

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA ENGENHARIA CIVIL

PROJECT COMPATIBILITY IN CIVIL ENGINEERING

GONZAGA JÚNIOR, J.E.¹; MAGALHÃES, T.C.²

PALAVRAS-CHAVE

Compatibilização, Projeto, BIM, Modelagem.

KEYWORDS

Compatibility, Design, BIM, Modelling.

RESUMO

Entende-se que o sucesso na construção de um empreendimento, executado na engenharia civil, está diretamente ligado à fidelidade de execução conforme seu cronograma, bem como a práticas que visam a austeridade de recursos financeiros do construtor. Um meio de se alcançar estes fins, é a compatibilização de projetos, antes da fase construtiva do empreendimento. Para demonstrar a veracidade deste conceito, são apresentados exemplos de duas obras, onde não houve a compatibilização na fase projetiva, levando à descobertas de incompatibilidade no canteiro de obras, o que gera ao empreendimento custos inesperados com consultorias, retrabalhos, descarte de insumos e atrasos em cronograma. Apresenta-se também, através do software Revit, a compatibilização entre os projetos arquitetônicos, estrutural e hidrossanitário na construção de um sobrado. A escolha desta ferramenta BIM se deu pelo aporte que a empresa Autodesk oferece, com a disponibilização do software de forma gratuita para estudantes, e a eficiência do software, que lhe gera um modelo 3D, simultaneamente à criação da planta baixa. Esta compatibilização, permitiu a visualização de possíveis interferências entre as disciplinas abordadas, evidenciando que é possível, no canteiro de obras, trabalhar com um projeto mais assertivo e confiável.

ABSTRACT

It is understood that the success in the construction of a undertaking, executed in the civil engineering, is directly related to the execution accuracy in accordance with the schedule, as well as to practices which aim at the austerity of the builder's financial resources. A way of achieving these ends is to make projects compatible, before the construction phase of the undertaking. To demonstrate the veracity of this concept, examples of two works are presented, where there was no compatibility in the projective phase, leading to discoveries of incompatibility at the construction site, which generates unexpected costs for consulting, rework, disposal of inputs and delays on schedule. It is also presented, through the Revit software, the compatibility between the architectural, structural and hydrosanitary projects in the construction of a townhouse. The choice of this BIM tool was due by the contribution that the company Autodesk offers with the availability of the software free of charge to students, and the efficiency of the software, which generates a 3D model, simultaneously with the creation of the floor plan. This compatibility, allowed the visualization of possible interferences between the disciplines covered, showing that it is possible, at the construction site, to work with a more assertive and reliable project.

1 Graduando do curso de Engenharia Civil. E-mail: juniorbh@msn.com

2 Professor do Centro Universitário Newton Paiva. Orientador. E-mail: tereza.magalhaes@newtonpaiva.br

1 INTRODUÇÃO

No cenário mais comum da construção civil no Brasil, os projetos construtivos são elaborados de forma fracionada. Geralmente, o projeto arquitetônico é elaborado por um arquiteto que, por sua vez, direciona tal projeto aos engenheiros, cada qual em sua especialidade (elétrico, hidro sanitário, estrutural, etc), não havendo assim, uma compatibilização dos respectivos projetos que atenderão àquele empreendimento. Este modelo projetivo pode resultar em conflitos na execução da obra, podendo até, dependendo da magnitude das interferências, se fazer necessárias demolições. Uma alternativa para alcançar a diminuição ou extinção de tais falhas construtivas seria a compatibilização dos projetos.

A compatibilidade é definida como atributo do projeto cujos componentes dos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si e, além disso, que possui dados compartilhados com consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra (GRAZIANO, 2003).

O avanço tecnológico, aliado com a constante busca por excelência e a necessidade de sobrevivência das corporações, faz com que as empresas se tornem o mais competitivas possível. Neste cenário, a compatibilização de projetos pode trazer pontos positivos para essa competitividade, tanto por questões econômicas, como também pelo enfoque ambiental, devido a menor geração de resíduos proveniente da demolições por falhas na construção.

Para Ávila (2011), quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e de lacunas, levando à grandes perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características do produto que foram idealizadas antes dessa fase. Isso é comprovado pelo grande número de manifestações patológicas dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

Graziano (2003) defende que, a compatibilização de projetos vai além da simples compatibilização de desenhos que compõem. Deve acontecer a integração das especialidades dos projetos entre si, visando identificar e solucionar possíveis interferências a um percentual mínimo. Desta forma, os ganhos obtidos são refletidos em todos os subsistemas que lhe fazem interface, possibilitando uma execução planejada, padronizada que contribua para racionalização.

A compatibilização de projeto, antes da fase construtiva, proporciona ao empreendimento enorme ganho de produção, pois a quantificação dos materiais torna-se mais assertiva, as mensurações dos prazos mais seguras, ganho ambiental, visto a menor geração de resíduos oriundos da construção civil, reduzindo significativamente os retrabalhos nas obras onde o BIM foi utilizado.

A forma mais eficiente de compatibilização de projetos é com a utilização das ferramentas BIM, *Building Information Modelling*, ou Modelagem da Informação da Construção, na tradução para o português.

A plataforma BIM é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com ela, o modelo virtual de uma edificação é construído de forma digital, contendo a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção (EASTMAN *et al.*, 2014).

A visão do National Institute of Building Sciences (NIBS) sobre a tecnologia BIM é que este é um processo melhorado de planejar, projetar, construir, usar e manter uma instalação, nova ou velha, usando um modelo de informação normalizado que contém toda a informação apropriada num formato que possa ser usado durante todo o seu ciclo de vida. (SILVA, 2013, p. 6 *apud* PIMENTA, 2015).

