

ESTUDO DE CASO: COMPATIBILIZAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO DE PEQUENO PORTE COM USO DE SISTEMA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

José de Umberto Taques Locks (1); Flávia Cauduro (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)betolocks@unesc.net, (2)flavia.cauduro@unesc.net

RESUMO

O uso de softwares que permitem a modelagem virtual de edificações é realidade e de grande importância à Construção Civil, seja para o mercado imobiliário para facilitar a venda ou para a indústria da Construção Civil para facilitar a interpretação, análise e avaliação da obra a ser construída. O sistema BIM (Building Information Modeling) traz avanços para a complexidade e disseminação das informações de uma edificação projetada. Este estudo de caso tem objetivo de compatibilizar uma edificação de pequeno porte utilizando softwares com suporte ao sistema BIM 3D - Revit e Navisworks. A partir da modelagem e compatibilização desenvolvidas pelos softwares foi obtido relatório de interferências detectadas na fase de projeto que seriam constatadas, provavelmente, apenas na obra gerando prejuízos e atrasos no orçamento e cronograma. O trabalho por fim apresenta vantagens e desvantagens do sistema BIM 3D percebidas durante o desenvolvimento do estudo, como a facilidade de visualização, trabalho cooperativo e sua dificuldade de implantação e complexidade no uso dos softwares.

Palavras chave: Software. Construção civil. Projeto.

1 INTRODUÇÃO

Um empreendimento precisa de adequado projeto e planejamento para o investidor alcançar lucro e padrão desejado da obra. “A indústria da construção civil é constantemente alvo de críticas sobre o seu baixo desempenho, tanto no Brasil quanto no restante do mundo, em diferentes graus e pontos de vista.” (MANZIONE, 2013, p. 296).

De acordo com Eastman et al. (2014, p. 2) a compatibilização de uma edificação é prejudicada pelo fato do processo de implementação da mesma ser fragmentado e possuir comunicação precária entre os projetos, o que gera erros e incompatibilidades que resultam em custos imprevistos, atrasos e eventuais litígios judiciais.

A implantação do sistema CAD (Computer Aided Design), em substituição ao lápis e papel, trouxe avanço no processo e eficiência na modelação de projetos, seja em sua criação ou edição. A detecção das interferências passou a ser realizada por meio da sobreposição dos projetos com auxílio do CAD 2D e compatibilização através da análise visual do projetista. Com auxílio do CAD a compatibilização tornou-se facilitada quando comparada a ferramenta anterior, lápis e papel, porém ainda sendo lenta, cara e suscetíveis a erros (EASTMAN et al., 2014).

Com a introdução da modelagem 3D, foram criadas ferramentas para geração de superfícies como o *Sketchup* a fim de criar imagens tridimensionais do projeto. O sistema BIM (Building Information Modeling) vem em substituição ao CAD, tendo como atrativo a possibilidade de reunir toda a informação projetada pelos engenheiros, projetistas e arquitetos, integrando todos os projetos em uma plataforma 3D de fácil entendimento (EASTMAN et al., 2014).

Segundo Eastman et al. (2014, p. 214) os softwares BIM permitem detecções automáticas das interferências geométricas de maneira seletiva entre sistemas especificados previamente.

Segundo Eastman et al. (2014, p. 281), em 2007, 74% dos escritórios de arquitetura nos Estados Unidos já estavam utilizando modelagem 3D e ferramentas BIM, apesar de apenas 34% deles aplicarem isso em modelagem inteligente.

Eastman et al. (2014, p. 281) afirmou que, nos Estados Unidos, o maior gargalo para a implementação disseminada dos softwares BIM seja a falta de profissionais capacitados e treinados para o uso desta tecnologia e não a tecnologia em si.

No Brasil, o uso do Building Information Modeling (BIM) pelas construtoras ainda é incipiente, mas aos poucos apresenta avanços em sofisticação, indo além de funcionalidades como a geração de modelos virtuais tridimensionais e a possibilidade de verificação de interferências nos projetos (Clash detection). (NAKAMURA, 2014, p. 34).

