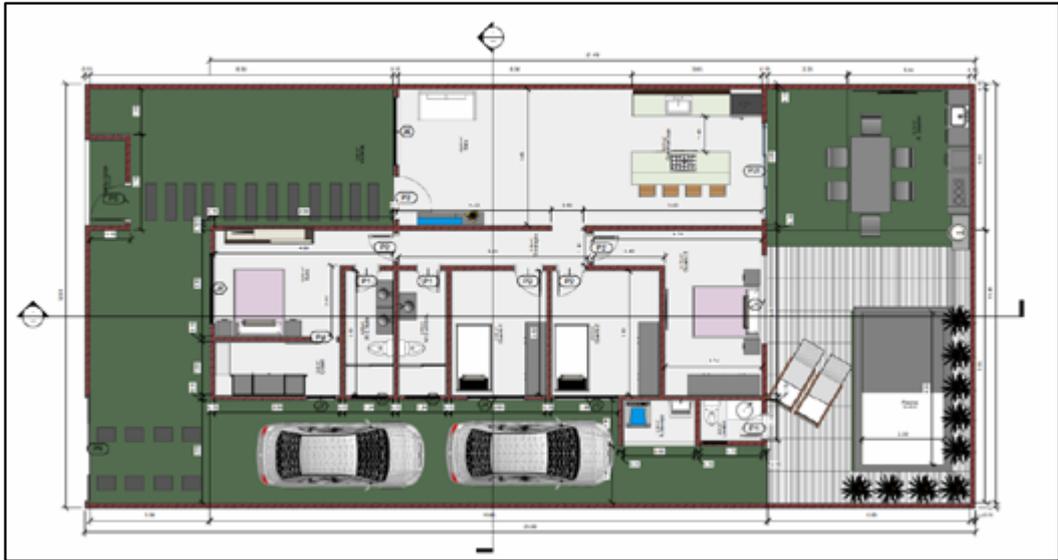


Figura 3. Planta baixa modelada no Revit.
Fonte: Autores.

Projeto estrutural

Um projeto estrutural é complementar ao projeto arquitetônico, cujo foco principal são as dimensões e detalhes de elementos estruturais como pilares, vigas, lajes. É muito importante estar satisfeito e seguro com este projeto, pois se trata da análise de uma estrutura resistente a cargas. A contratação de um profissional de engenharia civil é necessária, pois o engenheiro cuida da execução do projeto da forma mais detalhada e otimizada possível, visando evitar gastos desnecessários e reduzir custos de construção.

Seguindo na elaboração na simulação, é apresentado o projeto estrutural, com a transcrição do projeto arquitetônico elaborado anteriormente. É utilizado esse projeto para traçar linhas de grade (grids) nas paredes do projeto para servir de referência ao projeto estrutural. Então, abre-se o arquivo de arquitetura apenas como visualização e referência, e através dele modelam os pilares, vigas, lajes e fundações. Por fim, inserem-se as legendas e símbolos, visando o projeto similar ao projeto-base (Figura 4).