A eficácia da compatibilização de projetos, é reforçada com o decreto nº 10.206, de 2 de abril de 2020, onde sanciona que as obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, obrigatoriamente sejam realizadas utilizando a plataforma BIM.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente estudo tem como objetivo apresentar as vantagens que a compatibilização de projetos pode oferecer à fase construtiva de um empreendimento. Para tal, serão apresentadas falhas construtivas geradas pela incompatibilidade de projetos, obtidas de estudos já existentes. Em seguida, será feita uma experimentação, onde serão compatibilizados os projetos estrutural, arquitetônico e hidráulico, na construção de um sobrado, introduzindo alguns erros projetivos, expondo um meio possível de se compatibilizar projetos, que se dará através do *software* Revit.

O Revit, como outros softwares, tem a capacidade de ser alimentado com famílias e *templates*, tais como diferentes tipos de portas, janelas, guarda corpos, mobília, dentre outros. Fato que enriquece o nível de detalhamento e de possibilidades dentro do *software*.

O primeiro projeto apresentado, trata-se uma edificação publicado em 2017 pela Revista Campo do Saber. O empreendimento possui estrutura com 3 subsolos, 1 térreo e 49 pavimentos tipo. Este empreendimento, apresentou incompatibilidade nos projetos estrutural, arquitetônico e sanitário, falha que só foi identificada na fase da instalação das peças sanitárias.

A falha ocorreu nos banheiros da edificação. Por terem a laje em balanço, se fez necessário uma viga dividindo o vão, fato que interferiu no caminho das saídas sanitárias até o tubo de queda. Como resolução, cogitou-se fazer um furo na viga para a passagem do tubo, mas essa possibilidade foi descartada pelo calculista, devido às cargas que estavam previstas para a viga. Portanto, a decisão tomada foi contornar a viga, conforme ilustra a Figura 1. A mesma solução foi atribuída aos 176 banheiros do empreendimento, gerando gastos de mão de obra, material, consultoria e possível atraso da obra. Outro detalhe a ser observado com a falha é a questão estética. A Figura 2 apresenta o resultado gerado após a instalação do forro, onde foi necessário fazer um rebaixo, a fim de esconder o tubo, comprometendo a estética do banheiro.

FIGURA 1 - Incompatibilidade



Fonte: Monteiro, A. C. et al (2017)

FIGURA 2- Banheiro após instalação do forro



Fonte: Monteiro, A. C. et al (2017)

Outro exemplo é exposto por Dolabela e Fernandes (2014), nos projetos estrutural e arquitetônico, não era previsto um shaft para passagem da prumada do barramento blindado energizado que alimenta os andares. Como solução, optou-se em realizar um furo na laje, mas o profissional se deparou com cabos de protensão, conforme demonstrado na Figura 3. Os autores relatam ainda os gastos gerados pela falta de compatibilização dos projetos, conforme exposto no Quadro 1.

FIGURA 3- Furo na laje protendida



Fonte: Dolabela e Fernandes (2014)

QUADRO 1- Custos extras

MÃO DE OBRA	DIÁRIA	QUANTIDADE	TOTAL
Pedreiro	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00
Mestre de obras	R\$ 850,00	1/3	R\$ 284,00
Encarregado	R\$ 500,00	1/3	R\$ 167,00
Engenheiro da obra	R\$ 1200,00	¼	R\$ 300,00
Consultoria do calculista	R\$ 500,00	1	R\$ 500,00
Consultoria do engenheiro especialista em protensão	R\$ 1000,00 (consultoria engenheiro) R\$ 1200 (execução de reparos nos cabos de protensão)	1	R\$ 2200,00
Total			R\$ 5951,00
Total x Multa por atraso de obra	R\$ 5951,00	04 dias x 100%	R\$ 47600,00

Fonte: Dolabela e Fernandes (2014)

3 EXPERIMENTAL

Serão apresentados os projetos arquitetônicos, estrutural e hidrossanitário de um sobrado.

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico será o ponto de partida para a execução dos demais projetos. O projeto do sobrado foi modelado através de uma planta baixa disponibilizada em PDF. O arquivo foi introduzido ao Revit e sua

imagem foi fixada como plano de fundo onde, através desta imagem, com o devido ajuste da escala, iniciou-se a modelagem.