Segundo Farias (2018), o Governo Federal brasileiro, em 17 de maio de 2018, publicou o decreto nº 9.377 que tem como objetivo disseminar o BIM. De acordo com Comitê Estratégico Do BIM (2018, p. 41), a partir de 2021 é a exigência do BIM na elaboração dos modelos de arquitetura e de engenharia referentes às disciplinas de estrutura, de hidráulica, de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e de elétrica, na detecção de interferências e na revisão dos modelos de arquitetura e de engenharia. Ainda, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica, a partir desses modelos. Deverão participar o Ministério da Saúde, Ministério da Defesa, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, os órgãos e entidades definirão, via ato administrativo, conforme as características dos empreendimentos abrangidos pela Estratégia BIM BR, o que serão consideradas média e grande relevância para a disseminação do BIM.

O sistema BIM pode ser separado em cinco camadas, tendo o BIM 3D que é um modelo colaborativo 3D do empreendimento contendo as informações espaciais e qualidade de todos os projetos integrados. A partir dele é possível gerar cortes, plantas, compatibilização espacial, memoriais de especificações de materiais e acabamentos, quantitativo de materiais, soluções de revestimentos, entre outros (CAMPESTRINI, et al., 2015).

Com base nos princípios do sistema BIM 3D, este estudo tem objetivo de estudar a compatibilização de uma edificação de pequeno porte. Nesse sentido, há necessidade de modelar os projetos arquitetônicos, estrutural e instalações prediais em sistema BIM 3D – software Autodesk Revit; compatibilizar os projetos modelados através do sistema BIM 3D – software Autodesk Navisworks e analisar as interferências do projeto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 OBJETO DE ESTUDO

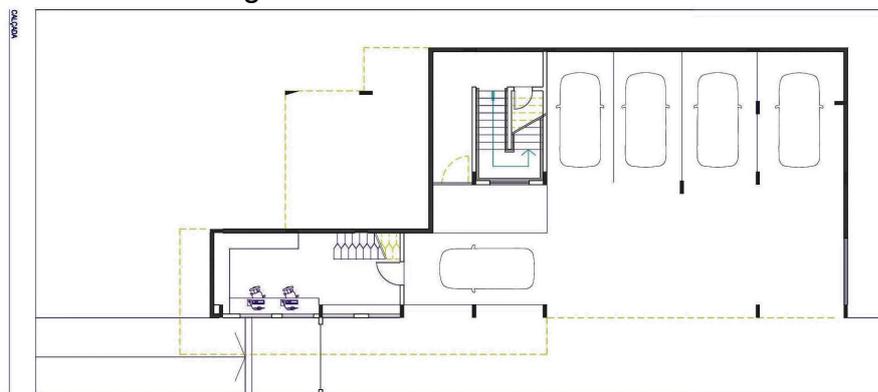
O estudo de caso foi realizado a partir dos projetos de uma edificação mista - multifamiliar e comercial - de três pavimentos com área total de 697,02 m² projetada para ser executada no município de Morro da Fumaça/SC.

Os projetos foram disponibilizados por dois escritórios de projetos e execução de obras de Cocal do Sul/SC (projetos complementares) e Morro da Fumaça/SC (projeto arquitetônico).

A edificação de três pavimentos, apresenta os três pavimentos distintos entre eles. O primeiro pavimento compreende o subsolo com garagem e porão de uma das salas comerciais. Segundo pavimento, térreo, possui duas salas comerciais térreas e um apartamento com três dormitórios. Terceiro pavimento, possui uma kitnet e dois apartamentos com dois quartos. Conforme: Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