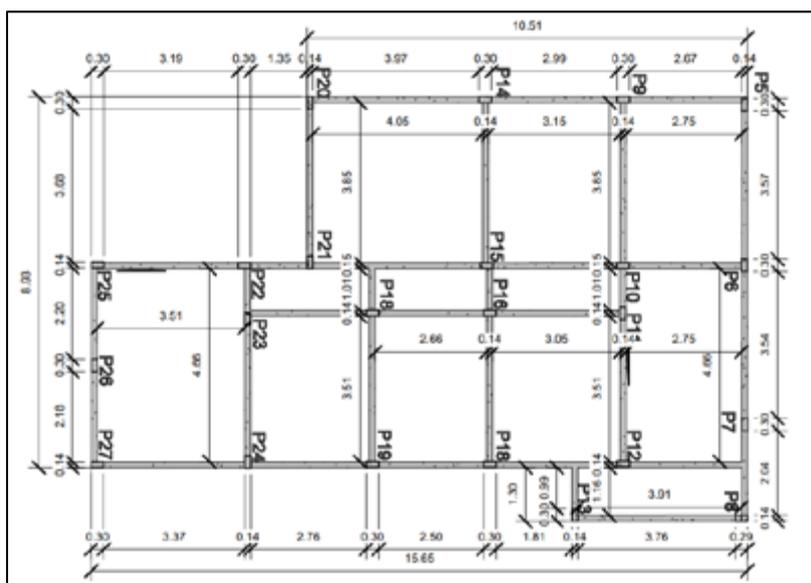


Figura 4 Planta estrutural da edificação.
Fonte: Autores.

Da mesma forma que o projeto arquitetônico exemplificado anteriormente, elaboram-se os projetos em planta baixa que já são automaticamente desenha-

dos, 3D e cortes. O Revit possibilita a modelagem estrutural, mas não o dimensionamento. O resultado da modelagem estrutural é apresentado na Figura 5.

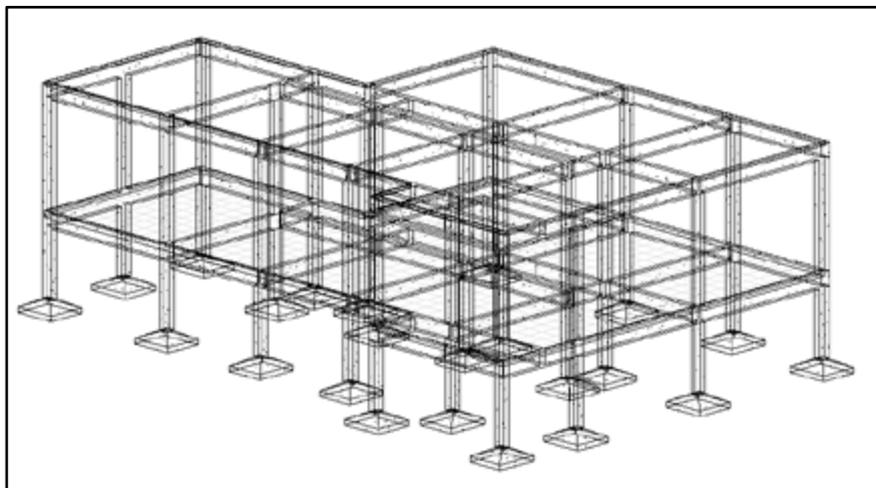


Figura 5: 3D estrutura de arame da planta estrutural da edificação.

Fonte: Autores.

Com simples clique é possível mudar o estilo visual do desenho. Basta ir ao canto inferior esquerdo e clicar em estilo visual e escolher dentre as opções.

O estilo da estrutura de arame e o sombreado são apresentados nas Figura 5 e 6, respectivamente.

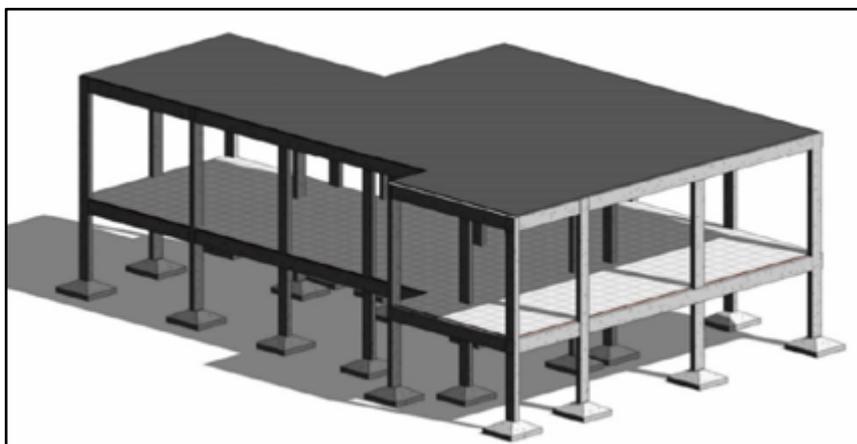


Figura 6. 3D sombreado da planta estrutural da edificação.

