

APLICAÇÃO DO BIM EM PROJETOS: estudo de caso em uma residência unifamiliar de pequeno porte

FELIPE FLORENTINO PEREIRA REIS¹

RESUMO:

A implementação do *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma solução para os problemas como a falta de qualidade e eficiência dos projetos na construção civil no cenário nacional, no entanto, em cidades pequenas e do interior este método ainda é pouco aplicado, portanto, neste trabalho é abordado como a implementação desta metodologia pode impactar o mercado no setor da construção civil em edificações unifamiliares de pequeno porte. Dessa forma, é feita uma avaliação da utilização deste método, além de buscar expor a definição de BIM e suas características, bem como suas vantagens em relação a metodologia tradicional baseada em desenhos assistidos por computador. Este trabalho se trata de uma pesquisa qualitativa, realizada a partir de um estudo de caso que visa comprovar as vantagens da implementação do método BIM. Este estudo é feito através da realização de um modelo virtual de uma residência unifamiliar, a partir de um projeto base elaborado por meio de método tradicional. A partir disso, é possível perceber que o modelo BIM permite a inserção de uma grande quantidade de informações e detalhamento no projeto, bem como a análise de interferências entre as diferentes disciplinas presentes em um projeto, prevendo seus erros e inconsistências, facilitando a visualização dos pontos críticos nos projetos. De forma geral, com a implementação deste método, um maior nível de qualidade e confiabilidade dos projetos é garantido, conseqüentemente, possibilitando a redução de custos, aumento de produtividade e a automação da indústria da construção, impulsionando o mercado neste setor.

PALAVRAS-CHAVE: BIM; Metodologia; Projetos;

ABSTRACT:

The implementation of Building Information Modeling (BIM) emerges as a solution to problems such as the lack of quality and efficiency of projects in civil construction in the national scenario, however, in small cities and in the countryside this method is still little applied, therefore, this work discusses how the implementation of this methodology can impact the market in the civil construction sector in small single-family buildings. Thus, an evaluation of the use of this method is made, in addition to seeking to expose the definition of BIM and its characteristics, as well as its advantages in relation to the traditional methodology based on computer aided design. This work is a qualitative research, carried out from a case study that aims to prove the advantages of implementing the BIM method. This study is done through the realization of a virtual model of a single-family residence, based on a basic project elaborated using the traditional method. From this, it is possible to

¹- Discente do Curso de Engenharia Civil do Instituto Luterano de Ensino Superior ULBRA – Itumbiara / GO;
*felipe.florentino@rede.ulbra.br

notice that the BIM model allows the insertion of a large amount of information and details in the project, as well as the analysis of interferences between the different disciplines present in a project, predicting its errors and inconsistencies, facilitating the visualization of the results. critical points in the projects. In general, with the implementation of this method, a higher level of quality and reliability of the projects is guaranteed, consequently, enabling cost reduction, increased productivity and automation of the construction industry, boosting the market in this sector.

KEYWORDS: BIM; Methodology; Projects;

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é representada pelo consumo excessivo de energia e matéria prima, além do desperdício e alta dependência de mão de obra. Apesar da evolução do mercado, da geração de novas tecnologias e da melhoria nos processos construtivos, ainda se apresenta dificuldades em acompanhar e se adequar à industrialização dos processos.

Como apontado por CBIC (2016, v. 1, p. 37) “uma das principais causas do baixo nível de industrialização e pré-fabricação no setor da construção civil no Brasil reside justamente na falta de precisão dos projetos”. Dessa forma, o mercado nacional necessita da implementação de tecnologias que possibilitem o aumento da eficiência, a redução de desperdício e a automação no processo de construção. “Uma grande oportunidade que se apresenta para contribuir com a redução do desperdício e aumento da qualidade das edificações é a tecnologia Building Information Modeling [...]” (STEHLLING, 2012, p. 25).

Mesmo que pouco difundido no Brasil, é possível observar a utilização e um lento desenvolvimento do Building Information Modeling (BIM) em território nacional, no entanto, o uso e a disseminação desta metodologia se concentram em cidades grandes e bem desenvolvidas.

A modelagem da informação da construção ainda está em uma fase inicial de implantação no país, principalmente considerando seu território continental, com seus 26 estados, mais de 5.500 municípios e o Distrito Federal [...] No entanto, já existem muitas pesquisas de pós-graduação que encaminham questões ou propõem alternativas para auxiliar na adoção do BIM, tanto no ensino, quanto no mercado de trabalho. (CHECCUCCI, 2019, s.p.).

Muito se tem falado sobre a utilização da metodologia BIM como solução dos problemas de qualidade e produtividade de projetos, além de poder influenciar em

diferentes etapas da cadeia construtiva de um empreendimento, seja comercial, industrial ou residencial.

Isto posto, levanta-se a seguinte indagação: A aplicação da metodologia BIM em um projeto residencial unifamiliar de pequeno porte gera benefícios em relação a metodologia tradicional (baseada em documentação CAD)?

Parte-se da hipótese de que através da implementação da metodologia BIM é possível obter um maior nível de qualidade e produtividade dos projetos residenciais de pequeno porte, assim, possibilitando a melhoria do desempenho e a automação da indústria da construção, impulsionando o mercado neste setor.

Sobre as aplicações do BIM, CBIC (2016, v. 1, p. 30) relata, “[...] podem gerar economia e redução de discontinuidades e surpresas durante a execução da obra, quando a flexibilidade para tomada de decisão já é muito reduzida, elevando a qualidade do planejamento e seu nível de precisão”. Mediante a utilização desta nova metodologia de trabalho, torna-se possível a previsão dos erros e incompatibilidades com maior facilidade, uma vez que se executa toda a edificação em modelo digital, simulando sua execução na realidade.