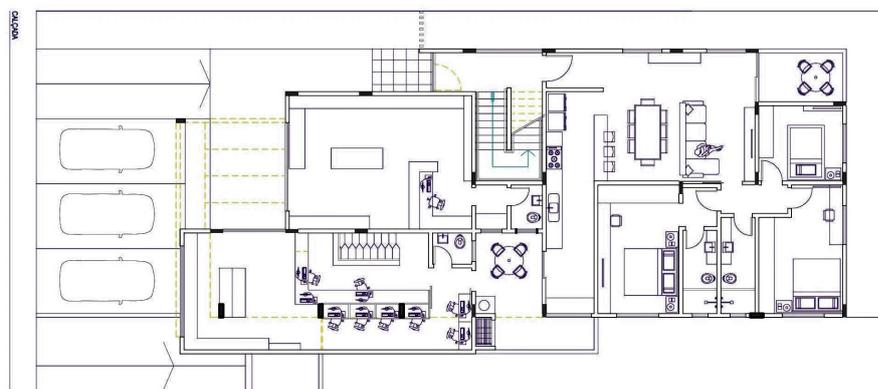
A escolha do objeto de estudo foi dada por motivos de disponibilidade dos projetos por parte do proprietário e dos autores dos mesmos. A heterogeneidade dos pavimentos que compõe a edificação também foi peça chave na determinação deste objeto de estudo, pois produz maior número de interferências e requer maior atenção durante o processo de compatibilização dos projetos.

Figura 1: Planta Baixa Subsolo.



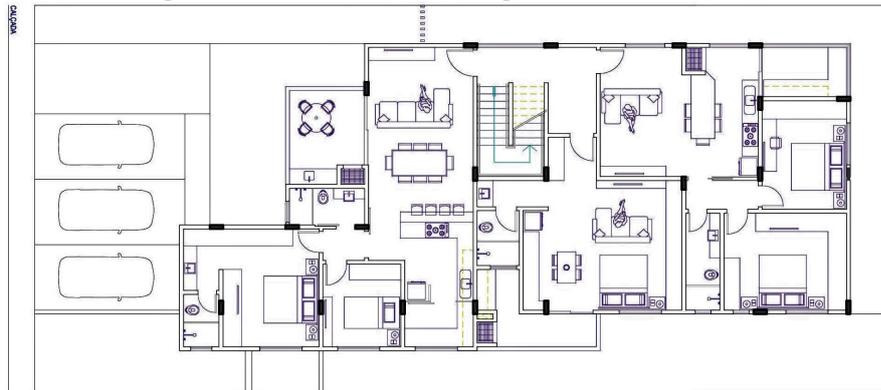
Fonte: Projeto Arquitetônico (BASE, 2015).

Figura 2: Planta Baixa Térreo.



Fonte: Projeto Arquitetônico (BASE, 2015).

Figura 3: Planta Baixa Segundo Pavimento.



Fonte: Projeto Arquitetônico (BASE, 2015).

2.2 MÉTODOS

Na fase de pré desenvolvimento deste estudo, foi realizado estudos teóricos e cursos técnicos dos softwares Autodesk Navisworks Manage 2018 e Autodesk Revit 2018.

No desenvolvimento foram reunidos os projetos do objeto de estudo em formato “.dwg”. Para a leitura dos mesmos foi utilizado o Autodesk Autocad 2018.

Os softwares utilizados no desenvolvimento deste estudo foram escolhidos por possuírem versão acadêmica gratuita. Fato que facilitou o contato, aquisição e desenvolvimento deste estudo.

Na modelagem foi necessário dividir os projetos em *disciplinas* – termo usado quando é tratado dos projetos modelados no sistema BIM - para permitir lançamento destes projetos e posterior 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 – foram modelados com uso do software com suporte ao sistema BIM 3D - Autodesk Revit 2018.

Foram criadas famílias e objetos considerando os parâmetros de geometria tridimensional predeterminados nos projetos do objeto de estudo e necessários para a compatibilização. Nas instalações hidráulicas foram utilizadas as famílias disponibilizadas pela Marca Tigre e nas instalações elétricas as famílias disponibilizadas pela ACTECH Training Center.

