



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

VICTOR ARAUJO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)
NA COMPATIBILIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Conceição do Coité – BA

2022

VICTOR ARAUJO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)
NA COMPATIBILIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Artigo apresentado ao curso de engenharia civil da Faculdade da Região Sisaleira, como requisito de avaliação da disciplina TCC 2.

Orientador: Prof. Eng. Rodrigo Lima daSilva.

Conceição do Coité - BA

2022

Ficha Catalográfica elaborada por:

Joselia Grácia de Cerqueira Souza – CRB-Ba. 1837

A447a Almeida Victor Araújo de
Aplicação da metodologia BIM (building information modeling) na compatibilização de uma residência unifamiliar.-
Conceição do Coité (Ba.), FARESI, 2022.
29 f.: il. color.
Referências: f. 28 - 29
Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade da Região Sisaleira, como requisito de avaliação da disciplina TCC 2.
Orientador: Prof. Eng. Rodrigo Lima da Silva.
1. Compatibilização. 2. Building Information Modeling.
3. Projetos. I. Título

CDD : 690 06

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) NA COMPATIBILIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Victor Araújo de Almeida¹

Rodrigo Lima da Silva²

RESUMO

No Brasil, com o atual cenário econômico refletindo diretamente a construção civil a indústria da construção tornou mais competitiva e rigorosa, passando a ser exigida mais eficiência das empresas. O BIM entra nesse cenário a fim de resolver a fragmentação existente no setor, pois permite uma melhor comunicação entre as diferentes disciplinas de projeto e reduz interferências, que muitas vezes são percebidas e sanadas apenas no canteiro de obras. Considerando que a implantação do BIM é uma tecnologia relativamente nova no Brasil, o impacto e as mudanças advindas dessa tecnologia para atualidade e futuro da engenharia são incontestáveis. Com isso a motivação deste trabalho é da necessidade de adequação das novas tecnologias para a redução de custos e adaptação do novo cenário do mercado. Conforme Eastman et al (2008), embora os custos para sua implementação sejam grandes, o BIM possui a capacidade de fornecer novos benefícios, com ganhos de produtividade que justificam o investimento. Para o presente estudo, em uma primeira etapa foi realizada a revisão bibliográfica com o intuito de aprofundar e fundamentar o processo de compatibilização dentro do processo do projeto, a conceituação do BIM e sua aplicabilidade dentro do processo de compatibilização. Na compatibilização foi realizado o processo de clash detection através do software com o suporte ao sistema BIM 3D - Autodesk Navisworks Manage 2021 para a certificação que nenhuma incompatibilidade tenha passado despercebida. Na hora da verificação do clash, percebeu-se que seria ainda mais eficaz fazer as verificações ao longo das modelagens, não somente ao final, assim o retrabalho seria menor. Concluiu-se então que a metodologia é eficaz para prever incompatibilidades antecipadamente, evitando que incompatibilidades, que não são detectadas até mesmo no ato da modelagem, possam chegar até a obra.

PALAVRAS-CHAVE: compatibilização, Building Information Modeling, projetos.

ABSTRACT

In Brazil, with the current economic scenario directly reflecting civil construction, the construction industry has become more competitive and rigorous, requiring more efficiency from companies. BIM enters this scenario in order to resolve the existing fragmentation in the sector, as it allows better communication between the different design disciplines and reduces interference, which is often perceived and remedied only at the construction site. Considering that the implementation of BIM is a relatively new technology in Brazil, the impact and changes arising from this technology for the present and future of engineering are undeniable. Thus, the motivation of this work is the need to adapt new technologies to reduce costs and adapt to the new market scenario. According to Eastman et al (2008), although the costs for its implementation

¹ Discente do curso de Engenharia Civil.

² Orientador.

are high, BIM has the ability to provide new benefits, with productivity gains that justify the investment. For the present study, in a first step, a literature review was carried out in order to deepen and support the process of compatibility within the design process, the conceptualization of BIM and its applicability within the process of compatibility. In the compatibility process, the clash detection process was carried out through the software with support for the BIM 3D system - Autodesk Navisworks Manage 2021 to ensure that no incompatibility has gone unnoticed. When checking the clash, it was realized that it would be more effective to carry out the checks throughout the modeling, not just at the end, so the rework would be less. It was then concluded that the methodology is effective to predict incompatibilities in advance, preventing incompatibilities, which are not detected even in the act of modeling, from reaching the work.

KEYWORDS: compatibility, Building Information Modeling, projects.

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) é uma das mais novas tendências a ser implantada na indústria brasileira, relacionada a arquitetura, engenharia e construção (AEC). Utilizando a tecnologia BIM, um modelo virtual da edificação é construído de forma digital contendo a geometria exata e os dados relevantes e necessários para dar suporte a construção (EASTMAN *et al.*, 2008).

O BIM quando implementado de maneira apropriada facilita um processo de projeto e construção integrado resultando em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos (EASTMAN *et al.*, 2008).

Segundo Eastman *et al.* (2014, p. 2) a compatibilização de uma edificação é prejudicada porque o processo de implementação é fragmentado e tem uma comunicação falha entre os projetos, o que ocasiona em erros e incompatibilidades que resultam em custos imprevistos, atrasos e eventuais litígios judiciais.

No Brasil, com o atual cenário econômico refletindo diretamente a construção civil a indústria da construção tornou mais competitiva e rigorosa, passando a ser exigida mais eficiência das empresas. Com isso os sucessos dos empreendimentos estão cada vez mais ligados a planejamento, estudo de viabilidade e acompanhamentos de qualidade (PEREIRA, 2017, p.14)

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal

aplicar conceitos da metodologia BIM, simulando a elaboração dos projetos de forma integrada, em uma ferramenta de Plataforma BIM para compatibilização, com o intuito de encontrar as interferências entre as disciplinas de projeto durante o processo, registrando-as e gerando relatório de incompatibilidades utilizando a ferramenta *clash detection*. Sendo o objeto em estudo uma residência unifamiliar localizada na cidade de Salvador-Ba.

1.1 JUSTIFICATIVA

O Brasil passa por um momento de crise econômica, com isso os empreendimentos buscam encontrar processos que sejam mais eficientes para desenvolver o mesmo trabalho, porém com resultados melhores e mais eficientes, proporcionando aumento de produtividade e redução dos custos.

O BIM entra nesse cenário a fim de resolver a fragmentação existente no setor, pois permite uma melhor comunicação entre as diferentes disciplinas de projeto e reduz interferências, que muitas vezes são percebidas e sanadas apenas no canteiro de obras, porque o processo atual de compatibilização é ineficaz através da sobreposição de projetos, processo esse que não proporciona alto índice de assertividade, além disso o BIM facilita o processo de orçamentação de forma mais rápida e precisa. Da forma atual o ciclo é demorado, custoso e muitas vezes nem é realizado, apenas estimado os custos.