Fonte: Autores.

Essa conexão entre o arquivo arquitetônico e estrutural é sincronizada em tempo real, ou seja, todas as alterações no projeto arquitetônico são refletidas automaticamente no link do projeto estrutural, que pode ser alterado conforme necessário. Assim, é possível evitar um dos principais problemas observados nas construções, que é a incompatibilidade entre projetos. No Revit, a conexão que existe entre os projetos

é sincronizada, então qualquer alteração é feita automaticamente em todos os projetos complementares criados. Já no AutoCAD é preciso que essa mudança seja manual em cada projeto complementar, causando chances de ocorrer erros de incompatibilidades entre eles.

O nível de detalhamento também pode variar tanto

na modelagem quanto na visualização. Um nível de detalhe maior no projeto depende da confecção de um componente mais detalhado e na visualização. Esses detalhes mais complexos podem ser exibidos ou não, sendo configurável em cada vista ou padronizado em todo projeto, ou em vistas específicas por meio de templates. Essas propriedades dos componentes são válidas para todas as disciplinas. Desde vigas, pilares e lajes no estrutural, tubos, conexões,

equipamentos e acessórios no hidrossanitário e qualquer outro elemento inserido em qualquer disciplina.

Da mesma forma, esses componentes inseridos no projeto são editáveis, tanto a sua geometria quanto os atributos, características e parametrização. Eles podem ser alterados no lado esquerdo, em propriedades (Figura 7).

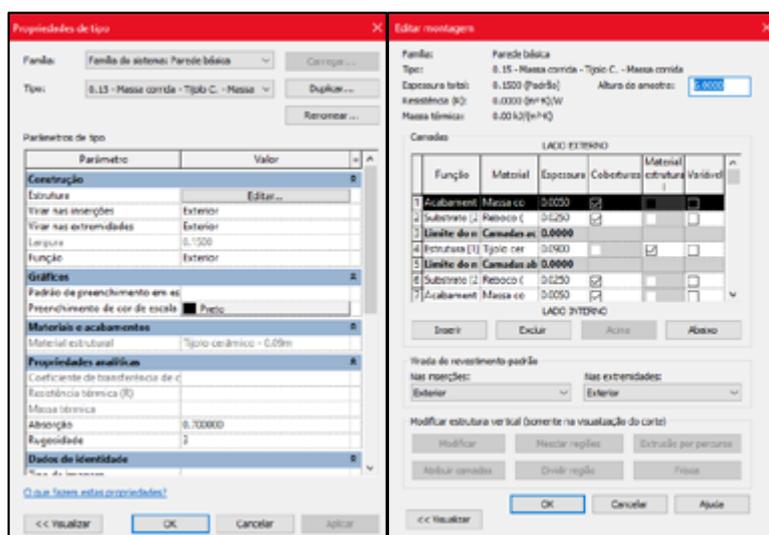


Figura 7. Propriedades da parede e tipo de material.
Fonte: Autores.

Com os projetos finalizados, percebe-se que o processo de criação do projeto foi facilitado em diversos aspectos com a utilização do Revit. Vê-se anteriormente que o AutoCAD cria o projeto com elementos básicos da geometria, em que são desenhados como linhas, círculos, polígonos e arcos. No Revit, inicialmente, ganhou-se muito tempo ao não ter que fazer todos os desenhos exigidos separadamente parte por parte, visto que com a ajuda de simples comandos foi

possível obter cortes, fachadas, detalhes e o 3D.