Após a modelagem de todos os projetos foi realizada a compatibilização através do software com suporte ao sistema BIM 3D - Autodesk Navisworks Manage 2018 que

permite a associação de todos os modelos tridimensionais e a detecção das interferências. 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 9 associações dos elementos da mesma disciplina ou de duas disciplinas por vez, são:

- Arquitetônico vs. Arquitetônico;
- Arquitetônico vs. Estrutural;
- Arquitetônico vs. Hidrossanitário;
- Arquitetônico vs. Elétrico;
- Estrutural vs. Estrutural;
- Estrutural vs. Hidrossanitário;
- Estrutural vs. Elétrico;
- Hidrossanitário vs. Elétrico;
- Hidrossanitário vs. Hidrossanitário;

No desenvolvimento do trabalho foi notado a necessidade de uma compatibilização do Arquitetônico vs. Arquitetônico e Estrutural vs. Estrutural, devido aos mesmos terem sido projetados no CAD, o qual foi realizada durante a fase de modelagem do objeto de estudo através da visualização do projeto em 2D com auxílio do 3D, não havendo a necessidade de sobrepor os projetos, pois já são modelados desta forma. As interferências detectadas pelo Navisworks foram analisadas de forma quantitativa e qualitativa de acordo com as normas regulamentadoras da construção civil.

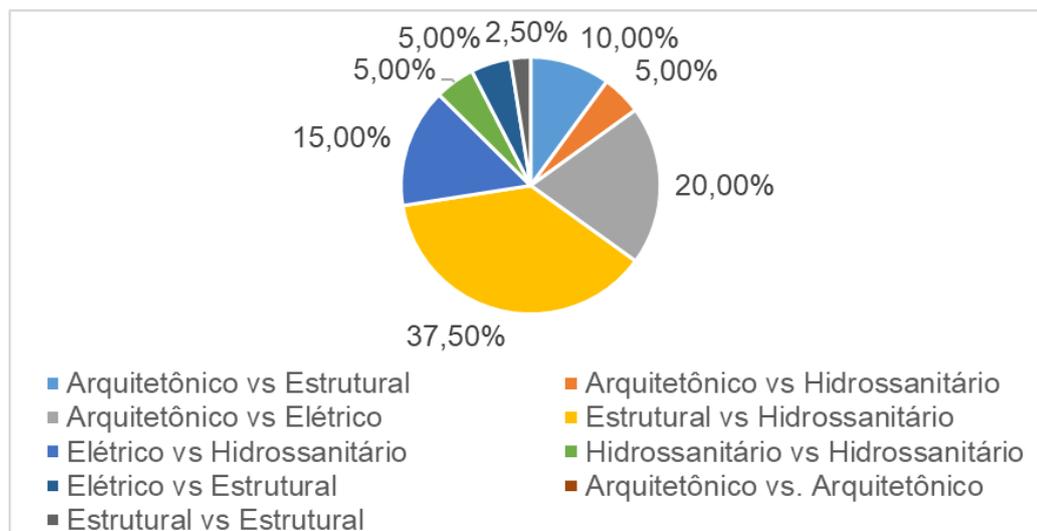
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 COMPATIBILIZAÇÃO

Com a compatibilização foi gerado um relatório de interferências apontadas pelo software Navisworks que apresentou um total de 40 interferências entre as disciplinas associadas. A Figura 4 mostra os modelos associados e sua porcentagem no total de interferências.

Das interferências encontradas, 12 não gerariam custo e atrasos ao orçamento e cronograma pois são facilmente resolvidas em obra. O maior número de interferências foi entre o modelo Estrutural e Hidrossanitário, total de 15 interferências, sendo treze furos em vigas com diâmetros que variam de 40 mm a 100 mm, e dois furos de 100 mm em pilares.

Figura 4: Modelos associados e porcentagem de interferência.