Tendo em vista a necessidade da inovação de processos e melhoria da qualidade da construção civil em território nacional, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a aplicação da metodologia BIM em um projeto de uma residência unifamiliar de pequeno porte. E como objetivos específicos, demonstrar, através de revisão bibliográfica, a definição de BIM e as características desta metodologia, refletir sobre o impacto deste método no desenvolvimento do nicho de mercado da construção civil referente a edificações residenciais de pequeno porte, além de comprovar suas vantagens sobre a metodologia tradicional (baseada em documentação 2D) através de um estudo de caso.

Portanto, neste trabalho será realizado uma pesquisa qualitativa explicativa, partindo da caracterização deste novo método proposto, bem como o estudo do impacto que sua aplicação pode gerar em uma parcela do mercado da construção civil, além do estudo de caso em que será aplicado o método BIM nos projetos das diferentes disciplinas de uma edificação unifamiliar de pequeno porte. Destaca-se que esta edificação foi elaborada por método tradicional e se localizada em uma cidade do sul goiano. A partir deste estudo será possível a averiguação das vantagens ou desvantagens resultantes desse novo método para empreendimentos do mesmo tipo.

Quanto a relevância deste estudo, assim como relatado por Stehling (2012), há a necessidade de buscar uma solução para a falha da indústria da construção em acompanhar os avanços tecnológicos e ganhos de produtividade, experimentados por quase todas as outras indústrias. Essas características podem ser ainda mais graves em cidades interioranas, que em muitos casos, estão enrijecidas a métodos e processos arcaicos, sem a eficiência exigida pelo mercado atual. Desta forma, pode-se dizer que o setor da construção civil não tem acompanhado o desenvolvimento tecnológico, quando comparado com os outros setores, tal como a indústria naval e automobilística, demonstrando que o mercado atual necessita de um aperfeiçoamento que possibilite o aumento da produtividade, redução de desperdício e industrialização de processos.

De outro modo, ao analisar trabalhos sobre BIM publicados durante o período de 2013 a 2018, Checcucci (2019) afirma que, embora já exista um número considerável de artigos que abordem diversos segmentos da metodologia, estes trabalhos se concentram em metrópoles e universidades federais, revelando a deficiência da interiorização e disseminação deste tema.

Além disso, buscando incentivar a evolução do setor da construção, o governo federal lançou, no ano de 2018, a estratégia nacional de implementação do BIM (Estratégia BIM BR), que representa a extrema importância desta metodologia para a indústria da construção. Logo, devido essa necessidade de disseminação desta metodologia e a dificuldade do desenvolvimento da indústria da construção em cidades interioranas, o presente trabalho se justifica através do estudo da influência da implementação do BIM no desenvolvimento da indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), mais especificamente na parcela do mercado voltado para edificações residências unifamiliares de pequeno porte. Como também, através da difusão deste tema, que ainda é pouco explorado em regiões não metropolitanas, contribuindo para atingir as metas da Estratégia BIM BR. E também na compreensão da importância da qualidade e compatibilização dos projetos na melhoria do processo de construção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Building Information Modeling

A definição da metodologia BIM gera certa controvérsia, sendo possível encontrar diferentes definições conforme cada autor. Por este motivo, alguns autores preferem [GETEC, v.10, n.33, p.101-121/2021](#)

abordar a definição do BIM através da exposição daquilo que não pode ser considerado BIM. No entanto, pode-se dizer, de forma simplificada, que a modelagem da informação da construção se trata de uma metodologia capaz de implementar e organizar todas as informações pertinentes a uma edificação, possibilitando então a execução exata do modelo virtual da mesma, antes do início da execução da obra. Isto possibilita prever e eliminar grande parte dos erros de projeto e compatibilização, além da inserção de uma grande quantidade de informação atrelada ao modelo 3D, propiciando seu uso em todo o ciclo de vida da edificação.

[...] BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida. (CBIC, 2016, v. 1, p. 22).

Ao apresentar a definição de BIM, Eastman, et al. (2014) afirma que deve ser feito, primeiramente, uma abordagem daquilo que não é BIM, assim como apontado por CBIC (2016, v. 1 p. 24), “Alguns *softwares* já circulam no mercado vestidos como soluções BIM. Por isso é importante atentar para alguns pontos que podem ajudar no processo de discernimento entre o que é BIM e o que não é BIM”.

Entende-se que, para a caracterização de um *software* como uma ferramenta BIM, este deve garantir ao usuário a utilização de todas as funcionalidades básicas da metodologia, tais como informações atreladas à um banco de dados, geração de vistas 2D e 3D automaticamente, objetos inteligentes, múltiplas formas de visualização das informações, dentre outros.

Quanto a caracterização do que não é BIM, cabe aqui ressaltar algumas das definições que são apontadas por Eastman, et al. (2014): Modelos 3D focados somente na sua geometria (geralmente usados somente na exposição visual, no momento de venda do empreendimento); Modelos que não trabalham com objetos paramétricos, incapazes de se auto ajustarem conforme a modificação de outros elementos no qual está hospedado; Modelos que utilizam múltiplos desenhos 2D para geração do modelo 3D; Modelos que não realizam atualizações automáticas em todas outras vistas correspondentes, quando uma alteração é realizada.