A Figura 8 mostra que basta ir na aba de vista e depois em corte, pois só com esses cliques consegue-se fazer um corte em qualquer lugar do projeto que você desejar. Essa operação proporciona o ganho de tempo, principalmente em situação de prazo limitado para entrega do projeto, quando comparado com o AutoCAD que não possui essa função.

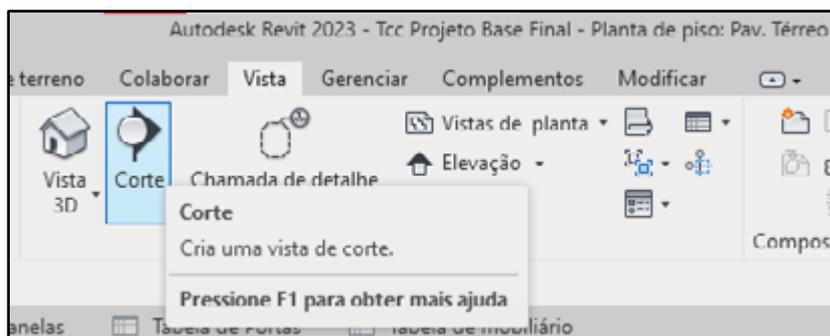


Figura 8. Criando uma vista de corte.
Fonte: Autores.

Isso ocorre pois a edificação é modelada na totalidade, então cada vista e prancha simplesmente consiste em uma mudança de vista no software, e não em cada desenho sendo feito separadamente. No AutoCAD requer a criação manual, sendo mais demorado e sujeito a erros, tais como a incompatibilidade entre projetos,

visto que é preciso desenhar linha por linha no software e realizar o desenho separadamente de cada vista.

As Figuras 9 e 10 mostram as plantas de coberturas modeladas no AutoCAD e no Revit, respectivamente.

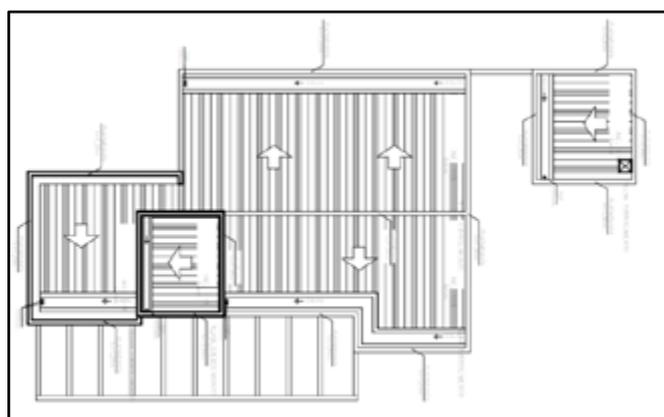


Figura 9. Plantas de cobertura modelada no AutoCAD
Fonte: Fornecida pelo Engenheiro Civil Lucas Goltara.

Isso ocorre pois a edificação é modelada na totalidade, então cada vista e prancha simplesmente consiste em uma mudança de vista no software, e não em cada desenho sendo feito separadamente. No AutoCAD requer a criação manual, sendo mais demorado e sujeito a erros, tais como a incompatibilidade entre projetos,

visto que é preciso desenhar linha por linha no software e realizar o desenho separadamente de cada vista.

As Figuras 9 e 10 mostram as plantas de coberturas modeladas no AutoCAD e no Revit, respectivamente.



Figura 10. Plantas de cobertura modelada no Revit.
Fonte: Autores.

Na modelagem feita no BIM, observa-se a facilidade na correção de erros, caso necessário

de mudanças. O BIM age unificadamente e todas as alterações ocorrem simultaneamente. No

CAD é necessário corrigir cada desenho individualmente. Por exemplo, se existe um erro na fundação do projeto estrutural, é preciso corrigir a planta baixa, o isométrico e o corte separadamente. Já com o Revit, ao se corrigir um desenho, o erro é reparado automaticamente nos outros desenhos, logo são atualizadas automaticamente.