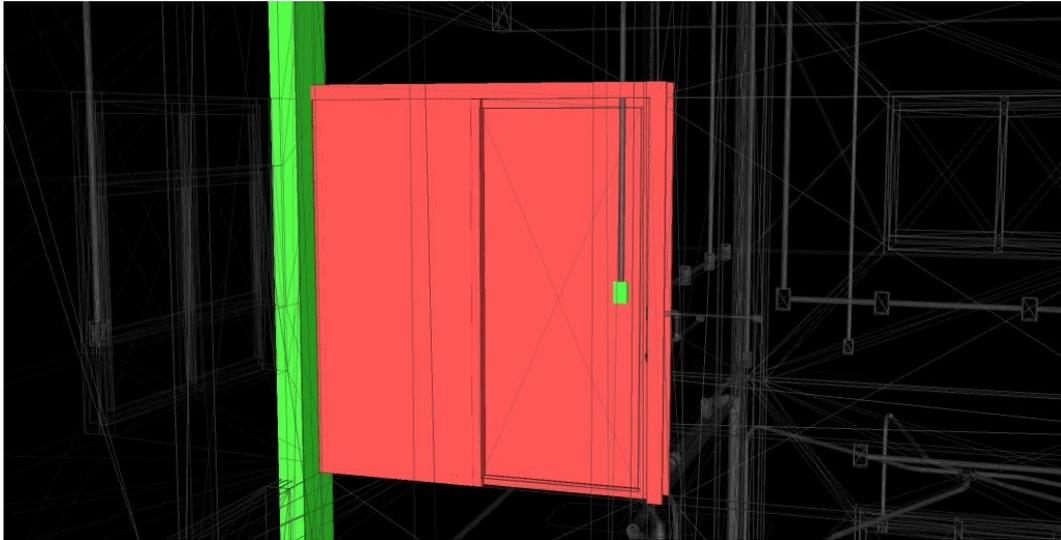
Fonte: Do Autor (2018).

Com base nos estudos de Callegari (2007) e Volpato (2015) verificou-se que o total de interferências constatadas neste estudo de caso está acima dos valores normalmente encontrados. Fato que pode ter sido provocado pela heterogeneidade dos pavimentos desta edificação.

Dentre as interferências observou-se a necessidade de uma maior atenção as seguintes interferências que possuíam maior gravidade.

A Figura 5 mostra duas interferências onde existiu a sobreposição entre a porta da sacada da fachada posterior com o pilar e a sobreposição da mesma porta com o eletro duto e a tomada media, encontradas pela associação do projeto Arquitetônico vs. Estrutural e Arquitetônico vs. Elétrico, respectivamente, no qual teve como solução a alteração da largura da porta de 1,90 m para 1,60 m por haver a necessidade da tomada media e a porta estar entre dois pilares.

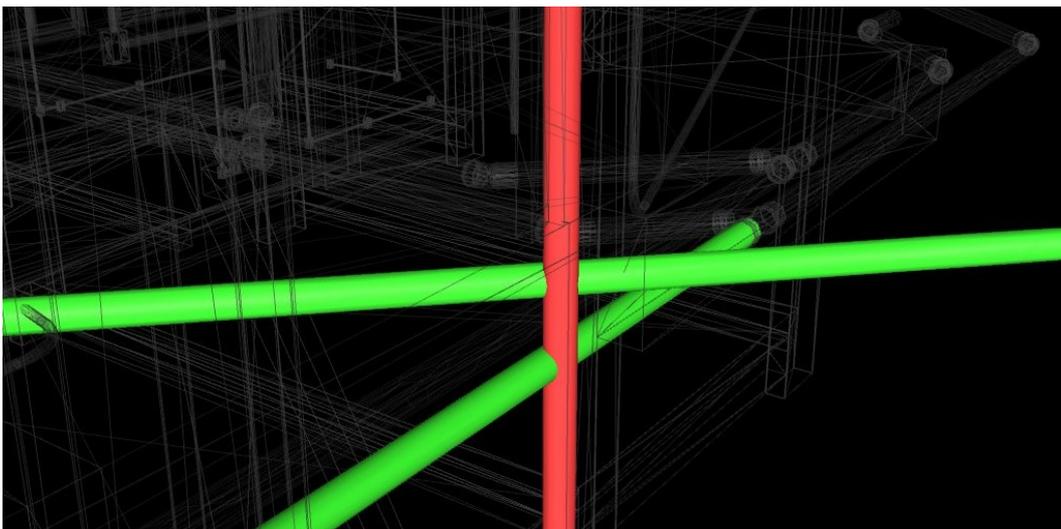
Figura 5: Porta da sacada em conflito com pilar e tomada.