Através dessas definições e classificações é comum imaginar que a metodologia BIM se trata de algo novo, recém descoberto, entretanto, pode-se afirmar que o conceito de BIM não é algo novo, uma vez que é amplamente utilizado nas indústrias automobilística,

aeronáutica e naval. Contudo, a utilização da metodologia BIM no ambiente da construção civil é algo um pouco mais recente, em relação a estas indústrias. “BIM não deve ser considerado uma tecnologia tão nova, embora o termo seja relativamente novo” (CBIC, 2016, v. 1, p. 23).

A evolução da tecnologia tem se mostrado fundamental na vida do ser humano, atualmente é difícil imaginar um mundo sem as máquinas, equipamentos e funcionalidades resultantes da evolução da TI. Esta evolução foi fundamental para viabilização e aplicação do *Building Information Modeling* por completo na indústria da AEC.

2.2. Funcionalidades e benefícios

A modelagem da informação da construção permite a realização de toda a edificação em um modelo virtual, o que garante a tomada de decisões críticas de forma antecipada. Evitando surpresas durante a fase de construção, momento no qual uma alteração pode gerar grandes prejuízos financeiros. Quando corretamente implementada, pode conceder inúmeros benefícios, ao se comparar com a metodologia tradicional baseada apenas em documentação 2D. Tais benefícios podem atingir todos os agentes envolvidos em um empreendimento, os proprietários, as empresas fornecedoras, os profissionais, arquitetos e engenheiros, operadores, dentre outros.

Existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais. Um volume maior de decisões é tomado nos primórdios da concepção. Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma como estávamos acostumados, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos[...]. (ASBEA, 2015, p. 12).

Dessa forma, entende-se que um projeto realizado em metodologia BIM, ao mesmo tempo que se tem um ganho de produtividade (como um todo), a elaboração de projetos se torna mais lenta, uma vez que ocorre a antecipação de várias informações para as etapas iniciais do projeto.

Quanto às funcionalidades e benefícios da implementação desta metodologia, pode-se dizer que há o aumento da qualidade do projeto e desempenho da construção. Uma aplicação de extrema importância presente em *softwares* BIM é a identificação de interferências, conhecida como *clash detection*. Aplicação de fundamental relevância na compatibilização dos projetos. Esses conflitos encontrados nas análises de interferências podem ser classificados conforme o nível de importância, proporcionando ao profissional,

identificar, categorizar e organizar as informações. E conforme a visão de ASBEA os conflitos podem ser classificados de três formas.

Os conflitos detectados podem ser de diferentes amplitudes: *Soft clash*: componentes que não respeitam uma distância mínima exigida em relação a outro elemento ou sistema; *Hard clash*: componentes que se sobrepõem; *Time clash*: elementos que podem se colidir ao longo do tempo, como durante a construção ou o uso do edifício. (ASBEA, 2015, v. 2, p. 19).

De outra forma, no estudo de caso realizado por Rigo e Penha (2015), a classificação das colisões encontradas nas análises de interferências ficou categorizada da seguinte forma:

Nível 0: Conflitos apontados pelo *software* e que quando analisados não se caracterizam como conflitos relevantes; Nível 1: Conflitos que podem ser corrigidos de forma simples, sem o auxílio do projetista ou do engenheiro de obra, e que o encarregado pela execução do serviço será capaz de fazê-lo corretamente; Nível 2: Conflitos mais complexos, que exigem conhecimento técnico mais específico para correção, podendo ser corrigido no canteiro de obra pelo próprio engenheiro de obras; Nível 3: Conflito ou erro de projeto que requer auxílio dos projetistas para execução do mesmo. (RIGO; PENHA, 2015, p.25).

Através dessas classificações se torna mais fácil identificar os pontos críticos e realizar os devidos ajustes necessários, bem como o direcionamento do relatório de ajustes para cada profissional envolvido no empreendimento.

Além disso, ainda é possível realizar análises e simulações do comportamento da edificação, bem como proporcionar um maior nível de industrialização dos processos (devido ao modelo de construtibilidade).

2.3. Nível de utilização no Brasil

A utilização desta metodologia no Brasil, considerando todo território nacional, ainda está em fase inicial, ou seja, de implementação, porém é possível perceber esforços sendo realizados e o interesse despertado quanto ao método.

Ao comentar sobre os principais usos do BIM no Brasil, CBIC (2016, v. 1) destaca os seguintes: visualização de projeto, para logística do canteiro de obras e visualização do planejamento, levantamento de quantidades, estimativa de custos e orçamento, maquete eletrônica, análise de construtibilidade, coordenação espacial, coordenação de contratos, rastreamento de componentes e gestão de ativos.

Neste ponto, pode-se dizer que as empresas de grande porte têm conhecimento do método e já implementam o seu uso, levando a entender que a aplicação da metodologia

está bem mais evoluída nas metrópoles e cidades bem desenvolvidas, com diferentes estágios de utilização do BIM nas empresas. Assim como é tratado na pesquisa de Stehling (2012), que identificou na cidade de Belo Horizonte os estágios de utilização da metodologia pelas empresas. Sendo que as empresas industriais já implementavam o BIM e seguiam com esforços para evoluir o nível de utilização, enquanto as empresas de projetos residenciais ainda se encontravam nas fases iniciais de implantação.

Em outro aspecto, Checcucci (2019) afirma que foi possível identificar o interesse despertado pela metodologia, devido ao número crescente de pesquisas publicadas a partir do ano de 2013. Resultando em várias pesquisas que abordam a implementação do BIM no mercado da AEC e em instituições de ensino. Nesse contexto, a autora ainda ressalta “[...] já existem muitas pesquisas de pós-graduação que encaminham questões ou propõem alternativas para auxiliar na adoção do BIM, tanto no ensino, quanto no mercado de trabalho”.