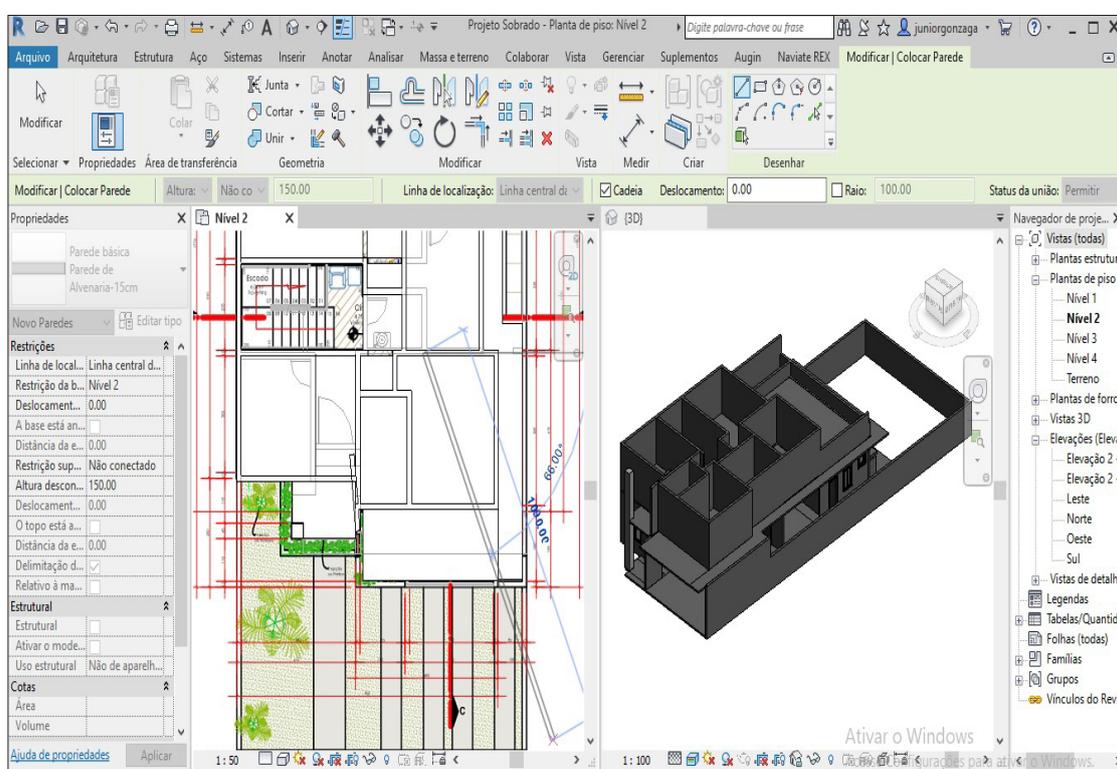
A modelagem 3D é feita simultaneamente à planta baixa. Para isto ser possível, deve-se criar os níveis de cada piso que irão compor o projeto. Estes pisos ou pavimentos, podem ser renomeados da maneira que o projetista achar mais confortável para diferenciá-los.

Os primeiros itens a serem modelados são as paredes, onde dentre as várias possibilidades que as famílias oferecem, foi selecionada a parede nas dimensões previstas em planta baixa. Outros componentes como portas e janelas, só podem ser inseridos com as paredes já projetadas, pois segue a lógica construtiva de tal dependência.

Outra família utilizada é a de pisos, que podem ser inseridos em modelos mais simples, constando somente a espessura do contra piso. No projeto deste sobrado, os pisos foram inseridos contando da espessura da laje até ao porcelanato.

Uma ótima possibilidade oferecida pelo software é a de divisão de tela, onde ao inserir os componentes na planta baixa, simultaneamente consegue-se visualizar tal inserção em 3D, conforme demonstrado na Figura 4.

FIGURA 4- Divisão de tela planta baixa/3D



Fonte: Criado pelo autor

Outra praticidade que o Revit oferece é o cálculo automático dos quantitativos. Quando as famílias são criadas, as dimensões dos componentes são informadas, o que possibilita a formação de tabelas quantitativas, apontando a quantidade exata, de determinado material, bem como demonstra a área ou volume ocupados por estes e estimativa de valores. As planilhas são editáveis, portanto, é possível a inserção de fórmulas específicas para atender a necessidade do projetista.

3.2 PROJETO ESTRUTURAL

Há de se deixar claro, que o intuito da experimentação é apenas a compatibilização entre os projetos, por isso, não será apresentado o cálculo estrutural, adotando para vigas e pilares, em sua grande maioria, as

mesmas seções. Parte-se-á do pressuposto que foram entregues três projetos, advindos de três profissionais distintos, cada qual em sua especialidade. Em suma, não será observado o suporte de carga dos elementos, e sim, a interferência que um projeto pode gerar a outro.

O mesmo processo realizado na modelagem arquitetônica foi repetido na modelagem estrutural, porém agora os arquivos em PDF das plantas de forma, servirão apenas para a verificação de locação de vigas e pilares. Estes foram inseridos diretamente no template de construção arquitetônica. Deste modo, à medida que as estruturas são inseridas em planta baixa, já podem ser observadas possíveis incompatibilidades entre a arquitetura e as peças estruturais, na vista 3D.

Uma excelente funcionalidade que a plataforma BIM oferece, através do Revit, é o vínculo que pode ser criado entre os projetos. Este vínculo permite que o programa gere um alerta apontando possíveis alterações em alguma disciplina do projeto, evitando que a não identificação de tais alterações gere uma incompatibilidade ao empreendimento.

3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Nas modelagens realizadas até aqui, utilizou-se de um projeto já existente, disponibilizado em PDF, que foram modelados um sobrepondo ao outro, em um mesmo template. No projeto hidrossanitário, o método foi diferente, utilizando um template próprio para projetos hidráulicos. A opção de se fazer desta forma, foi com a intenção de demonstrar, que a compatibilização também pode ser feita com projetos criados na plataforma Revit e que, nem sempre, se faz necessária uma nova modelagem. Para modelagem, iniciou-se o trabalho em um template novo, em seguida, criou-se um vínculo deste com o template onde já foram modelados os projetos estrutural e arquitetônico. Este vínculo criou a imagem destes projetos, tornando-se possível a nova modelagem pretendida.

Dentre todos os projetos modelados, o hidrossanitário foi o mais trabalhoso, não só por não ter se embasado em um projeto pré-existente, mas, principalmente, devido à locação das peças, diferenças de nível, rotas para tubulação de água fria e água quente, nível das conexões, dentre outras dificuldades.