Fonte: Do Autor (2018).

Na Figura 6 exibe duas interferências encontrados pelo teste do Hidrossanitário vs. Hidrossanitário, no qual o tubo de queda da tubulação de água pluvial está em sobreposição com a tubulação de abastecimento e esgoto, mostrando a importância da compatibilização de elementos da mesma disciplina. A solução adotada foi a alteração da posição do tubo de queda da tubulação de água pluvial.

Figura 6: Tubulação de queda em conflito com abastecimento e esgoto.

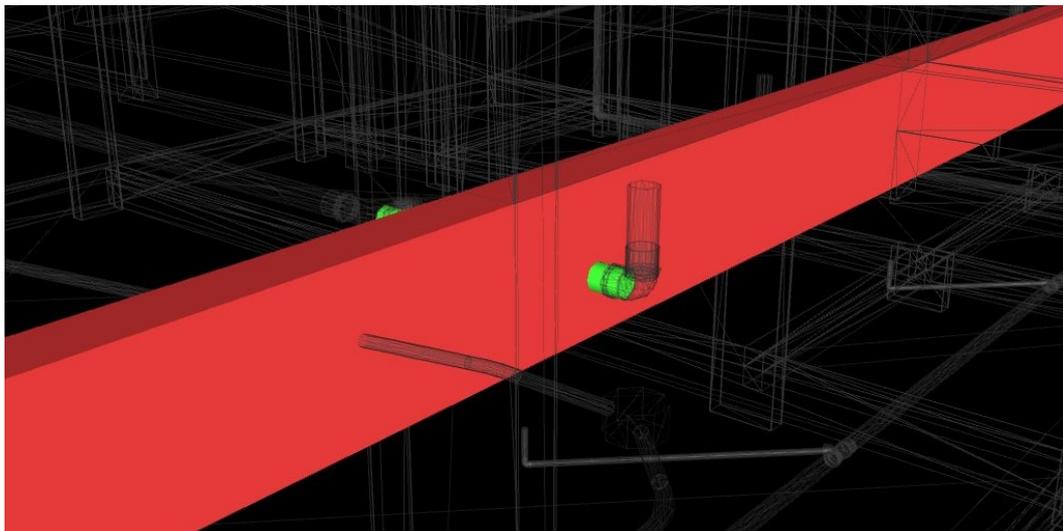


Fonte: Do Autor (2018).

No teste do Estrutural vs. Hidrossanitário foram encontrados diversos furos em vigas, a Figura 7 mostra um furo em viga, na direção de sua largura, devido a sobreposição com a tubulação de esgoto de diâmetro de 75 mm. A solução adotada

foi a previsão do furo no projeto estrutural, tendo como base a Norma Brasileira de Concreto – NBR 6118/2003, sendo calculado a resistência a flexão e cisalhamento da seção remanescente na região de forma a resistir aos esforços previstos no cálculo, por se tratar de um furo posicionado na zona de tração da viga e a uma distância maior que duas vezes a altura da viga em relação aos apoios a norma dispensa a necessidade de reforço de armadura.