Dentre várias publicações, há também a Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC elaborados pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Bem como a coletânea de implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Além disso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui uma coletânea de normas que estabelecem orientações sobre a aplicação da modelagem da informação da construção.

De forma geral, compreende-se que a metodologia BIM no cenário brasileiro está evoluindo, e isto se deve ao fato da necessidade de melhoria da qualidade dos projetos e construções, visando redução de custos juntamente com o ganho de qualidade, elementos cruciais em um mercado cada vez mais competitivo. Outro fato para tal evolução se dá devido à implementação do decreto BIM, que estimula a adoção por profissionais através de sua disseminação e da instalação da obrigatoriedade de modelos BIM em determinadas obras públicas.

2.4. Estratégia BIM BR

Um passo muito importante para o Brasil, quanto ao desenvolvimento da indústria da AEC, foi o Decreto Nº 9.377 de maio de 2018. No qual, buscando melhorar o desenvolvimento do setor da construção, o governo federal tomou conhecimento dos

benefícios da utilização da metodologia e, então, lançou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, conhecida como Estratégia BIM-BR.

BRASIL (2017) diz que a finalidade da estratégia BIM BR é de favorecer o investimento do BIM e a sua difusão no país. Desta forma, a estratégia é composta por nove objetivos, cada qual com uma série de ações a serem realizadas, para que sejam atingidas as metas e indicadores desta estratégia, levando então ao seu resultado esperado. Vale ressaltar que algumas das ações estabelecidas em seus objetivos, assim como relatado por BRASIL (2017), tratam da disseminação da metodologia (buscando o nivelamento do conhecimento e diminuindo a desigualdade de sua aplicação), a estimulação da capacitação de profissionais e a inserção da metodologia nas grades curriculares dos cursos superiores.

As metas estabelecidas pela Estratégia BIM-BR são: aumentar em 10% a produtividade das empresas, reduzir cerca de 9,7% dos custos de produção, aumentar 28,9% o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil até o ano de 2028, (BRASIL, 2017).

2.5. Consequências no mercado da construção

A utilização do BIM significa um avanço enorme, a respeito da qualidade de projeto, construção e da edificação como um todo, entretanto, o papel de bom profissional ainda é, e sempre será, necessário para o sucesso, seja qual for a metodologia de trabalho utilizada.

A adoção BIM certamente não será o remédio para todos os males da construção civil, mas pode ser um atalho importante para que a indústria dê um passo estrutural em direção à valorização dos bons projetos e especificações, do planejamento, dos ensaios, dos estudos e das simulações realizados em computadores, antes do início de qualquer atividade num canteiro de obras. (CBIC, 2016, v. 5, p. 99).

É evidente que o futuro da construção civil será transformado pela geração da modelagem da informação, deixando de ser um diferencial e se tornando uma obrigação. Isso já é vivenciado em alguns países que adotaram o BIM como uma forma de aumentar a eficiência, qualidade, além da redução do custo nas construções.

Da mesma forma, o Brasil se encaminha para a exigência dos modelos virtuais, conforme estabelecido no decreto BIM. “Num futuro próximo, o BIM será condição mandatória para qualquer empresa que desejar se manter atuante na indústria da construção civil” afirma CBIC (2016, v. 1, p. 41). Além disso, espera-se que ocorram mudanças legislativas na forma de contratação, para que melhor se adequem à forma de trabalho

necessário para obtenção dos reais benefícios deste novo método, se tratando de uma ação para atingir as metas da estratégia BIM BR.

Dentre as consequências para a indústria da construção, Eastman, et al. (2014) diz que no processo de desenvolvimento de empreendimentos haverá um menor custo, o prazo de projeção e execução diminuirá, além de erros e riscos serem reduzidos drasticamente. Consequentemente, novas habilidades serão desenvolvidas, possibilitando o uso de diferentes tecnologias de construção e a viabilização do processo de industrialização no setor da construção.

Surge a ingênua ideia que o BIM seja a solução de todos os problemas presentes na construção civil. De fato, o BIM pode reduzir alguns dos vários problemas persistentes na indústria da construção, no entanto, ainda é totalmente dependente da atuação de um profissional bem qualificado e das boas práticas do exercício da profissão.

2.6. Caracterização da pesquisa

Este trabalho apresenta uma avaliação da metodologia BIM por meio da elaboração de um modelo virtual de uma obra residencial de pequeno porte já realizada com metodologia tradicional, além da contextualização do processo perante as formas de trabalho e o esclarecimento das características da modelagem da informação da construção. Objetivando demonstrar o que é o BIM, discorrer sobre suas características e sobre o impacto que sua aplicação pode gerar no mercado da construção de residências unifamiliares de pequeno porte. Além da realização do estudo de caso através da elaboração do modelo virtual de uma obra já realizada com método tradicional. Dessa forma, será possível avaliar a aplicação deste método e averiguar se com sua implementação surgem benefícios ou não em relação ao método tradicional.

Quanto aos aspectos do estudo, assim como relatado por Gil (2002), a metodologia se trata da especificação dos procedimentos a serem seguidos para realização de uma pesquisa científica. Logo, o presente estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa qualitativa, uma vez que se trata de uma avaliação dos resultados sobre a aplicação de uma nova forma de trabalho. Em relação à forma de análise de dados, Ibid., (p. 133) afirma: “A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação.”