Considerando que a implantação do BIM é uma tecnologia relativamente nova no Brasil, o impacto e as mudanças advindas dessa tecnologia para atualidade e futuro da engenharia são incontestáveis. Com isso a motivação deste trabalho é da necessidade de adequação das novas tecnologias para a redução de custos e adaptação do novo cenário do mercado.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETO: CONCEITO E IMPORTÂNCIA

A palavra projeto deriva do latim *projetum*, que significa antes de uma ação, assim, projeto pode ser definido como uma ação prévia de um empreendimento, pesquisa ou desenho de modo sistemático e planejado para alcançar um objetivo. Ainda segundo a NBR 5670 (BRASIL 2012) projeto é definido como “descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou

obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”. Considerando que o projeto de uma edificação está relacionado com a qualidade final do produto é importante que se dê atenção especial na elaboração do projeto a fim de agregar valor ao empreendimento.

A elaboração de um projeto abrange diversas etapas que necessitam de interação e comunicação específicas com vários agentes envolvidos para que se obtenha êxito nos objetivos do projeto. Melhado (2005) afirma que o projeto possui capacidade de antecipar e solucionar pontos críticos para a implementação de inovações e influenciar o resultado final quanto à qualidade e custos. O autor ainda afirma que esforços dispensados durante o projeto tem impactos e ganhos sensíveis possuem custos reduzidos quando comparados aos que ocasiona nas modificações feitas durante a execução.

Por ser um processo complexo e com muitos detalhes o mesmo é dividido em etapas para que possa ser estudado e modelado com o objetivo de realizar sua gestão. Não há uma conformidade entre os diferentes autores sobre quais são as etapas de um projeto. Segundo Melhado (2005), uma das importantes características desse processo é a condução em caráter de detalhamento progressivo, consoante etapas que partem do geral para o particular e em que a liberdade de decisão entre alternativas é gradualmente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas.

Tabela 1 - Etapas do Processo de Projeto por diferentes autores

NBR 13531 (1999)	Melhado (2005)	Tzortzopoulos (1999)	Rodríguez e Heineck -2002
Levantamento	Idealização	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento
Programa de necessidades			
Estudos de viabilidade			
Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal
Projeto para execução	Projeto para produção	Projeto para executivo	Projeto para executivo
Acompanhamento de obra	Acompanhamento do planejamento e execução	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de execução e uso

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Mesmo não havendo uma uniformidade entre os diferentes autores com as

etapas do processo de projeto, é possível perceber que todos seguem o mesmo padrão: a iniciar pela concepção e planejamento, seguido pelo aumento do grau de detalhamento dos projetos e, por fim, o acompanhamento da execução e uso.

2.1.1 Compatibilização de projetos

Conforme Rodriguez (2005), a compatibilização de projetos pode ser definida como a análise, verificação e correção das interferências entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação. Para que tenha um desenvolvimento integrado das várias disciplinas de projeto e ocorra de forma harmoniosa e coerente, é necessário que os projetos estejam compatibilizados.

Os termos coordenação de projeto e compatibilização de projetos costumam ter suas definições confundidas e, segundo Silva e Souza (2003), muitas vezes há o entendimento errado de que o papel do coordenador é o de realizar a compatibilização. De acordo com Melhado (2005), a coordenação envolve a interação entre os diversos projetistas desde as primeiras etapas do processo de projeto, no sentido de discutir e viabilizar as soluções. A compatibilização, por outro lado, tem o papel de verificar e evidenciar as interferências existentes entre os projetos das diferentes disciplinas através da superposição destes e, então, comunicar à coordenação para que sejam discutidas soluções.

No processo de compatibilização, quanto mais forem as sobreposições entre o projeto arquitetônico e os demais projetos complementares, maior é o grau de assertividade da etapa construtiva e maior é o esclarecimento das informações entre os profissionais (FETZ, 2009). A importância da compatibilização pode ser notada através dos desperdícios causados por falta deste processo. Rodriguez (2005) afirma que a falta de compatibilização pode contribuir para a elevação de custos devido ao desperdício com:

- “Superdimensionamento ou subdimensionamento dos sistemas”;
- “Atrasos e retrabalhos devido a interferências entre os projetos, ou por falta ou incorreção de informações”;
- “Desperdícios de recursos materiais e de mão de obra para a operação e manutenção”.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING(BIM)

Segundo Catelani (2016a), embora o termo BIM seja considerado novo, tecnologias similares já têm sido aplicadas em indústrias que demandam maiores investimentos no desenvolvimento de projetos e especificações. Esse é o caso de indústrias que apresentam grande complexidade logística ou a repetição de um mesmo projeto.

Por definição, BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção e a conceituação de uma ideia, para a construção de uma edificação ou instalação (ou da constatação da necessidade de construir algo), passando pelo desenvolvimento do projeto e incluindo a construção, e também após a obra pronta, entregue e ocupada, no início da sua fase de utilização. Neste último caso, os modelos BIM poderão ser utilizados para a gestão da própria ocupação e para o gerenciamento da manutenção. (CATELANI, 2016a, p. 23).

Sakamori (2015) afirma que a maior contribuição do BIM é a visão sistemática do processo envolvido no ciclo construtivo de um empreendimento. A visão sistemática proporciona uma análise da construção como um todo, permitindo que todas as etapas e atividades envolvidas possam ser gerenciadas de maneira estratégica.

O BIM além de ser um modelo de visualização do espaço projetado, contém um banco de dados que agrega informação para diversas finalidades, como produtividade e racionalização do processo. Segundo Eastman *et al* (2008) através da tecnologia BIM é possível construir um modelo virtual da edificação de forma precisa, contendo a geometria exata e todas as informações importantes para a sua construção. Assim, quando utilizada de maneira apropriada, essa tecnologia atua integrando os processos de projeto e construção, de maneira a facilitar e produzir construções de qualidade mais elevada, além de reduzir custos e prazos