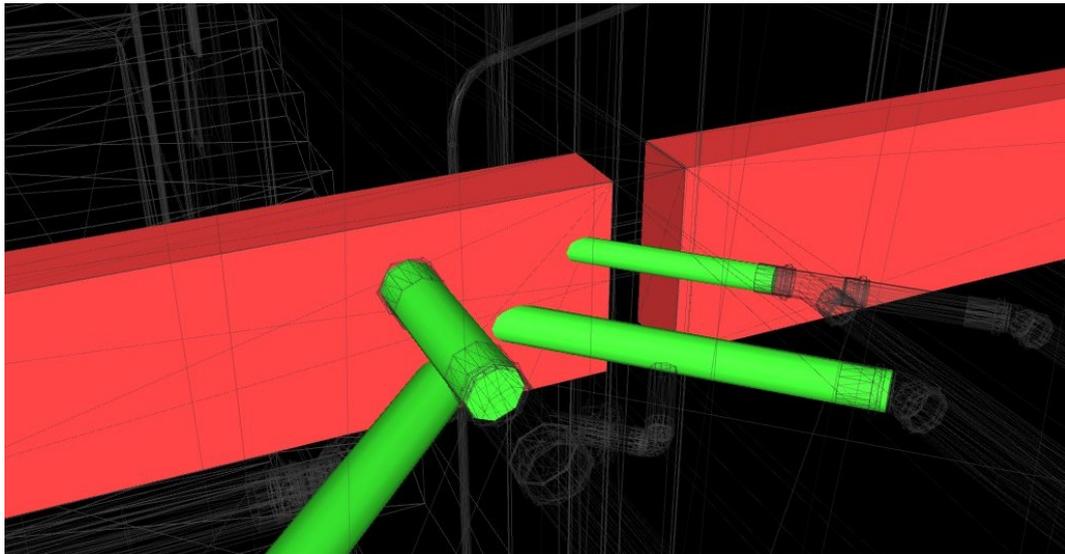
Figura 7: Viga em conflito com tubulação de esgoto.



Fonte: Do Autor (2018).

Figura 8 apresenta interferências encontradas entre a associação do Estrutural vs. Hidrossanitário, no qual pode se observar quatro furos em viga pela tubulação de esgoto, devido à proximidade com o apoio e possuir furos na posicionados na região de compressão da viga a Norma Brasileira de Concreto – NBR 6118/2003 prevê reforço de armadura, a norma também impõe uma distância mínima de 5 cm entre os furos, não respeitada na interferência em questão. A solução adotada foi a troca da posição do shaft localizado na escada para o lado de fora da mesma.

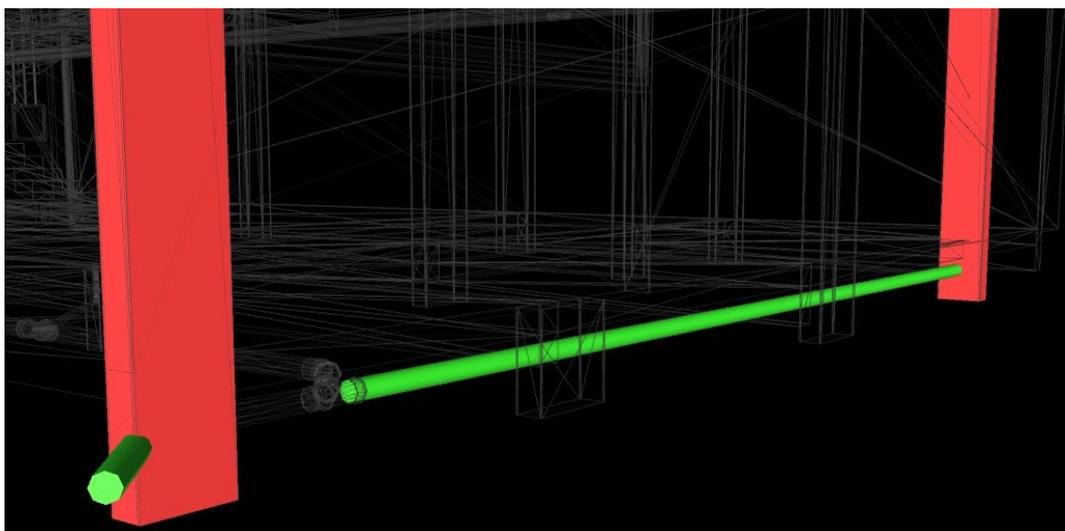
Figura 8: Viga em conflito com tubulações de esgoto.



Fonte: Do Autor (2018).