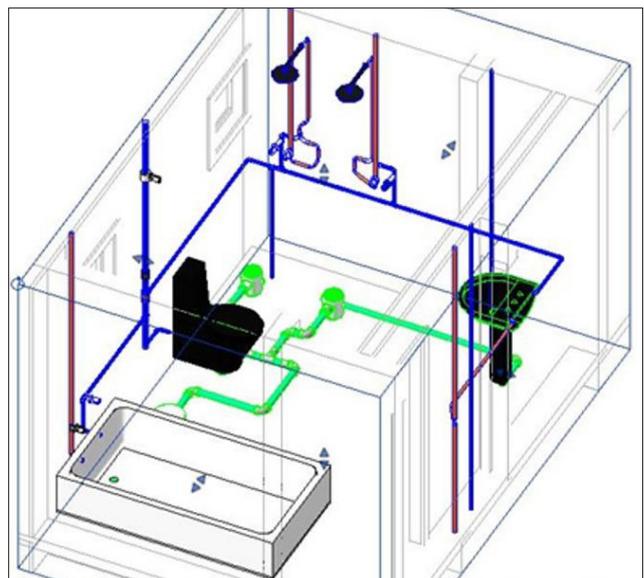
Nas Figuras 5 e 6, são apresentadas vistas em 3D do projeto hidrossanitário.

FIGURA 5- Vista 3D projeto hidrossanitário



Fonte: Criado pelo autor

FIGURA 6- Isométrico banheiro



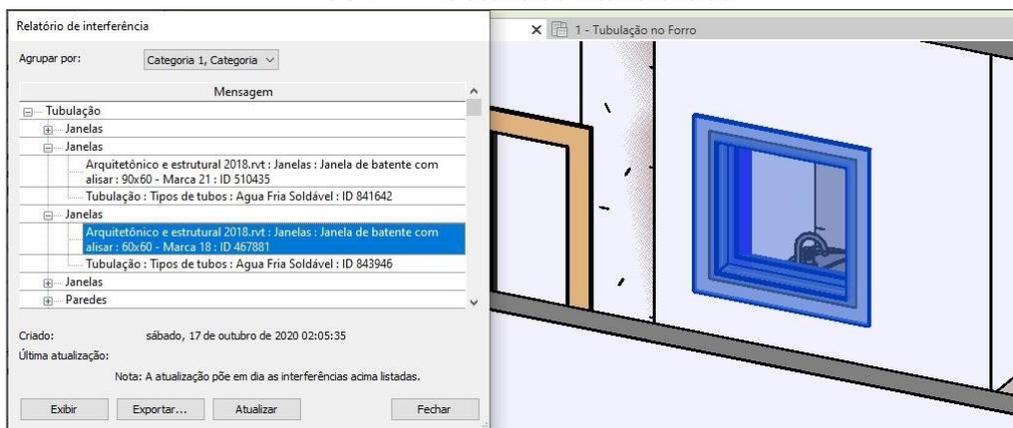
Fonte: Criado pelo autor

3.4 INCOMPATIBILIDADES

Como já exposto, a compatibilização entre os projetos inicia-se na modelagem das plantas. A possibilidade de acompanhamento em 3D, de forma simultânea à elaboração da planta baixa, já permite alguns ajustes para a conformidade dos projetos, como por exemplo o alinhamento entre vigas e paredes.

Ao término ou durante as modelagens, o Revit oferece uma ferramenta para verificação de possíveis incompatibilidades. Estas incompatibilidades, podem ser oriundas de falhas nos projetos, ou mesmo falha na modelagem, como por exemplo a falta de conexão adequada entre tubos, falha na conexão entre uma parede e um piso. Estas incompatibilidades são apresentadas em uma planilha de erro, onde pode-se visualizar cada falha identificada, em vista 3D, conforme apresentado na Figura 7.

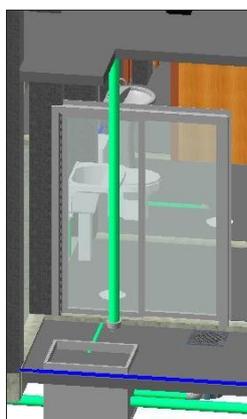
FIGURA 7- Relatório de interferências



Fonte: Criado pelo autor

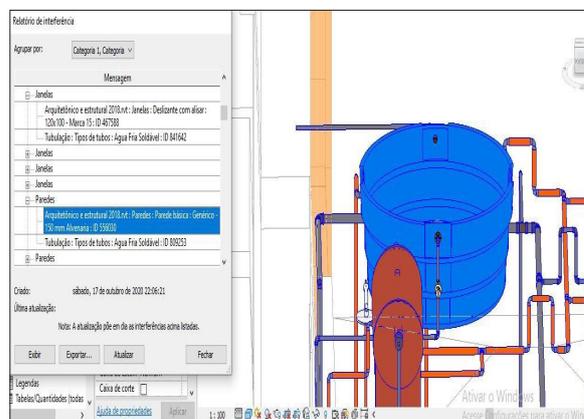
O profissional responsável a executar esta tarefa, deve ser devidamente capacitado para o tratamento destas falhas, pois podem ser falhas que ocasionarão danos à fase construtiva, o que deve remeter a uma revisão do projeto. Falhas de conceito, que não irão interferir na execução do projeto em si, também podem ocorrer, como exposto na Figura 8, onde um tubo de queda foi posicionado em frente a uma porta de vidro. Por mais que arquitetonicamente não seja usual, na visão construtiva, não traz interferência, por isso o Revit não aponta o item como uma interferência, cabendo ao projetista este julgamento. Outra situação que explicita a necessidade de conhecimento do projetista é apresentada na Figura 9, onde o software aponta uma interferência entre a parede e a tubulação projetada para extravasar na caixa d'água, de fato, existe interferência, pois o tubo atravessa a parede, mas essa interferência não é uma falha.