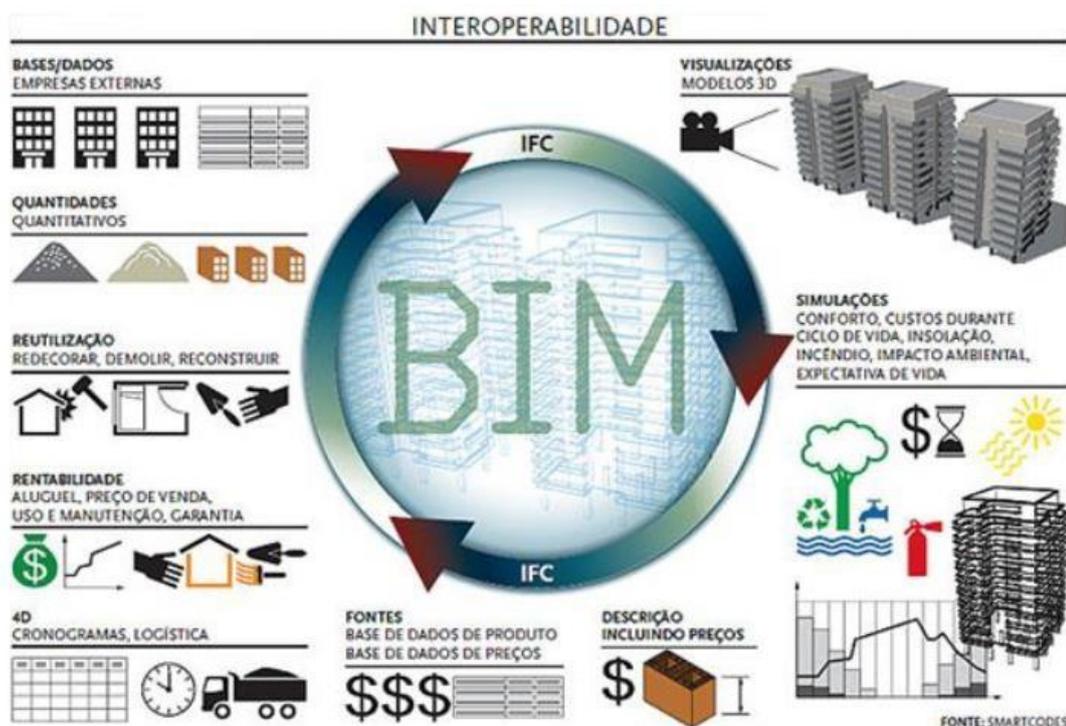
2.2.1 Interoperabilidade

Interoperabilidade é a habilidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem de trocar informações e utilizar as informações que foram trocadas. Ela pode ser entendida como a capacidade de realizar as aplicações de um usuário final, utilizando-se diferentes sistemas computacionais e operacionais, aplicativos e softwares, tudo interligado por diferentes tipos de redes locais e remotas (INSTITUTE apud CATELANI, 2016, p. 75).

No contexto do BIM, a interoperabilidade é a habilidade de gerenciar e comunicar produtos eletrônicos e dados de projetos entre organizações (empresas) colaboradoras e indivíduos que, em conjunto, compõem uma equipe para o desenvolvimento de projetos, contratações, construções, manutenção e sistemas de processos de negócios.

Conforme Rose, Margaret (apud Catelani, 2016, p. 75) interoperabilidade é a capacidade que um sistema ou um produto (software e aplicativos) possui de trabalhar com outros sistemas ou produtos sem a necessidade de nenhum esforço especial por parte dos usuários. Interoperabilidade torna-se uma qualidade de importância crescente para produtos de tecnologia de informação, à medida que o conceito de que 'a rede é o computador' vai se tornando realidade. Por esse motivo, o termo é amplamente utilizado nas descrições comerciais dos produtos (softwares e aplicativos). A figura 1 representa a interoperabilidade com as etapas do projeto e construção.

Figura 1 - Interoperabilidade associada às etapas de projeto e construção.



Fonte: PINI (2011)

Para Campestrini (2015), o modelo BIM é um conjunto de vários modelos

distintos, como modelos de arquitetura, de estruturas, de planejamentos e de custos. Para que a integração entre eles tenha êxito, a empresa costuma desenvolver um padrão de modelo. Contudo, no momento que mais empresas e profissionais atuem em um mesmo projeto, e cada uma delas disponha de um padrão diferente, ou ainda, utilize um software diferente para tal, existirá certa dificuldade de integração entre eles. Então a interoperabilidade atua no sentido de reunir todos estes modelos em um único. Nesse sentido foi criada uma linguagem padrão internacional que permite que softwares diferentes realizem trocas de modelos, colocando em prática a interoperabilidade, que é chamada Industry Foundation Classes (IFC).

IFC é um formato de arquivo orientado a objetos 3D, aberto, público, neutro e padronizado, que possui uma aspiração bastante ampla e ambiciosa de cobrir cada aspecto do projeto, contratação, fabricação, construção, montagem, operação e manutenção na indústria da construção civil. O formato de arquivo IFC é certificado pela ISO (16739:2013) e é utilizado para viabilizar a interoperabilidade e o trabalho colaborativo na plataforma BIM. [...]. As informações que são relevantes e específicas para as diferentes disciplinas (Arquitetura, Estruturas, Instalações, etc.) podem ser fácil e rapidamente filtradas e identificadas na base de dados IFC. (CATELANI, 2016c, p. 77).

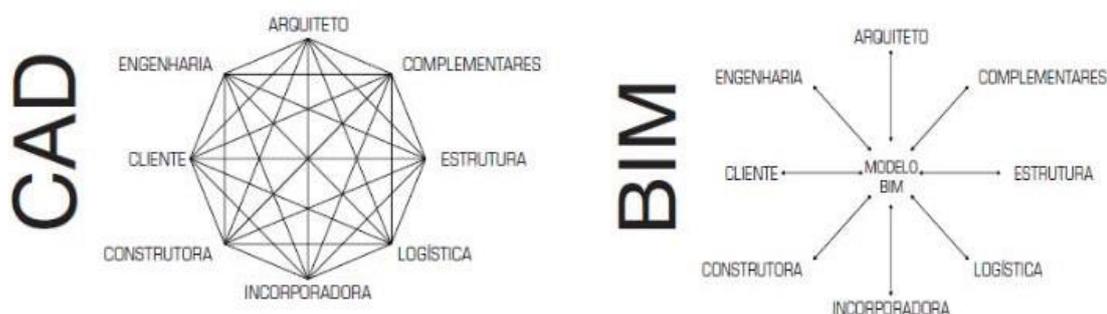
2.2.2 Modelagem Paramétrica baseada em objetos

A modelagem paramétrica presente na plataforma BIM utiliza parâmetros e regras relacionais para a descrição completa de um elemento modelado, determinando tanto propriedades geométricas quanto não geométricas, tornando viável a manutenção da consistência das informações de um modelo e potencializa a automação da modelagem e extração de informações. Os modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação BIM, permite alterações dinâmicas no modelo gráfico, as quais imediatamente são modificadas nas demais pranchas associadas, assim como nas tabelas de orçamento e especificações (Balem, 2015, p.32).

Dessa forma, o BIM difere do sistema CAD, pois a possibilidade de correção automática diminui a quantidade de erros de projetos por falha de atualização nas outras plantas associadas. Segundo Eastman et al. (2014), é a possibilidade de os usuários, no BIM, “definirem estruturas mais complexas de

famílias de objetos e relações entre eles do que é possível com o CAD 3D, sem recorrer a desenvolvimento em nível de programação de software“. A figura 2 demonstra como é a ligação entre os elementos de projeto e construção nas plataformas CAD e BIM.

Figura 2 - Ligação entre os elementos de projeto e construção nas plataformas CAD e BIM



Fonte: Oliveira (2015)

Segundo Eastman *et al* (2014) na modelagem BIM o projetista define propriedades – tipos de blocos, revestimentos, dimensões etc., ao desenho que foi representado, e essas informações são salvas no banco de dados, gerando automaticamente a legenda dos desenhos e os quantitativos dos materiais. Essas relações possibilitam que cada elemento varie de acordo com os valores de seus parâmetros e suas relações contextuais.

2.2.3 Vantagens do BIM

Conforme Eastman *et al* (2008), embora os custos para sua implementação sejam grandes, o BIM possui a capacidade de fornecer novos benefícios, com ganhos de produtividade que justificam o investimento. A tecnologia BIM traz incontáveis benefícios para todos envolvidos no processo de projeto e execução, Campestrini diz “Os ganhos com o BIM passam pela melhoria da qualidade e do fluxo de informações durante um projeto e em fomentar a melhoria na tomada de decisão pela equipe envolvida.”. (CAMPESTRINI, 2015, p. 87).