Na associação do Estrutural vs. Hidrossanitário também foram encontradas duas interferências em pilares onde teve a sobreposição do mesmo com a tubulação de água pluvial de diâmetro de 100 mm, Figura 9, a realização de furos laterais em pilares não é previsto na Norma Brasileira de Concreto – NBR 6118/2003, sendo então necessário a alteração do caminho das tubulações de água pluvial de forma a não sofrer sobreposição com o pilar.

Figura 9: Pilares em conflito com tubulação de água pluvial.



Fonte: Do Autor (2018).

3.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Na realização deste trabalho foi levantando sobre o sistema BIM 3D suas principais vantagens e desvantagens, conforme Tabela 1, junto com vantagens e desvantagens do Autocad em relação ao Bim.

Tabela 1: Vantagens e Desvantagens dos Softwares.

#	Autodesk Autocad 2D	Autodesk Revit e Navisworks
Vantagens	Hardware com baixa necessidade de processamento	Facilidade em gerar plantas baixas, cortes e fachadas
	Facilidade e diversidade no uso	Rapidez na elaboração de projetos
	Compatibilização com versões diferentes	Colaboração em tempo real entre as disciplinas
		Redução de erros de projeto
		Retirada de quantitativos
		Visualização do 3D durante a modelagem do projeto
Desvantagens		Deteção automática de interferências
	Necessidade de uma maior quantidade de memória RAM	Implementação lenta
	Sem visualização 3D durante a modelagem do projeto	Complexidade para o uso das ferramentas
		Alto investimento inicial
		Falta de modelos paramétricos
	Necessidade de alto processamento	

Fonte: Do Autor (2018).

4 CONCLUSÃO

O BIM é uma tendência e atualmente possui apoio do Governo Federal para promover e fomentar sua disseminação através do aprendizado e diálogo com a cadeia produtiva e acadêmica da Arquitetura, Engenharia e Construção.

A modelagem em sistema BIM proporcionou uma melhor visualização dos projetos e possibilitou determinar possíveis interferências que seriam constatadas somente em obra.

Neste estudo de caso, as interferências encontradas muito se devem ao fato dos projetos terem sido feitos de maneira individual em software 2D. Fato que pode ser minimizado com aplicação do sistema BIM desde a etapa de projeto.

Dentre as 40 interferências encontradas, 70% poderiam resultar em prejuízos na etapa de orçamentação e execução da obra.

Neste estudo de caso a compatibilização através do sistema BIM 3D propiciou maior confiabilidade e agilidade na detecção das interferências. Fato que permitiu maior assertividade na correção destas ainda na etapa de projeto.

Para trabalhos futuros é possível explorar outros aspectos do sistema BIM. Estudando as informações compartilhadas no projeto, podendo realizar quantitativos, orçamentos e simulações virtuais da obra.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 225p.

CALLEGARI, Simara. **ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM TRÊS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES**. Dissertação em Arquitetura e Urbanismo. UFSC, 2007. 160p.

CAMPESTRINI, T. F.; et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1. ed. Curitiba, 2015. 50 p.

COMITÊ ESTRATÉGICO DO BIM. **BIM BR: Construção Inteligente**. Livro de Estratégia, Brasil, 2018. 50 p.

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, 2014. 483 p.

FARIAS, Vanessa. **Governo Federal vai exigir uso do BIM a partir de 2021. 2018**. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/governo-federal-vai-exigir-uso-do-bim-a-partir-de-2021/>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

NAKAMURA, J. **Construtoras apostam no BIM 4D para melhorar assertividade do planejamento de obras**. Revista Técnica (São Paulo), p. 34-39, Dezembro. 2014.

Secretaria de Estado do Planejamento Governo de Santa Catarina. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina, 2015. 95 p.

VOLPATO, Mateus Pereira. **Modelagem, Compatibilização de projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015, 151p.

PEDROSO, Kenny Rogers. **Compatibilização De Projetos Utilizando Ferramentas Bim (Building Information Modeling) – ESTUDO DE CASO**. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, UNESC, Criciúma, 2016, 18p.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual para a gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. 353 p.