FIGURA 8 -
Tubo de queda



Fonte: Criado pelo autor

FIGURA 9- Extravasar caixa d'água



Fonte: Criado pelo autor

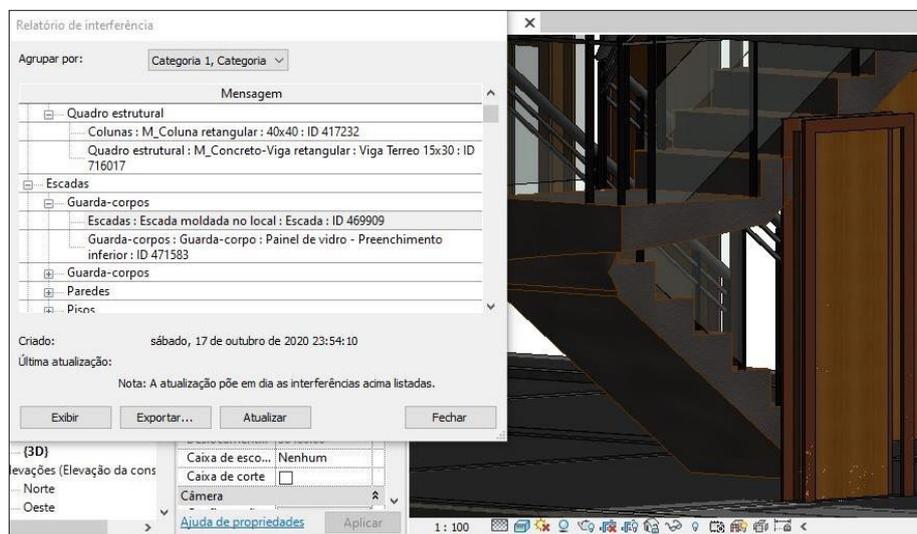
A compatibilização destes projetos, gerou um número elevado de erros, alguns criados propositalmente para a demonstração da ferramenta, e outros, por falta de experiência na modelagem. Serão apresentadas amostras, onde acredita-se que sua ocorrência seja mais comum, e a incompatibilidade demandará necessidade de alteração no projeto.

3.4.1 Incompatibilidades projeto arquitetônico

As incompatibilidades presentes em projetos são, geralmente, referentes à locação dos elementos, tais como janelas, portas, corrimãos, pisos, etc. Na Figura 10 expõem-se uma incompatibilidade devido à locação de uma porta que está se sobrepondo à estrutura da escada. Tal falha pode acontecer, por exemplo, quando existir alguma alteração no projeto e, após ser feita esta alteração, o projeto não ser devidamente revisado.

Analisando de forma prática, como no projeto não existe uma viga exatamente em cima desta porta, a mesma poderia ser instalada alguns centímetros acima, deixando assim, suas folhas livres para a abertura da porta. Neste projeto, a incompatibilidade não gerou danos, mas em outras situações, essa diferença poderia afetar algum outro sistema.

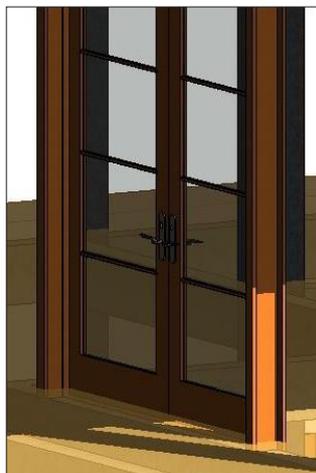
FIGURA 10- Incompatibilidade arquitetônica



Fonte: Criado pelo Autor

A Figura 11, demonstra a incompatibilidade na altura do contra piso, entrando em conflito com a instalação da porta.

FIGURA 11- Incompatibilidade contrapiso

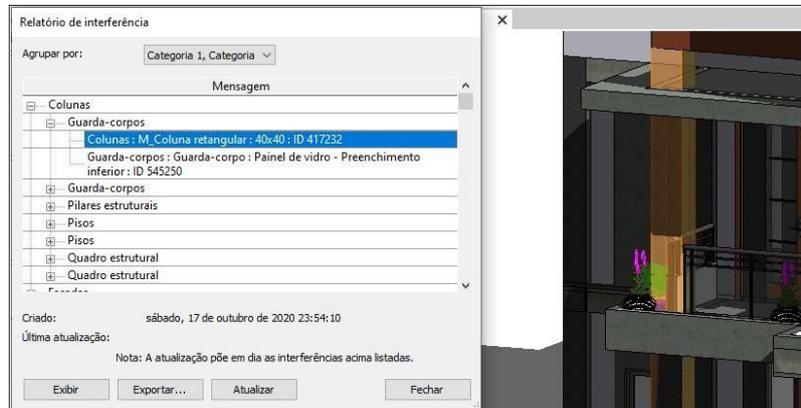


Fonte: Criado pelo Autor.

3.4.2 Incompatibilidades projeto estrutural

A Figura 12 apresenta incompatibilidade entre um pilar e os guarda corpos da sacada. Eles foram projetados com comprimento maior que o vão a que irá proteger, causando assim a incompatibilidade com o pilar.

FIGURA 12- Incompatibilidade guarda corpo

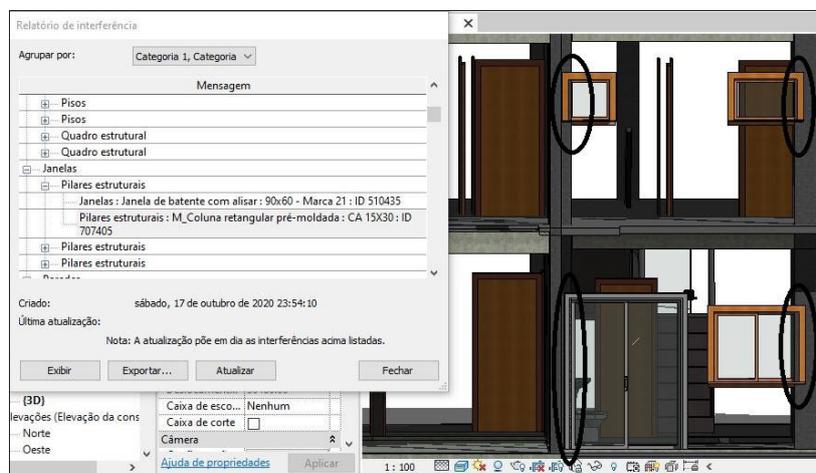


Fonte: Criado pelo Autor

Caso esta falha seja identificada somente na hora da instalação, será necessário um retrabalho para readequação no tamanho do guarda corpo, acarretando mais custos em sua execução e atraso na entrega.