Dentre os projetos executados neste estudo, o que mais foi facilitado pelo uso do BIM foi o projeto arquitetônico, uma vez que ele normalmente tem uma maior demanda de tempo devido a mais detalhes e atenção para se executar pelo método tradicional. Além disso, o projeto arquitetônico serve de base para os outros projetos. Dessa forma, um bom projeto arquitetônico e com menos erros facilita o desenvolvimento dos outros projetos, no caso o estrutural.

Uma das vantagens mais importantes observadas é a geração de conta de quantidades. No software é possível produzir orçamentos precisos com quantidade de matérias e outros produtos. Esse diferencial é muito útil no mercado no momento que o contratante necessita saber se o projeto está no orçamento.

O levantamento de quantitativos pelo método

tradicional consiste na análise de plantas, cortes e detalhes do projeto, utilizando o software da Autodesk AutoCad 2D. O levantamento de quantitativos manual é realizado através da identificação, medição e contagem de todos os elementos previstos para o projeto. Através de planilhas eletrônicas, se mantém o histórico de informações anteriormente levantadas (BESEN, 2017, p. 27).

Com o Revit, tem-se a possibilidade de criar várias tabelas de maneira automática, tais como de área construída e permeável, janelas e porta, mobiliários, relatórios, orçamentos e quantitativos. Isso gera economia, visto que não há necessidade de contratação de um profissional para esse serviço. Com um simples comando é possível criar as tabelas (Figura 11 e Figura 12). Primeiramente, precisa ir na aba de navegador de projeto, no lado direito do software, e procura por Tabelas/Quantidades (todas) e clica com o lado direito do mouse.

As Figuras 9 e 10 mostram as plantas de coberturas modeladas no AutoCAD e no Revit, respectivamente.

Após clicar em nova tabela/quantidades aparecerá a seguinte imagem.

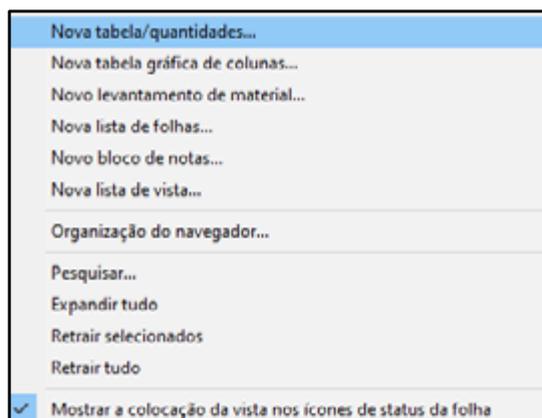


Figura 11. Criando tabelas no Revit.

Fonte: Autores.

Dessa forma, é possível selecionar o tipo de categoria da tabela, que apresenta uma variedade

de opções de janelas e portas já pré-definidas (Figura 13, Figura 14).

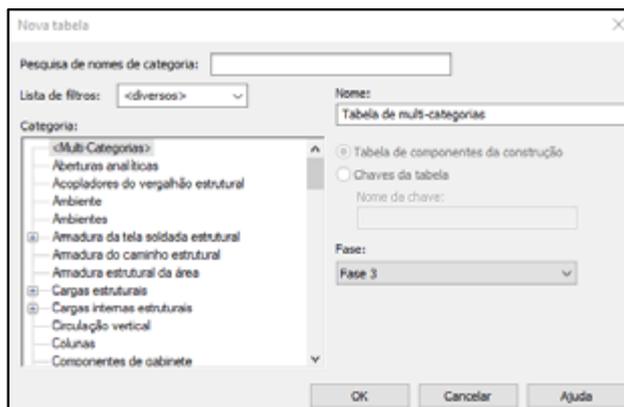


Figura 12. Configurando características das tabelas.
Fonte: Autores.

Dessa forma, é possível selecionar o tipo de categoria da tabela, que apresenta uma variedade de opções de janelas e portas já pré-definidas (Figura 13, Figura 14).