Quanto aos objetivos, o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa explicativa. Assim como apontado por Gil (2002, p. 42), “Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.”.

Sobre o estudo de caso, Ibid., (p. 54) diz: “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.” Portanto, pode-se dizer que, se tratando das técnicas utilizadas no trabalho, este categoriza-se como um estudo de caso.

2.7. Objeto de estudo

Na elaboração do estudo de caso foi utilizado um projeto base de uma edificação real e já executada, se tratando de uma residência unifamiliar de pequeno porte em pavimento térreo, localizada na cidade de Itumbiara-GO. Os projetos foram fornecidos pela empresa responsável por sua elaboração e execução da obra. Esta empresa também se encontra instalada neste mesmo município.

A edificação conta com área de terreno de 171,69 m², área construída total de 79,24 m² e área permeável de 34,54 m².

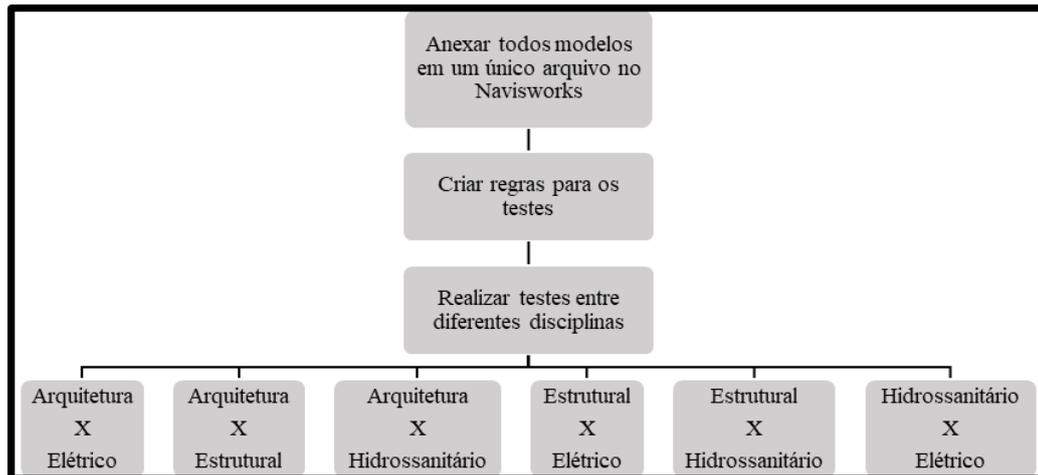
Os projetos fornecidos nas diferentes disciplinas (arquitetura, estrutural, elétrico e hidráulico) foram elaborados em metodologia tradicional, baseada em *softwares* CAD.

O modelo BIM foi realizado em cinco etapas: elaboração do modelo arquitetônico, elaboração do modelo estrutural, elaboração do modelo de instalações hidrossanitárias, elaboração do modelo de instalações elétrica, e a realização de análise de interferências entre os diferentes modelos com *software* específico. Através disso, foi possível avaliar a aplicação e averiguar os benefícios da metodologia BIM sobre método tradicional baseado em documentação 2D.

Desta forma, os programas utilizados para a elaboração deste trabalho foram o AutoCAD, o Revit e o Navisworks, todos da empresa Autodesk, devido ao fornecimento de versões estudantis destes, bem como pela facilidade e disponibilidade de conteúdo didático para utilização dos *softwares* mencionados.

As análises de interferências foram realizadas conforme o fluxograma representado pela Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das análises de interferências.



Fonte: Autor (2020).

3. RESULTADOS

Ao realizar a modelagem dos projetos no Revit foi possível identificar algumas divergências com o projeto em formato CAD, além de verificar a necessidade de alterações no layout original de algumas disciplinas para viabilizar a modelagem. Ou seja, não havia informações e detalhes suficientes nos projetos fornecidos que possibilitassem a realização do modelo virtual de forma íntegra.

No processo de elaboração do modelo BIM foram encontradas interferências e inconsistências presentes no projeto original, antes mesmo que fossem realizadas as análises de interferências no *software* específico. Isto ocorre devido ao próprio processo de trabalho executado, que utiliza os modelos vinculados para elaboração dos demais modelos de diferentes disciplinas. Sendo assim, através das diferentes formas de visualização existentes, assim como a perspectiva 3D, é possível perceber as colisões e consequentemente reorganizar o projeto, evitando tais conflitos.

Na modelagem do projeto arquitetônico, foram constatadas diferenças, tanto nas dimensões quanto na área do terreno. Pode-se deduzir que houve alteração ou edição no texto da cota que representa as dimensões das linhas de divisa do terreno em projeto CAD ou falha no processo de verificação manual por parte do profissional. Isto posto, foi verificado que a área de terreno no projeto CAD é de 171,69 m², enquanto no modelo BIM foi constatada uma área de terreno de 166,10 m². As Figuras 2 e 3 representam os resultados do modelo BIM do projeto de arquitetura.

Figura 2 - Modelo BIM - planta baixa de arquitetura.



Fonte: Autor (2020).

Figura 3 - Modelo BIM - 3D arquitetura.