A Figura 13, demonstrada a seguir, apresenta a incompatibilidade entre janelas, porta e pilares deste sobrado.

FIGURA 13- Incompatibilidade com pilares

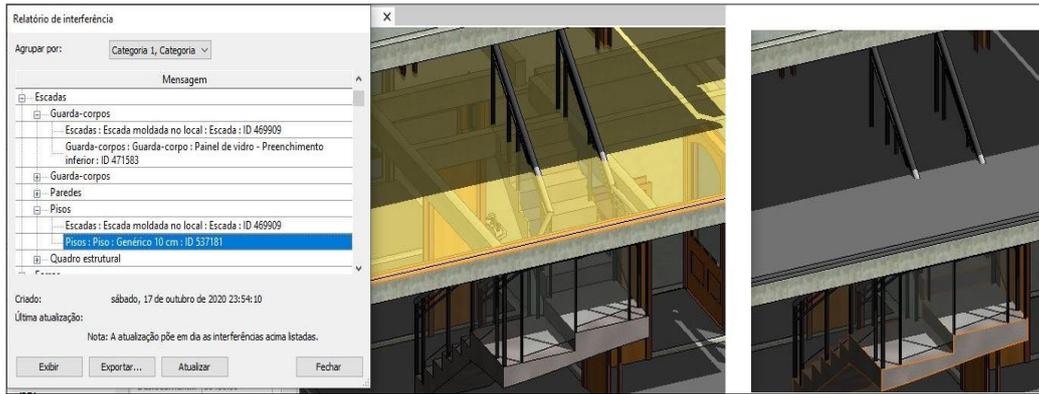


Fonte: Criado pelo Autor

Visualmente, a correção se daria simplesmente com o deslocamento das janelas e portas em alguns centímetros, mas pode-se deparar com situações em que não haverá espaço para tais deslocamentos.

Outra incompatibilidade exposta na Figura 14, aponta uma falha no projeto da laje do primeiro pavimento, onde não foi respeitada a abertura para acesso ao pavimento superior através da escada. Esta falha, se realmente chegar até a fase construtiva do empreendimento, demandaria revisão no cálculo estrutural, custos com retrabalhos, descarte de material e riscos de atraso no cronograma da obra.

FIGURA 14 - Incompatibilidade laje



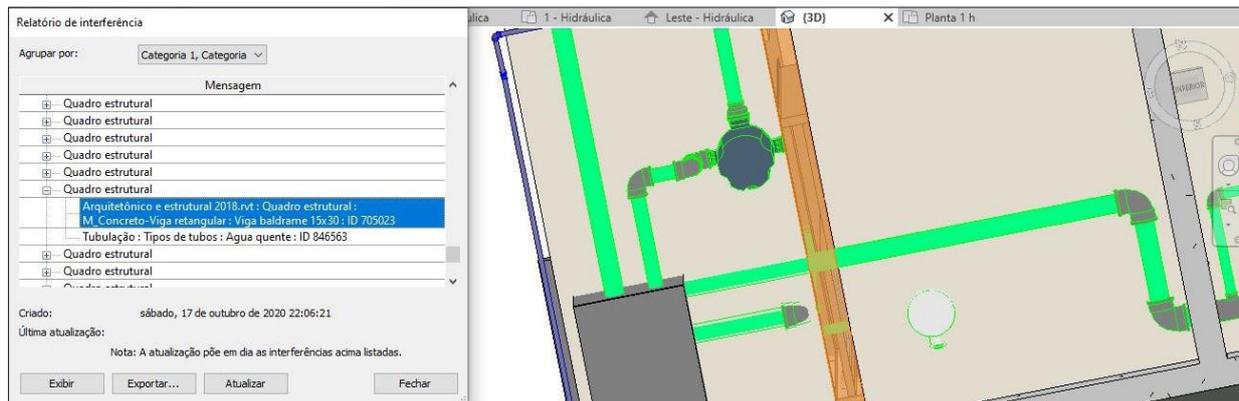
Fonte: Criado pelo Autor

Esta falha, se realmente chegar até a fase construtiva do empreendimento, demandaria revisão no cálculo estrutural, custos com retrabalhos, descarte de material e riscos de atraso no cronograma da obra.

3.4.3 Incompatibilidades projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário é a disciplina (o Revit denomina como disciplina, as diferentes modalidades do projeto, como por exemplo a modelagem arquitetônica, estrutural, elétrica, etc) que costuma gerar maior número de incompatibilidades, pois geralmente, os sistemas necessitam atravessar certos vãos onde a obediência da declividade é essencial para a fluidez destes sistemas. Em construções multifamiliares como prédios, onde a arquitetura dos pavimentos se repete, é mais fácil o planejamento de um local comum para a passagem da tubulação, com a abertura de *shafts*. Já em construções unifamiliares, a dificuldade tende a ser maior, podendo ter um banheiro no piso superior que seja posicionado bem no centro de uma sala em um piso inferior, o que dificultaria a utilização do *shaft*. A Figura 15 demonstra a interferência entre vigas e a tubulação de esgoto. Neste caso, trata-se de uma viga baldrame de 15 x 30 cm, conflitando com um tubo de diâmetro de 10 cm, tornando inviável fazer um furo na viga para a passagem do tubo. Portanto, outra solução deve ser adotada.