<Tabela de Janelas>					
A	B	C	D	E	F
Altura	Altura bruta	Largura	Largura bruta	Nível	Tipo
0.60	0.60	0.70	0.70	Pav. Térreo	0.70 x 0.60 / 0.90 2
1.20	0.00	2.50	0.00	Pav. Térreo	1,30 x 2,50
1.20	1.20	1.80	1.80	Pav. Térreo	1.80 x 1.20 / 0.90 3
1.20	1.20	1.60	1.60	Pav. Térreo	1.60 x 1.20 / 0.90 4
0.60	0.60	1.00	1.00	Pav. Térreo	1.00 x 0.60 / 0.90 5
0.60	0.60	1.00	1.00	Pav. Térreo	1.00 x 0.60 / 0.90 5
1.10	1.10	0.80	0.80	Pav. Térreo	0.80 x 1.10 / 0.90 7
1.20	1.20	2.00	2.00	Pav. Térreo	2.00 x 1.20 / 0.90 8
1.50	1.50	1.90	1.90	Pav. Térreo	1.90 x 1.50 / 0.90 6

Figura 13. Tabela de Opções de janelas
Fonte: Autores.

<Tabela de Portas>					
A	B	C	D	E	F
Altura	Altura bruta	Largura	Largura bruta	Nível	Tipo
2.02	1.94	0.70	0.55	Pav. Térreo	0.70 x 2.10
2.02	1.94	0.60	0.45	Pav. Térreo	0.60 x 2.10 2
2.02	1.94	0.60	0.45	Pav. Térreo	0.60 x 2.10 2
2.02	1.94	0.70	0.55	Pav. Térreo	0.70 x 2.10
2.02	1.94	0.70	0.55	Pav. Térreo	0.70 x 2.10
2.02	1.94	0.60	0.45	Pav. Térreo	0.60 x 2.10 2
2.24	1.10	1.26	1.10	Pav. Térreo	Madeira 223,5 x 12
2.10	2.02	1.00	0.05	Pav. Térreo	p5 -0.60 x 2.10 3
2.10		3.00		Pav. Térreo	Porta de correr - 4
2.10		0.70		Pav. Térreo	3068-Sliding
2.10		2.70		Pav. Térreo	1.80 x 2.10

Figura 14. Tabela de opções de portas
Fonte: Autores.

No mercado, o Revit supera o AutoCAD em relação à unificação do design. No CAD são vários documentos de projetos criados separadamente, dificultando o gerenciamento do projeto. No BIM, os processos de gerenciamento do projeto em um único ambiente permitem que vários usuários envolvidos possam alterar e se manter atualizados no projeto, melhorando assim a coordenação da equipe.

Como desvantagens em relação ao uso do Revit, a restrição quanto ao desempenho, pois a ferramenta trabalha com um banco de dados, o que faz com que os projetos se tornem mais lentos quando ultrapassam muitos megabytes, principalmente quando se usam computadores menos potentes, pela dificuldade de trabalhar com esse software. Para Eastman et al. (2014), mesmo que o uso da tecnologia BIM esteja em ascensão, ele, no geral, ainda está em estágio de implementação e aperfeiçoamento. Os usuários dessa ferramenta estão utilizando diferentes enfoques para impulsionar a tecnologia.

Nos primeiros meses do uso do BIM, a produtividade pode ser afetada devido à necessidade de implementação de uma biblioteca que atenda às carências de cada escritório. Essa biblioteca deve conter os tipos de famílias necessárias para um projeto, como portas, janelas, vigas, pilares, mobiliários, entre outros.

CONCLUSÃO

A pesquisa mostra que existem profissionais que conhecem e usam a metodologia BIM como principal ferramenta no seu trabalho, enquanto outros conhecem, mas não o utilizam. Mesmo usando métodos tradicionais, acreditam que o BIM é o futuro do mercado brasileiro.