Catelani (2016a) listou 19 benefícios resultantes da implementação da tecnologia BIM:

- a) os modelos 3D permitem a perfeita visualização do projeto, facilitando a sua compreensão e também possibilitam que incompatibilidades

geoespaciais entre elementos sejam identificadas de maneira automática. Essa tecnologia funciona de modo que qualquer modificação no modelo é refletida automaticamente para toda a documentação gerada a partir dele, o que garante que permaneça totalmente atualizada;

- b) torna-se possível ensaiar a obra no computador, isto é, o planejamento 4D possibilita estudar as etapas da construção, modelar o processo de construir e testar diferentes soluções. Assim mais informações são obtidas, criando melhores condições para os responsáveis tomarem decisões, garantindo a qualidade da edificação;
- c) a partir de um modelo BIM, consegue-se extrair quantitativos automaticamente. Existe precisão e agilidade neste processo, que ainda pode ser vinculado ao planejamento das atividades;
- d) simulações e ensaios virtuais, que não eram possíveis a partir de documentos (CAD), agora podem ser executados. As análises baseadas em modelos BIM podem ser de natureza energética, térmica e estrutural, por exemplo;
- e) esses modelos aplicam a chamada clash detection, funcionalidade responsável por detectar interferências entre os elementos de modo automático;
- f) os objetos são paramétricos e inteligentes, ou seja, contêm informações e se adaptam a alterações de outros elementos automaticamente. Essa característica contribui para a confiança do modelo, além de garantir sua consistência;
- g) a tecnologia BIM facilita o planejamento e conseqüentemente a construção de empreendimentos mais complexos, com prazos apertados, logísticas desafiadoras ou tipos construtivos singulares;
- h) a industrialização e pré-fabricação torna-se viável, visto que a precisão dos projetos não permite imprevistos. As ferramentas de detecção de interferências e de ensaio dos modelos agregam confiança e previsibilidade ao projeto;
- i) softwares BIM trabalham também com outras tecnologias como técnicas de captura da realidade. Assim, essas informações são lidas e identificadas, e a partir delas podem-se projetar modificações. Nesse caso o BIM é

essencial para que as vantagens dessa nova tecnologia sejam aproveitadas com todo o seu potencial;

- j) empresas que aderem ao BIM melhoram as suas imagens frente ao mercado, como exemplos de liderança e inovação. E assim a indústria da construção civil, conhecida por ser tradicionalista, está se modernizando através do BIM de maneira considerada rápida, o que pode ser notado em várias partes do mundo;
- k) o uso de ferramentas BIM permite realizar análises de construtibilidade, ou seja, estudar e determinar um sequenciamento para a montagem de instalações, quando necessário. Isso costuma ocorrer quando existem muitos tipos de instalações previstas em um mesmo espaço;
- l) aplicando recursos de sombreamento, iluminação, localização ao modelo cria-se imagens renderizadas de alta qualidade e definição. Essas maquetes eletrônicas também agregam valor ao produto;
- m) utiliza-se recursos para destacar versões distintas de um modelo. Com um código de cores são diferenciados os elementos modificados, incluídos ou excluídos;
- n) estes softwares consideram as medidas do ser humano para garantir o acesso em áreas de instalações para futuras manutenções. Levam-se em conta as condições mínimas de segurança e também o uso de ferramentas;
- o) existe a possibilidade de agrupar elementos de um modelo para determinar informações comuns, como os nomes das empresas responsáveis por mais de um componente. Assim controla-se facilmente a programação das atividades que pode ser visualizada também no modelo;
- p) componentes dos modelos com informações específicas são rastreados e controlados. Desse modo é possível localizar elementos, que, por exemplo, já foram produzidos ou que contenham erros de execução. Pode-se obter tabelas e relatórios detalhados, desde que essas informações tenham sido inseridas aos elementos;
- q) o modelo BIM funciona como base de dados para futuras atividades de manutenção após o encerramento da construção. É considerado um local adequado para reunir informações como, por exemplo, fabricante,

- modeloe número de série de um equipamento instalado;
- r) equipamentos de fabricação automática podem extrair e utilizar informações de dimensões, por exemplo, contidas no modelo BIM para produzir componentes com o melhor aproveitamento possível;
 - s) verificações de locações e níveis são conferidas facilmente com base nas informações referenciadas em um modelo BIM. Para avaliar possíveis erros e distorções utiliza-se equipamentos do tipo estação total.

Os benefícios da implementação da tecnologia BIM nos processos de projeto e execução são inúmeros e todos auxiliam na melhor tomada de decisão, o que faz com que todos os profissionais tenham uma melhor compreensão acerca dos seus objetivos do empreendimento, proporcionando redução de tempo no desenvolvimento de projeto, no suporte para automação na produção de peças e na maior assertividade de custos da construção.

Eastman *et al* (2014) também apontaram algumas vantagens proporcionadas pela metodologia BIM e o suporte que ela oferece para o setor da construção civil. Segundo eles, os benefícios podem ser utilizados em 4 etapas.

1. Fase de Pré-Construção: Na qual ocorre o conceito das ideias, a análise de viabilidade econômica e a concepção do projeto.
2. Fase de Projeto: torna possível a visualização antecipada e mais precisadas plantas, fornece correções automáticas nos projetos, gera desenhos 2D precisos com informações consistentes para qualquer disciplina e permite a extração de quantitativos para elaboração de estimativas de custo do empreendimento.
3. Fase de Construção e Fabricação: durante esta etapa ocorre a sincronização entre projeto e planejamento, assim como a utilização do modelo paramétrico para a fabricação de peças e a permite a melhor eficiência durante a gestão de compras de materiais e equipamentos para obra.
4. Fase de Pós-Construção: conhecido com BIM 6D proporciona o gerenciamento de operação dos edifícios, integrando informações de maquinários, equipamentos e pessoas para uma melhor gestão de facilidades do projeto executado.

2.2.4 Implementação do BIM

Conforme a ASBEA (2015), é fundamental que os profissionais envolvidos no projeto de implementação tenham conhecimento a respeito do BIM, por isso é aconselhável um treinamento inicial vinculado ao software escolhido. É necessária também a formação de uma equipe de implantação ou a seleção de um líder (BIM Manager) que terá por responsabilidade aprofundar o conhecimento em BIM e adequar o uso da ferramenta ao escritório.

Um bom plano de implementação envolve a certeza de que a gerência (e outros membros-chave da equipe) adquiriu o completo entendimento de como o BIM pode dar suporte a processos de trabalho específicos. (EASTMAN et al., 2008, p.239).

Segundo Catelani (2016b), a implementação do BIM nas empresas deve ocorrer a partir de um projeto formal, atendendo à boa prática. Devem ser definidos os objetivos de estabelecer essa migração, a visão global e os detalhes da implementação, desde as fases iniciais de um trabalho.

O plano deverá definir o escopo da implementação BIM no projeto, identificar os fluxos dos processos para as atividades BIM, estabelecer os intercâmbios de informações entre várias partes e descrever a infraestrutura que será necessária para que a empresa possa realmente suportar a implementação do projeto. (CATELANI, 2016b, p. 20).