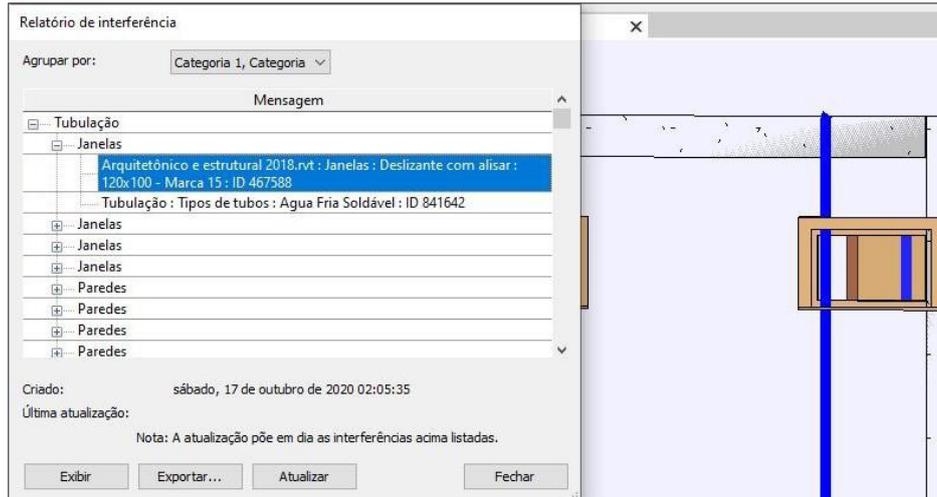
FIGURA 15 - Interferência viga baldrame



Fonte: Criado pelo Autor

Outra incompatibilidade encontrada é apresentada na Figura 16, onde o tudo de alimentação da caixa d'água, conflita com o posicionamento de uma janela.

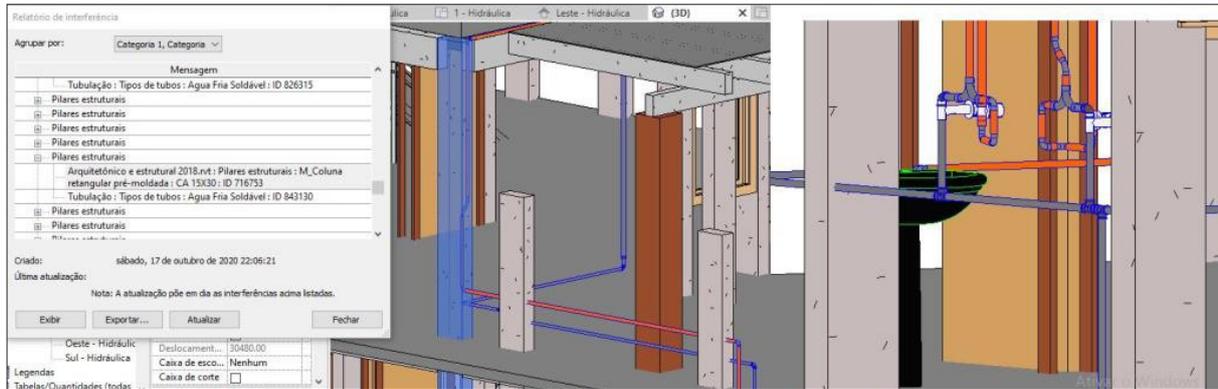
FIGURA 16- Incompatibilidade tubo de alimentação



Fonte: Criado pelo Autor

A Figura 17 demonstra interferência das tubulações de água fria e água quente com os pilares.

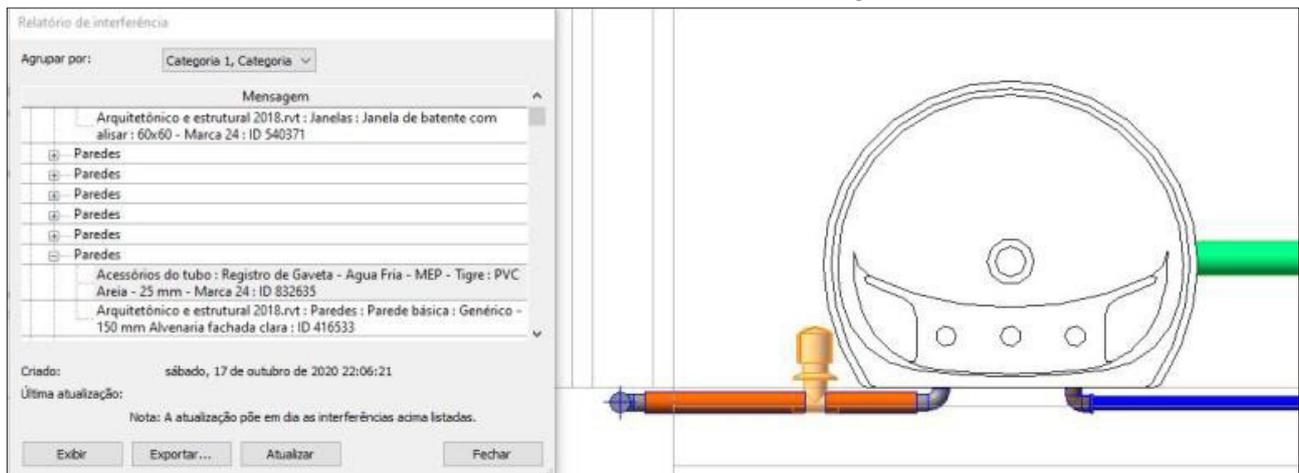
FIGURA 17 - Interferência tubulação



Fonte: Criado pelo Autor

As tubulações nas paredes também podem gerar incompatibilidades. A Figura 18 demonstra a locação bem próxima à face externa da parede, de tal modo que o acabamento do registro ficaria em desacordo com a face da parede.