As principais razões apontadas pelos profissionais no uso do BIM estão relacionadas a redução de erros no projeto e aumento de qualidade. Essa tecnologia propicia nos projetos aumento da quantidade de informações e a criação de produtos a serem oferecidos aos clientes, como os levantamentos de quantitativos e imagens 3D.

Para o uso do BIM, há necessidade de iniciativa antecipada de custo para aquisição da plataforma e treinamento da equipe. A mudança do CAD para o BIM requer ajustes nos processos de trabalho do escritório, gerando custo elevado, constituindo uma

barreira para a adoção do software.

Na simulação feita com o Revit, verificou-se melhor visualização e compreensão do projeto por elevações, cortes e os desenhos 3D gerados. Essa capacidade de automatizar desenhos torna o processo mais rápido, com menos erros, principalmente os de incompatibilidade entre projetos. Diante dessa praticidade, o BIM ofereceu economia e agilidade significativas no processo de projeto, evitando retrabalhos. Nas fases iniciais do Revit, verificou-se baixo rendimento, principalmente nos primeiros projetos, pois para a boa prática no decorrer do trabalho necessita-se de treinamento aplicado, e de famílias próprias ou específicas de cada escritório. Porém, com o template criado neste trabalho, utilizou-se de famílias e template pronto. Então, a perda de produtividade não foi relevante, pois foram realizadas poucas mudanças no template para adaptar ao projeto final.

O BIM possui vantagens, mas os projetistas precisam olhar amplamente seu trabalho para projetar como se estivessem realmente construindo um edifício. O 3D permite analisar o projeto de diferentes ângulos, facilitando a localização e correção de erros. A utilização do Revit provou a sua eficácia para a realização das atividades para as quais foi aplicado, nesse caso, os projetos residenciais.

Embora a plataforma BIM ofereça soluções inovadoras que estão se tornando tendências, o CAD ainda possui ferramentas importantes que não devem ser totalmente substituídos pelo BIM. O futuro sinaliza pelo uso BIM que está conquistando cada vez mais mercados.

REFERÊNCIAS

AMORIM, S.; LYRIO, A.; SOUZA, L. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. *Revistas USP: Gestão e tecnologia de projetos*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wimp_urwJf4AhXDs5UCHd5oCEEQFnoECAk-QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.revistas.usp.br%2Fgestaodeprojetos%2Farticle%2Fdownload%2F50958%2F55043%2F63437&usg=AOvVaw-36Cp0MHpS-TdziTBxkrNnu>. Acesso em: 26 maio 2022.