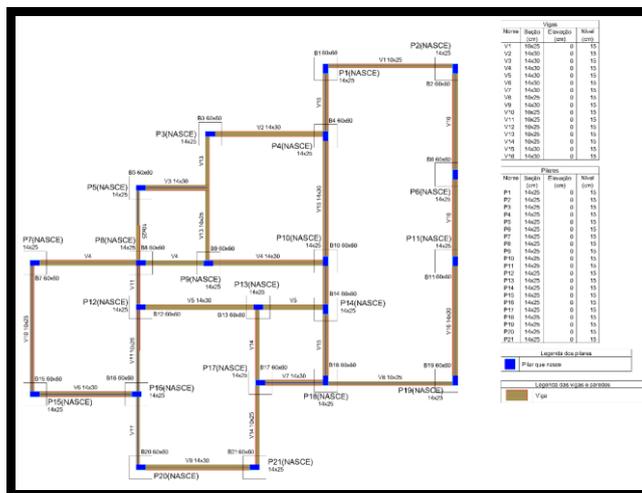


Fonte: Autor (2020).

No processo de modelagem do projeto estrutural, foram encontrados alguns obstáculos em relação a falta de informações no projeto base, tal como a cota de nível, na qual os pilares “morrem”, bem como a falta de identificação e detalhamento das vigas aéreas. Dessa forma, optou-se pela modelagem das vigas aéreas na cota de nível da laje cobertura. Neste mesmo nível ficou definido o término dos pilares. O projeto base fornecido é representado pela Figura 4. Igualmente, o modelo BIM 3D do projeto estrutural é demonstrado na Figura 5, sendo possível identificar os blocos de fundação (cor verde), as vigas (cor azul), as lajes (cor cinza), e os pilares (cor magenta). As cores foram utilizadas para facilitar a distinção dos elementos estruturais.

Vale ressaltar que neste modelo foi gerada apenas a sua volumetria, enquanto questões técnicas de dimensionamento e disposição das ferragens não foram geradas.

Figura 4 - Projeto estrutural fornecido.



Fonte: Autor (2020).

Figura 5 - Sobreposição do modelo estrutural e arquitetônico.

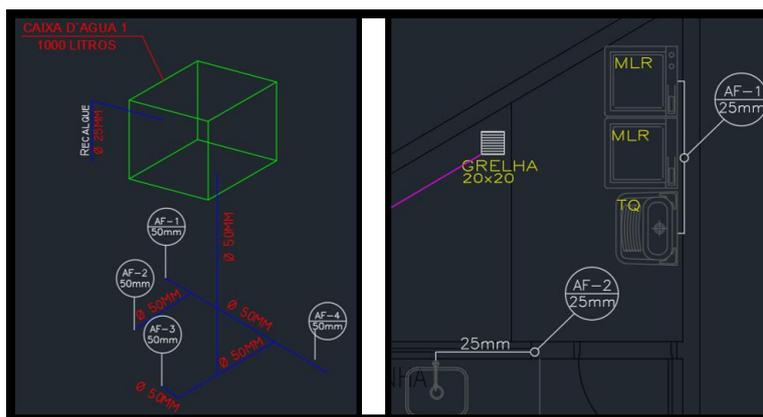


Fonte: Autor (2020).

Na elaboração do modelo BIM do projeto hidrossanitário foi encontrado o maior número de complicações, tais como divergências de informações no projeto base e falta de informações referentes ao projeto. De modo geral, houve a necessidade de realizar adaptações na concepção do projeto base das instalações de esgoto. No entanto, as alterações no layout desse modelo foram realizadas, de forma que representassem o máximo possível a concepção original.

É possível identificar na Figura 6 algumas informações se contradizendo no projeto em CAD, como, por exemplo, as colunas de água fria “AF1” e “AF2”, que são identificadas com dois diâmetros diferentes, na vista isométrica com 50 mm de diâmetro e na planta baixa com 25 mm de diâmetro (caracterizando uma falha no processo de revisão de forma manual).

Figura 6 - Divergência de informações

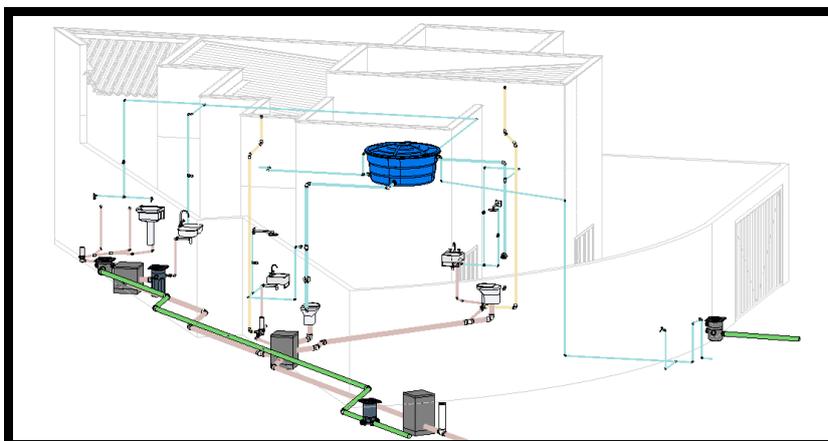


Fonte: Autor (2020).

Além disto, não foram identificadas no projeto base as representações da localização e diâmetros das tubulações de limpeza e extravasor da caixa d'água. Portanto, na realização do modelo BIM do projeto hidráulico, estas tubulações foram geradas conforme dedução do autor, devido à simplicidade destes elementos. De outra forma, como não há nenhuma representação das tubulações de captação de água pluvial proveniente dos telhados ou qualquer informação pertinente no projeto base, estas tubulações não foram modeladas.

O modelo resultante das instalações hidráulico-sanitárias pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 - Vista do modelo BIM hidrossanitário.



Fonte: Autor (2020).