FIGURA 18- Interferência acabamento registro



Fonte: Criado pelo Autor

A locação correta pode ainda ser dificultada nos casos em que a alimentação é feita com água quente e fria, portanto, todas as possíveis interferências devem ser corrigidas ainda na fase do projeto, evitando retrabalhos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da pesquisa, gerou-se um relatório de interferências. Neste relatório foram apontadas interferências entre as disciplinas presentes na composição do projeto.

Nem todas as interferências podem ser consideradas como erros, tendo como exemplo a locação da tubulação dentro das paredes. Como existe o contato entre os materiais, o *software* identifica o fato como erro, cabendo ao responsável pelo projeto ter conhecimentos nas disciplinas ali projetadas, para avaliação das interferências que demandarão revisão ou serão ignoradas.

Outro ponto que demonstra a necessidade do conhecimento do projetista está nas falhas que não são lidas pelo software, assim como exposto no decorrer do trabalho, onde um tubo de queda foi posicionado na frente de uma porta, ou até mesmo o sentido que um pilar é locado, podendo ficar em desacordo com o alinhamento da parede.

Para a realização desta compatibilização, tem-se a opção de buscar por todas as interferências de uma só vez, ou dividir por elementos, como por exemplo, buscar somente por interferências entre janelas e pilares, tubulação e vigas, etc.

Como já relatado, este projeto gerou um relatório muito extenso, fato este gerado por um misto de falta de experiência na modelação e a quantidade de detalhes construtivos do empreendimento, como tubulação de água quente e fria, muitas conexões, número elevado de pilares entre outros. No APÊNDICE A, será apresentado um trecho de uma planilha exportada pelo *software* apontando algumas destas interferências.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se neste estudo demonstrar a eficiência que a compatibilização de projetos, antes da fase construtiva, agrega ao empreendimento. Esse fato se sustenta com os exemplos mostrados, tanto de obras já executadas, onde a falta da compatibilização implicou em custos com retrabalhos, consultorias e prazos, quanto também na compatibilização realizada no sobrado, onde possíveis falhas foram identificadas. Ao encontrá-las, possibilita-se sua correção prematuramente, evitando que estas falhas cheguem ao canteiro de obras, não comprometendo o cronograma da construção e nem dando margem para que terceiros encontrem soluções que podem não ser adequadas à integridade do empreendimento.

Uma limitação para o desenvolvimento desse estudo foi a pouca variedade de publicações sobre o tema, bem como a falta de experiência nos *softwares* para compatibilização.

Vislumbra-se que a compatibilização de projetos ganhe notoriedade, consolidando-se cada vez mais e se tornando indispensável. Mas, para corroborar com este vislumbre, esta disciplina deverá ser mais aprofundada nas Instituições de Ensino, com o estudo de *softwares* e da metodologia BIM, pois a tendência é que essa ferramenta, brevemente, se torne uma exigência no mercado. Dessa forma, quanto antes usarem dessa tendência, maior será o ganho para a área acadêmica, incluindo corpo docente e discente.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar** / Vinícius Martins Ávila. Monografia. Belo Horizonte. 2011.

DOLABELA, G. S.; Fernandes, J. G. M.; **Falhas devido à falta de compatibilização de projetos – estudo de casos em obras de edificações**. Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 1, jan. 2014.

EASTMAN, C. *et al.* Manual de BIM. :Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. ISBN 978-85-8260-118-1.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** Instituto de Pesquisa Tecnológica– IPT (Mestrado Profissionalizante). São Paulo. 2003.

MONTEIRO, A. C. *et al.* **Compatibilização de Projetos Na Construção Civil: Importância, Métodos e Ferramentas.** Revista Campo do Saber, V. 3, p 53-77, 2017.

PIMENTA, L. M. S. **Coordenação das MEP na implementação de BIM.** (Designação do mestrado). Universidade do Minho. Braga. 2015.

APÊNDICE A - Relatório de interferências

Elemento de interferência A	Elemento de interferência B
Tubulação: Água Fria Soldável: ID 829936	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Tubulação: Água Fria Soldável: ID 829954	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Conexões de tubo: Joelho 45_90 - Água Fria Soldável: ID 829957	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Tubulação: Água quente: ID 830166	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Tubulação: Tipos de tubos: Água quente: ID 830229	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Acessórios do tubo: Registro de Gaveta - 25 mm - ID 834770	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Acessórios do tubo: Registro de Gaveta - 25 mm - ID 834862	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Tubulação: Esgoto: ID 885265	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Conexões de tubo: Cotovelo - PVC - CW: Padrão: ID 885365	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416323
Tubulação: Tipos de tubos: Água Fria Soldável: ID 829498	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Conexões de tubo: Joelho 45_90 - Água Fria Soldável - ID 829520	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Água Fria Soldável: ID 829924	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Água quente: ID 830046	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Acessórios do tubo: Registro de Gaveta - 25 mm - ID 834578	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Caixa Sifonada Montada_150x185x75: ID 876626	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Tipos de tubos: Esgoto: ID 881151	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Tipos de tubos: Esgoto: ID 882588	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Tipos de tubos: Esgoto: ID 885081	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451
Tubulação: Tipos de tubos: Esgoto: ID 885106	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm Alvenaria: ID 416451