Catelani (2016b, p. 20) ainda lista os valores que devem ser alcançados pela equipe de projeto quando se desenvolve um Plano BIM:

- a) todas as partes envolvidas deverão entender e comunicar com clareza os objetivos estratégicos da implementação do BIM no projeto;
- b) as diferentes áreas e empresas envolvidas deverão entender seus papéis e responsabilidades no processo de implementação;
- c) a equipe deverá ser capaz de desenvolver um processo de execução bem adequado para as práticas negociais de cada um dos seus membros e fluxos de trabalho organizacionais típicos;
- d) o plano deverá definir recursos adicionais, treinamentos e outras competências necessárias para garantir sucesso na implementação da plataforma BIM para as utilizações pretendidas;
- e) o plano deverá fornecer um referencial para descrever o processo

- parafuturos participantes que possam ser adicionados ao projeto;
- f) os departamentos de compras deverão ser capazes de definir uma linguagem de contratação que garanta que os participantes no projeto cumpram as suas obrigações;
 - g) o plano inicial deverá fornecer metas que permitam o acompanhamento da progressão ao longo da implementação do projeto

A implantação do BIM pode ser uma tarefa árdua pois requer o engajamento de todos profissionais participantes do projeto. O processo de implantação não exige somente investimento em novas ferramentas, mas também novas competências e mudança no núcleo de processos de negócios.

2.2.5 Situação atual

O BIM vem ganhando cada vez mais espaço no país. A oscilação econômica atual no Brasil está fazendo com que as empresas busquem alternativas para se tornarem mais eficientes quando diz respeito a controle de custos. Pois é necessário gastar menos para projetar e construir além de antecipar possíveis complicações antes da execução de seus empreendimentos. Através do decreto N° 9377 (Brasil, 2018) foi instituída a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil com finalidade de promover maiores investimentos para a implantação e disseminação da metodologia BIM nas empresas brasileiras.

De acordo a empresa BIMDA as associações, faculdades estão a trabalhar na disseminação da metodologia por meio de inúmeras atividades e eventos. Países como Colômbia, Peru, Bolívia, Uruguai, Argentina e Paraguai estão a executar uma estratégia “bottom-up” através de inúmeras iniciativas, como conferências, reuniões e workshops organizados por associações profissionais, câmaras de comércio e empresas de software.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 OBJETO DE ESTUDO

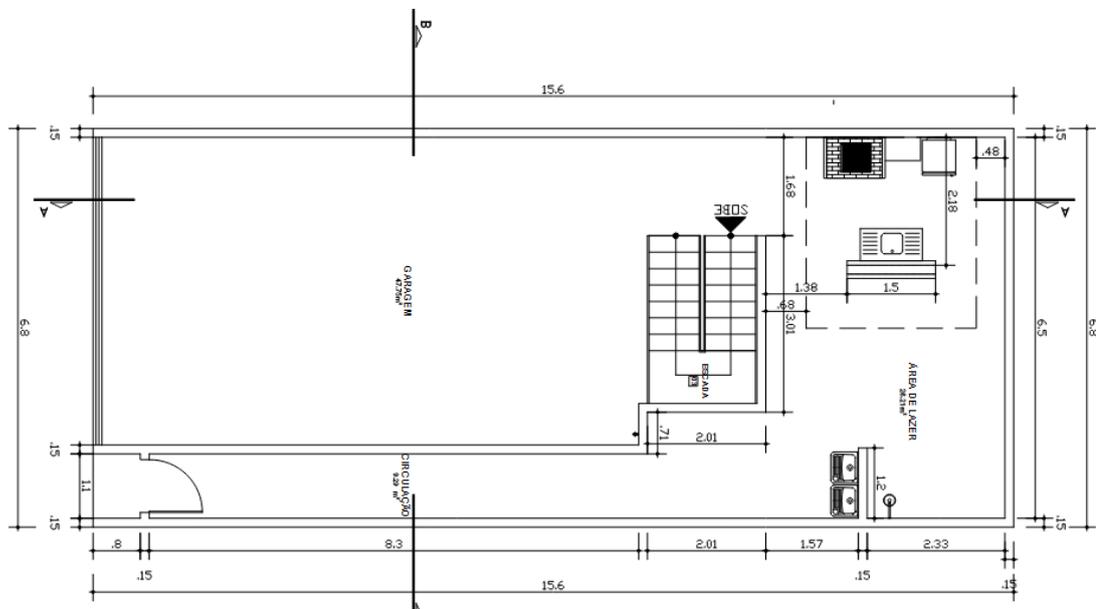
O estudo de caso foi realizado a partir dos projetos de uma residência unifamiliar – de 2 pavimentos com área total de 106,08 m² projetada para ser

executada no município de Salvador/BA.

Os projetos foram disponibilizados por uma empresa de elaboração de projetos de Salvador/Ba (projetos complementares) o projeto arquitetônico foi modelado pelo autor. A edificação de 2 pavimentos, apresenta no primeiro pavimento, térreo, possui garagem e área de lazer. Segundo pavimento compreende uma suíte, um quarto, dois banheiros, uma cozinha, uma sala e uma varanda. Conforme figura 3 e figura 4.

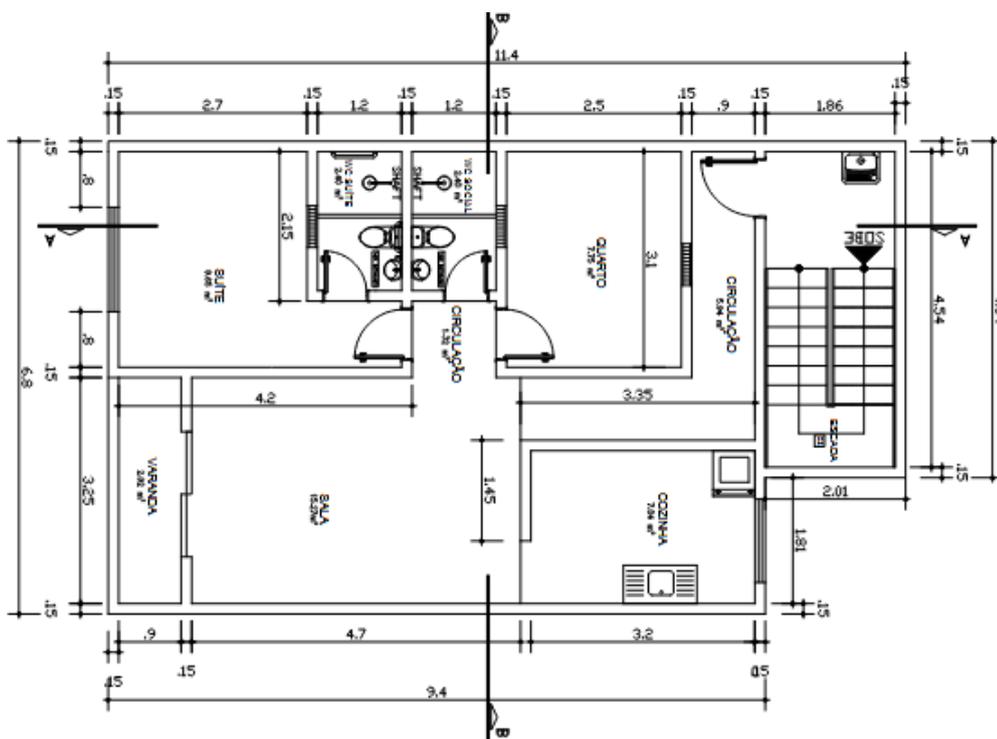
A escolha do objeto de estudo foi dada por motivos de disponibilidade dos projetos por parte do proprietário e dos autores do mesmo.