As divergências verificadas e falta de informações nos projetos CAD são erros comuns, uma vez que dependem da verificação constante do profissional projetista para a atualização e replicação das informações nas diversas representações ou vistas de um

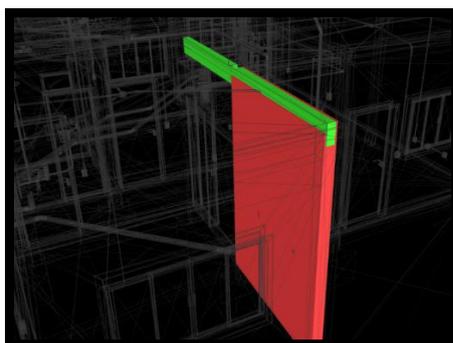
mesmo elemento. Isto comprova as teorias já mencionadas de que o processo de trabalho com o método BIM garante maior integridade e assertividade de informações nos projetos.

Na elaboração do modelo elétrico do projeto estudado foi possível perceber que algumas das informações a serem representadas nas pranchas devem ser inseridas de forma manual e sem parametrização. Mesmo assim, isto não torna a elaboração deste modelo inviável, visto que, através deste, é possível estudar a interação entre todos componentes elétricos e os demais componentes das diferentes disciplinas.

Finalizados os modelos das diferentes disciplinas, foi realizada a exportação de arquivos no formato nativo “nwc” para trabalhar diretamente com o programa Navisworks, portanto, optou-se pela utilização de vínculos nesta etapa do trabalho.

Neste ponto, para a realização da verificação de interferências no programa estudado, foi necessário estabelecer os parâmetros e regras de interferências, nos quais são definidas as situações que podem ser consideradas como colisões ou não, além da precisão dos elementos sobrepostos. Dependendo da forma que o modelo for concebido, o programa poderá apontar um grande número de interferências, no entanto, estas podem ser desconsideradas (cabendo ao profissional analisar item por item e julgar cada situação). Um exemplo é a interferência de uma parede com uma viga, assim como na Figura 8.

Figura 8 - Colisão entre viga e parede.



Fonte: Autor (2020).

Nesta situação poder-se-ia prever a altura da viga e diminuir a altura da parede, pois se trata de uma parede de vedação. Dessa forma, a interferência não seria apontada e o modelo se tornaria mais confiável. Poderia, ainda, criar uma regra para ignorar este tipo de interferência.

No geral, o resultado das interferências é representado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de interferências encontradas.

Testes realizados	Importância
-------------------	-------------

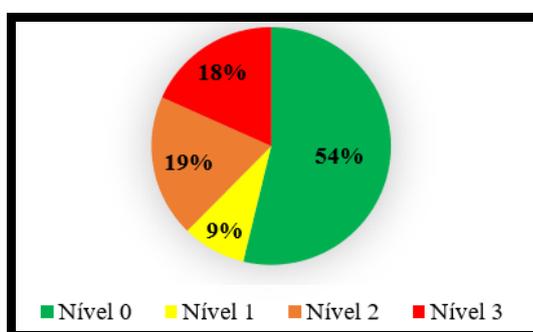
Disciplinas	Número de conflitos	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Arquitetura - Elétrico	0	-	-	-	-
Arquitetura - Estrutural	64	64	-	-	-
Arquitetura - Hidrossanitário	0	-	-	-	-
Estrutural - Elétrico	52	21	-	31	-
Estrutural - Hidrossanitário	69	15	15	5	34
Hidrossanitário - Elétrico	1	-	1	-	-
Total	186	100	16	36	34
Percentual	100%	54%	9%	19%	18%

Fonte: Autor (2020).

A classificação utilizada para as colisões foi feita conforme a classificação de 4 níveis de Rigo e Penha (2015), abordada na revisão bibliográfica. Portanto, as colisões de nível 0 são aquelas que podem ser desconsideradas, as colisões de nível 1 são aquelas que podem ser ajustadas no canteiro de obras sem influenciar no desempenho da construção, de outra forma, as colisões de nível 2 já exigem a tomada de decisão por um profissional técnico e, por fim, as colisões de nível 3 necessitam de revisão de projeto, pois podem influenciar em demais componentes da construção.

Em vista disso, foi possível perceber, assim como relatado no gráfico da Figura 9, que 37% das colisões encontradas necessitavam de atenção de um responsável técnico, seja na execução da obra ou na revisão em projeto. Isto pode gerar situações suscetíveis a paralização da obra em busca de uma solução, perda de produtividade, retrabalho, gasto excessivo ou desperdício. Também foi verificado que os testes realizados exigem a análise de um profissional qualificado para correta interpretação dos dados apontados e classificação das colisões.

Figura 9 - Gráfico representativo das interferências encontradas



Fonte: Autor (2020).

Os testes analisados entre os modelos de arquitetura e elétrico, bem como arquitetura e hidrossanitário, não apresentaram interferências devido às regras utilizadas, que foram baseadas no método construtivo (eletrodutos e tubulações embutidos na parede), descartando-se esse tipo de colisão.

Para cada teste realizado é gerado uma lista de interferências com imagens e informações detalhadas dos elementos que colidem entre si. Através disso é possível analisar item por item e classificar as colisões, verificando se há necessidade de correções ou não.

Em relação às alterações realizadas e ao esboço do projeto base, apesar de serem possíveis outras soluções na concepção dos projetos, sejam elas mais eficientes ou não, optou-se por seguir os parâmetros iniciais do projeto base. No entanto, algumas alterações, julgadas pelo autor como necessárias, foram realizadas visando garantir maior integridade do modelo.