- ANDRADE, M.; RUSCHEL, R. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. *Revistas USP*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 602-613, nov. 2009. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiXh_ujwZf4AhWnupUCHTrbBCEQFno-ECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fdocplayer.com.br%2F17174823-Bim-conceitos-cenario-das-pesquisas-publicadas-no-brasil-e-tendencias.html&usg=AOvVaw1M-IRKKKU9YyOjqxM0C8AT>. Acesso em: 26 maio 2022.
- ANDRADE, M. *Introdução a metodologia do trabalho científico*. 10. ed. rev., atual. e ampl. - São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/219861675-Maria-margarida-de-andrade-introducao-a-metodologia-do-trabalho-cientifico-10-a-edicao.html>>. Acesso em: 26 maio 2022.
- AUTODESK. *O que é o software CAD?*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 29 maio 2022.
- AUTODESK. *Projete e construa com bim modelagem de informação da construção*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>>. Acesso em: 29 maio 2022.
- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Avança a normalização sobre BIM*. Boletim ABNT, v. 17, n. 244, jul./ago., 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Boletim_ABNT_244_jul_ago_2020.pdf>. Acesso em: 29 maio 2022.
- BAZJANAC, V. *Virtual Building Environments (VBE): Applying information modeling to buildings*. [S.l.], 2004, 8 p. Disponível em: < https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc788021/m2/1/high_res_d/841066.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- BESEN, M. *Modelagem inteligente (BIM) no processo de levantamento de quantitativos para orçamento de um projeto industrial*. Joinville, 2017, 70 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/177123/TCC_MariaCarolinaBesen_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018*. Dispõe sobre a estratégia nacional de disseminação do Building Information Modelling no Brasil. Estratégia BIM BR. Brasília: 17 mai. 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm>. Acesso em: 26 maio 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019*. Dispõe sobre a estratégia nacional de disseminação do Building Information Modelling e institui o comitê gestor da estratégia do Building Information Modelling. Brasília: 23 ago. 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15>. Acesso em: 26 maio 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020*. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling: Estratégia BIM BR. Brasília: 02 abr. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 26 maio 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 14.133, de 01 de abril de 2021*. Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as administrações públicas diretas, autárquicas e fundacionais da união, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. Brasília: 01 abr. 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm>. Acesso em: 26 maio 2022.
- CASTRO, B. *BIM, a inteligência da construção: Alinhado à tendência mundial, o Brasil começa no próximo ano a adotar nova metodologia*. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/bim-a-inteligencia-da-construcao>>. Acesso em: 26 mai 2022.
- CATELANI, W. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. *Fundamentos BIM*, [S. l.], v. 1, 2016. Disponível em: <<https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>>. Acesso em: 29 mai 2022.
- COAN, D.; SOUZA, N.; QUEIROZ, A. Implantação do Building Information Modeling aos projetos de engenharia do sistema federal brasileiro. *Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento*, Brasília:

ano 6, v. 1, n. 12, p. 84-110, 2 dez. 2021. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>>. Acesso em: 26 mai 2022.

EASTMAN, C et al. *Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, ferentes, construtores e incorporadores* São Paulo: Bookman, 2014, 500 p. Disponível em: <[EASTMAN, C et al. *BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for owners managers designers engineers and contractors*. São Paulo: Bookman, 2014, 500 p. Disponível em: <\[https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors\]\(https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors\)>. Acesso em: 26 mai 2022.](https://stream2.docero.com.br/pdf_dummy/eyJpZCI6IjYyZyZzNCIsIm5hbWUiOiJNQU5VQUwgQklnIC0gQ0hVQ0sgRUFUVE1BTiIsImV4dGVuc2lvbil6InBkZiIsImNoZW5rc3VtX2lkIjojN-TU2NTY3NSJ9?>. Acesso em: 26 mai 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

EASTMAN, C et al. *BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2008, 500 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors>. Acesso em: 26 maio 2022.

GIL, A. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008, 220 p. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 26 mai 2022.

KAIZUKA, R.; EVANGELISTA, T. Como o BIM favorece o desenvolvimento dos projetos estruturais. *Revista Concreto e Construções*, [S.l.], 2017, 7 p. Disponível em: <https://dl.tqs.com.br/files/Revista-Concreto85_Obras_emblematicas.pdf>. Acesso em: 06 de nov. 2022.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003, 311 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india>. Acesso em: 26 maio 2022.

MENEZES, A. M.; VIANA, M. L. S.; JUNIOR, M. L. P. et al. O impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. *Anais...* XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. In: COBENGE. Belém, 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103929.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2022

SANTOS, E. Publicação da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. *Revista estrutura: BIM bem feito*, São Paulo, ano 3, p. 63, 2017. Disponível em: <http://abece.com.br/Revista_estrutura/Edicao3/files/assets/basic-html/index.html#1>. Acesso em: 26 maio 2022.

TRIVIÑOS, Augusto. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987, 176 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4233509/mod_resource/content/0/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

ANEXO



Anexo A - Projeto base

APÊNDICES



Apêndice A – Questionário aplicado aos engenheiros



Apêndice B - Projeto modelado em BIM (Revit)

Aponte o celular para o QR Code