Figura 3 – Planta Baixa Térreo



Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2022)

Figura 4 – Planta Baixa Segundo Pavimento



Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2022)

3.2 METODOS

Para o presente estudo, em uma primeira etapa foi realizada a revisão bibliográfica com o intuito de aprofundar e fundamentar o processo de compatibilização dentro do processo do projeto, a conceituação do BIM e sua aplicabilidade dentro do processo de compatibilização.

Na segunda etapa foi realizada a modelagem do projeto arquitetônico com base em planta baixa do projeto do objeto em estudo no formato “.dwg”, a modelagem foi realizada utilizando o software BIM *Autodesk Revit* versão 2021, que é um dos softwares mais conhecidos da metodologia BIM. Ele é de fácil entendimento e tem uma funcionalidade organizada. Suas ferramentas permitem projetar, construir e gerenciar empreendimento. Os projetos complementares foram desenvolvidos e dimensionados pela empresa de elaboração de projetos e fornecidos no formato IFC. Os projetos foram divididos em disciplinas – termo usado quando é tratado dos projetos modelados no sistema BIM – para permitir posteriormente associação entre os mesmos no momento da compatibilização. Os projetos divididos em 5 disciplinas – arquitetônico, estrutural, instalações de água fria, instalações de esgoto e instalações

elétricas.

Na compatibilização foi realizado o processo de *clash detection* através do software com o suporte ao sistema BIM 3D - *Autodesk Navisworks Manage 2021* para a certificação que nenhuma incompatibilidade tenha passado despercebida. Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado os parâmetros de interferências estritas, que ocupam o mesmo espaço, e uma precisão de um centímetro.

A compatibilização foi realizada através de 6 associações dos elementos de duas disciplinas por vez:

- Estrutural vs. Elétrico;
- Estrutural vs. Hidro sanitário;
- Estrutural vs. Hidráulico;
- Elétrico vs. Hidro sanitário;
- Elétrico vs. Hidráulico;
- Hidro sanitário vs. Hidráulico;

As interferências detectadas pelo *Navisworks* foram analisadas de forma quantitativa e qualitativa de acordo com as normas regulamentadoras da construção civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS

Com a compatibilização foi gerado um relatório de interferências apontado pelo software *Naviswork* entre as disciplinas associadas. A tabela 2 apresenta o resultado de interferências existentes entre projetos.

Tabela 2 – Disciplinas associadas e quantidade de incompatibilidades

Disciplinas	Quantidade de incompatibilidades
Estrutural vs. Elétrico	229
Estrutural vs. Hidro sanitário	85
Estrutural vs. Hidráulico	40
Elétrico vs. Hidro sanitário	21

Elétrico vs. Hidráulico	14
Hidro sanitário vs. Hidráulico	7

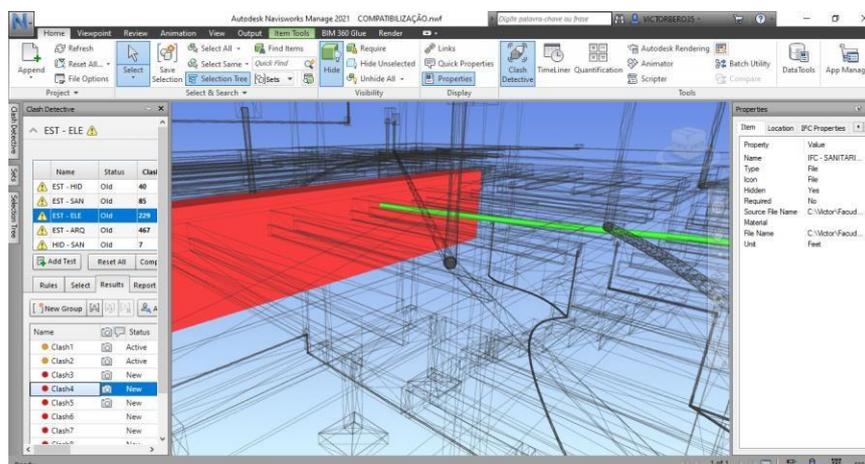
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após o relatório foi realizada uma verificação dos conflitos encontrados com o objetivo de identificar quais dos conflitos entre os projetos seriam relevantes durante a execução da obra e quais conflitos seriam apenas resultados da configuração adotada no *Navisworks*.

Dentre as interferências observou-se a necessidade de maior atenção das seguintes interferências.

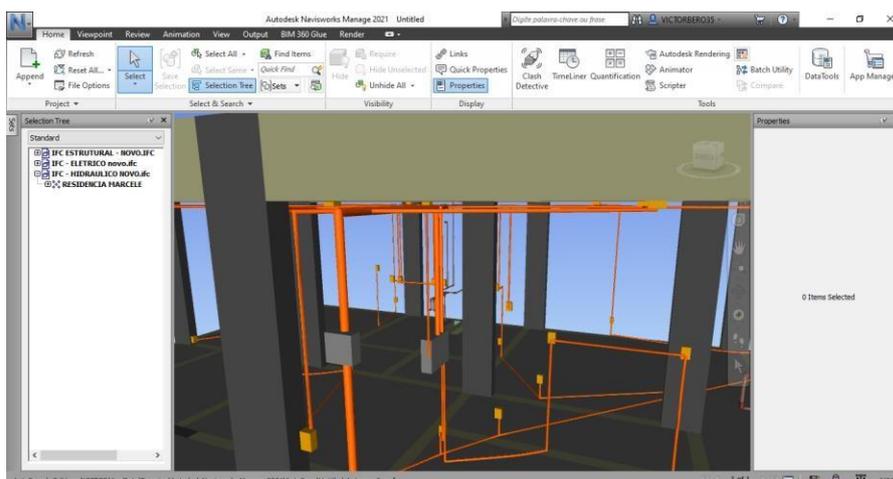
No teste Estrutural vs. Elétrico foram encontrados diversos furos em vigas. A figura 5 mostra um furo em viga, devido a sua sobreposição com o eletroduto. A solução adotada foi alterar a altura dos eletrodutos para a altura do forro, livrando todas as vigas e lajes.