Este trabalho não objetivou buscar soluções para a compatibilização dos projetos, apenas a avaliação da metodologia, mostrando sua capacidade, suas funcionalidades e benefícios, assim como foi demonstrada a capacidade de verificar as interferências entre componentes de diferentes disciplinas e a sua visualização, o que proporciona ao profissional identificar os pontos críticos e então realizar os devidos ajustes nos projetos.

Através desta análise é possível perceber que, assim como relatado na revisão bibliográfica, a realização de trabalhos utilizando esta nova metodologia exige a mudança da mentalidade do projetista, quanto à forma de trabalho e de projetar, além da necessidade de investimentos em treinamentos, objetivando viabilizar a utilização de maneira efetiva dos *softwares*.

O objeto de estudo deste trabalho, apesar de relativamente simples, serviu de exemplo didático e permitiu a avaliação da aplicação do *Building Information Modeling*, em edificações residenciais de pequeno porte, evidenciando suas características, vantagens e funcionalidades. Conseqüentemente, nota-se como o trabalho com a modelagem da informação da construção pode influenciar na qualidade de um empreendimento, tal como o objeto de estudo deste trabalho. Além disso, ainda pode ser aplicada em diferentes empreendimentos da mesma categoria, como por exemplo, em casos onde são necessários um maior grau de precisão, em função da metodologia construtiva. Em tais situações, o nível de confiança do projeto e de suas informações são cada vez mais rigorosos, neste ponto o método BIM se mostrou capaz de garantir a coerência das informações e evitar inconsistências nos projetos. Em vista disso, o BIM tem se tornando cada vez mais indispensável. Entretanto, o papel de bom profissional e uma boa rotina de trabalho ainda é, e sempre será, necessário para o sucesso, seja qual for a metodologia de trabalho utilizada.

4. CONCLUSÃO

Entende-se que a implementação do BIM para este tipo de edificação com certeza representa grandes benefícios e vantagens, visto que, através deste, é possível gerar projetos que representem cada vez mais a realidade da construção, com informações precisas, possibilitando diferentes formas de representação, seja através de desenhos 2D, tabelas, representações em 3D, entre outros. Isso torna viável a realização da edificação com custos reduzidos, além de ser possível expandir a utilização do BIM para as etapas de construção, proporcionando melhorar o gerenciamento das obras e tornar o canteiro de obras mais enxuto. Consequentemente, o mercado da indústria da construção se desenvolve com a redução dos riscos dos empreendimentos, abrindo oportunidades para investimentos e incentivos financeiros neste setor.

Em conclusão, pode-se dizer que o trabalho atingiu o objetivo principal, já que o modelo resultante do estudo demonstrou maior quantidade de informações referentes à edificação e maior concordância referente a estas informações, possibilitando a verificação dos erros e falhas presentes no projeto. Além da verificação prévia de interferências entre as diferentes disciplinas com maior facilidade de realização, visualização e entendimento. O modelo ainda propiciou diferentes formas de visualização do projeto, o que é fundamental para melhor entendimento e comunicação com todos envolvidos no empreendimento.

Através disto, se mostraram verdadeiras as vantagens em relação ao método tradicional, verificando as falhas nos projetos CAD que são facilmente identificadas no modelo virtual. Constatando que os modelos BIM podem conter informações certas e em sintonia, como verificado no estudo, o que possibilitou a identificação de tais erros, divergências, além de falta de informações. No entanto, vale ressaltar que cabe ao profissional a função de alimentar o modelo com tais informações, afinal, para se obter os melhores resultados, trabalhando com este método, deve-se modelar a edificação da forma como se constrói.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Mapeamento Internacional de Bibliotecas de *Building Information Modeling* (BIM)**. Brasília: ABDI, 2018. Disponível em: <https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Mapeamento_BIM.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2019.

_____. **Plataforma BIM-BR**. 2018. Disponível em:
<<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/objetos>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). **Fluxo Projetos em BIM: Planejamento e Execução**. São Paulo: ASBEA, 2015. (Guia

ASBEA Boas práticas em BIM Fascículo II). Disponível em:
<<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>>.
Acesso em: 06 abr. 2020.

BRASIL. **BIM BR: Construção Inteligente**. Brasília, 2017. Disponível em:
<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/bim-no-dnit-1/Livreto_Estrategia_BIM_BR_versositeMDIC_SEMlogomarca1.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Formas de contratação BIM – Parte 5: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, v.5). Disponível em: <<https://cbic.org.br/inovacao/2017/10/18/coletanea-bim/>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

_____. **Fundamentos BIM – Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e incorporadoras**. Brasília: CBIC 2016. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, v.1). Disponível em:
<<https://cbic.org.br/inovacao/2017/10/18/coletanea-bim/>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018**. PARC – Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, fev. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em:
<<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

EASTMAN, Chuck. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos De Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas Editora, 2002. 176 p. Disponível em:
<http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

RIGO, Luis Felipe; PENHA, Saulo Rodrigues Lima Neuenschwander. **Aplicação de plataforma BIM para verificação de interferências de projeto em edificações no setor de engenharia, arquitetura e construção**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curitiba, 2015.

APLICAÇÃO DO BIM EM PROJETOS: estudo de caso em uma residência unifamiliar de pequeno porte

Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10044>>. Acesso em: 29 jun. 2020

STEHLING, Miguel Pereira. **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia e Materiais de Construção. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/ISMS-8Z4LWY>>. Acesso em: 31 mar. 2019.