Figura 5 – Eletroduto em conflito com viga



Fonte: Autor (2022)

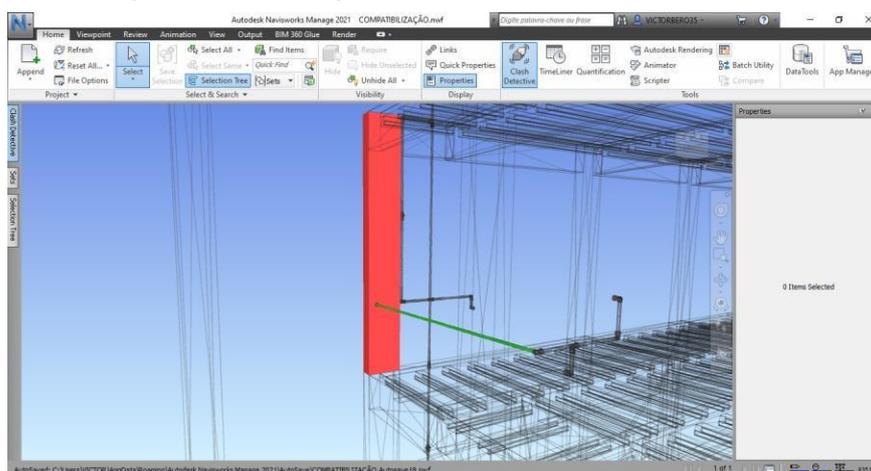
Figura 6 – Solução adotada para figura 5



Fonte: Autor (2022)

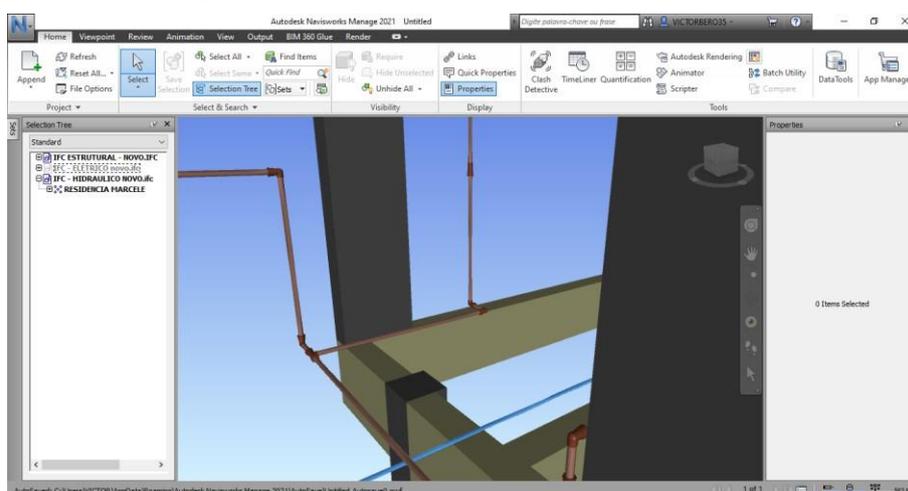
Figura 7 apresenta interferência encontrada entre a associação do Estrutural vs. Hidráulico, no qual pode observar furo no pilar pela tubulação hidráulica. Sendo assim foi necessário a alteração do caminho da tubulação de forma não sofrer sobreposição no pilar, conforme a figura 8.

Figura 7 – Tubulação em conflito com pilar



Fonte: Autor (2022)

Figura 8 – Solução adotada para figura 8

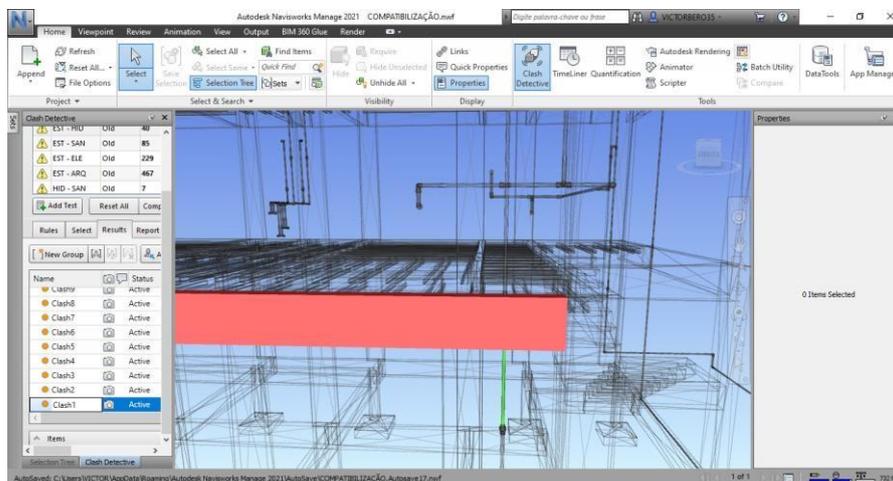


Fonte: Autor (2022)

Na associação Estrutural vs. Hidráulico também foi encontrado interferência em viga onde teve sobreposição com a tubulação, figura 9. A solução adotada foi a previsão de furo no projeto estrutural, tendo como base a Norma Brasileira de Concreto – NBR 6118/2014 sendo calculado a resistência a flexão e cisalhamento

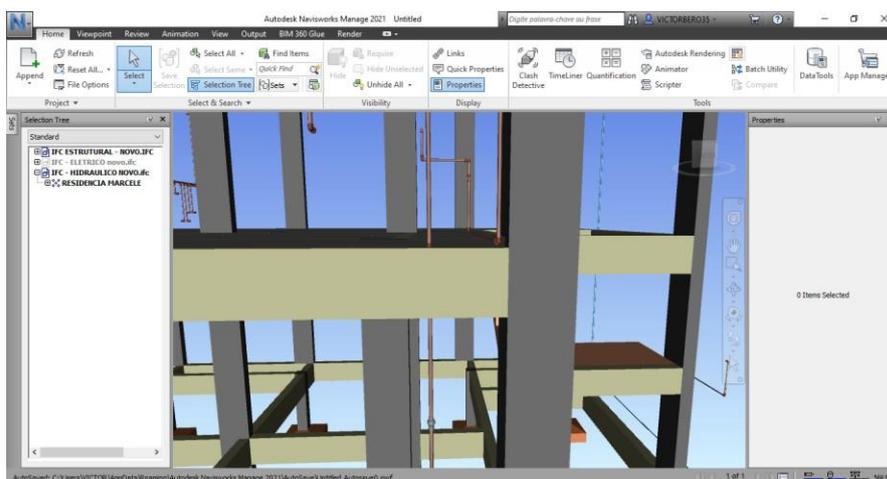
da seção remanescente na região de forma a resistir aos esforços previstos no cálculo.

Figura 9 – Solução adotada para figura 8



Fonte: Autor (2022)

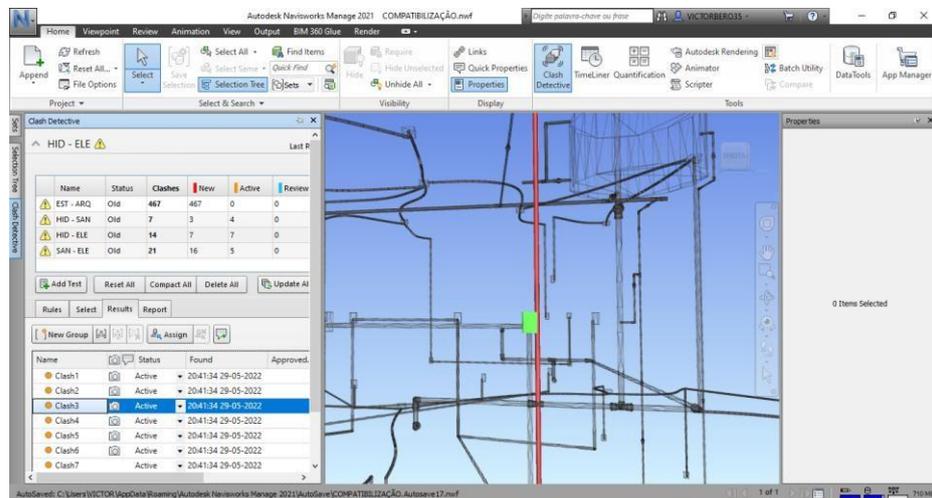
Figura 10 – Solução adotada para figura 10



Fonte: Autor (2022)

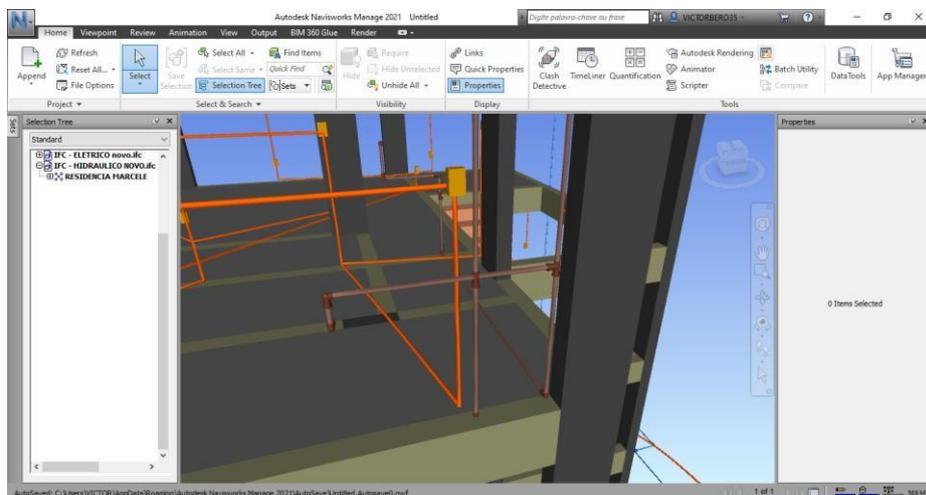
Na figura 11 mostra a interferência encontrada pela associação do Hidráulico vs. Elétrico onde a sobreposição entre o eletroduto e a tomada media com a tubulação. Sendo assim foi a alteração do caminho do eletroduto e também da localização da tomada conforme figura 12.

Figura 11 – Conflito entre eletroduto e tomada media com tubulação



Fonte: Autor (2022)

Figura 12 – Solução adotada para figura 11



Fonte: Autor (2022)

Com os resultados encontrados vemos que uma integração e análise dos projetos, contribui para diminuir as sobreposições entre elementos. Evitando assim um grande número de retrabalho e também uma má execução da edificação. Vale ressaltar que apesar dos métodos de trabalho e tecnologias estarem sendo desenvolvidas para modernizar e melhorar o mercado da construção civil, os profissionais: engenheiro civil, arquiteto, projetista continuam sendo fundamentais dentro dos processos pois são eles que determinam como os

softwares vão interagirentre si, além de determinar quais incompatibilidades são relevantes dentro do canteiro de obras para serem solucionadas na etapa do projeto.

4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Na realização deste estudo foi levantado sobre o sistema BIM 3D suas principais vantagens e desvantagens.

Tabela 3 – *Vantagens e Desvantagens entre o 2d e o BIM*

	Autocad 2d	BIM
Vantagens	Hardware com baixa necessidade de processamento	Rapidez na elaboração de projetos
	Facilidade e diversidade no uso	Colaboração em tempo real entre as disciplinas
	Compatibilização com versões diferentes	Redução de erros de projeto
		Retirada de quantitativos Visualização do 3D durante a modelagem do projeto Detecção automática de interferências
Desvantagens	Necessidade de uma maior quantidade de memória RAM	Implementação lenta
	Sem visualização 3D durante a modelagem do projeto	Complexidade para o uso das ferramentas
	Compatibilização com versões diferentes	Alto investimento inicial
		Necessidade de alto processamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O BIM é uma tendência e atualmente possui apoio do Governo Federal para promover e fomentar a sua disseminação através do aprendizado e diálogo com a cadeia produtiva e acadêmica da Arquitetura, Engenharia e Construção. Neste estudo de caso a compatibilização através do sistema BIM 3D propiciou maior confiabilidade, e agilidade na detecção de interferências, o que permitiu

maior assertividade na correção destas ainda na etapa do projeto.

Além disso é importante ressaltar que esse sistema organizacional também estará contribuindo com a sustentabilidade, uma vez que se evita inúmeros retrabalhos e desperdícios de materiais.

O método clash detection mostra ser muito eficaz para encontrar as incompatibilidades, neste apresenta detalhadamente todas as incompatibilidades existentes entre projetos. Na hora da verificação do clash, percebeu-se que seria mais eficaz fazer as verificações ao longo das modelagens, não somente ao final, assim o retrabalho seria menor. A ferramenta gera um relatório com inúmeras incompatibilidades semelhantes e se faz necessário analisar uma a uma, se estas fossem verificadas durante a modelagem, seria possível evitá-las reduzindo tempo de análise do relatório de incompatibilidades.

Então, com o intuito de difundir e ampliar essa tendência do mercado, além de modernizar as técnicas de construção e facilitar a relação entre profissionais e clientes, recomenda-se que as Universidades Brasileiras introduzam em suas grades curriculares, pesquisas na área de novos processos de gerenciamento construtivo. Também é imprescindível, estimular a realização de palestras, disciplinas complementares de graduação, bem como workshops de softwares de modelagem da construção, possibilitando a inserção dos alunos no mercado de atualidades de tecnologias da informação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5670 Seleção e Contratação de Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura de Natureza – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2012.

BALEM, Amanda Forgiarini. **Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM.** 2015. 31 f. Tese (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia). – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

CAMPESTRINI, T. F. **Entendendo BIM:** Uma visão do projeto de construção sob

o foco da informação. 1 ed. Curitiba, 2015. 120p.

CATELANI, W. S. **10 Motivos para evoluir com o BIM**. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016. 26p.

CATELANI, W. S. **Fundamentos BIM**. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016a. 1 v. (Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras). 119p.

CATELANI, W. S. **Implementação BIM**. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016b. 2 v. (Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras).69p.

CATELANI, W. S. **Colaboração e integração BIM**. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016c. 3 v. (Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras).127p.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Tradução de: AYRES FILHO, Cervantes G et al. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 483 p.

FETZ, Jonas. **Compatibilização de Projetos na Construção Civil de Edificações**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Joinville, 2009.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: Nomeda Rosa Editora, 2005. 1. ed. 115 p.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 200.

PEREIRA, Niana Franciscato. **Tecnologia BIM aplicada no levantamento de quantitativos**. 2017. 14 f. Tese (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia). – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM): processo de orçamentação com Estudos sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 2015. 180p (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em engenharia de construção civil – PPGECC. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, M. A. C; SOUZA. R. **Gestão do Processo de Projeto de Edificações**. São Paulo: Nome da Rosa Editora, 2003. 1. ed. 181 p.