

# COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO FERRAMENTAS BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*) – ESTUDO DE CASO

Kenny Rogers de Aguiar Pedroso (1); Angela Costa Piccinini (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)[kenny@unesc.net](mailto:kenny@unesc.net), (2)[acp@unesc.net](mailto:acp@unesc.net)

## Resumo

A segmentação do mercado de projetos da construção civil proporciona um avanço na questão de expertise e complexidade dos projetos. Porém traz consigo uma barreira pertinente: falta de comunicação entre os projetistas. Esta falta de comunicação tem como consequência projetos de empreendimentos com diversas incompatibilidades que culminam para serem resolvidas na obra, onde se tornam mais onerosas, refletem em quebra de produtividade e desperdício de tempo. No presente trabalho foi realizado um estudo de caso utilizando ferramentas de plataforma BIM, modelando o projeto arquitetônico e estrutural de um edifício residencial de 9 pavimentos no software Autodesk Revit e associando-os através do software Autodesk Navisworks. Foi realizada a análise do uso destas ferramentas BIM, através da geração do relatório de incompatibilidades oriundo da associação dos projetos arquitetônico e estrutural de um edifício residencial que já estavam previamente compatibilizados por processos 2D. Para tanto, este artigo se referencia na pesquisa bibliográfica sobre o tema, assim como posteriormente no estudo de caso realizado. Considerando as incompatibilidades encontradas, conclui-se que o método permitiu uma maior assertividade em relação à compatibilização por tratar-se de um processo automatizado ou semi automatizado. Através de duas ferramentas foi gerado o relatório de interferências, obtendo assim ganhos com agilidade e confiabilidade das informações geradas.

**Palavras Chaves:** Compatibilização; Projetos; Metodologia *Building Information Modeling* BIM; Modelagem tridimensional.

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com os problemas oriundos da incompatibilidade dos projetos no setor da construção civil é relativamente recente. De acordo com Miszura (2013, p. 8)

[...] com a crescente demanda de projetos imobiliários e também, do porte das construtoras, a equipe de projeto foi se distanciando cada vez mais da prática da construção. Além disso, o aumento da complexidade de cada edificação, fez com que os escritórios se especializassem cada vez mais na projeção de algum segmento específico da construção [...]

“Desta forma, a compatibilização e coordenação dos projetos passou a ser requisito indispensável para o processo de projeto.” (MISZURA, 2013, p. 8).

A compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para

a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra. Tem como objetivo minimizar os conflitos entre os projetos inerentes à determinada obra, simplificando a execução, facilitando a otimização da utilização de materiais, reduzindo tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções. (CALLEGARI, 2007, p. 34).

Porém para que se realize um eficiente processo de compatibilização, é necessário que este seja por meio de métodos e tecnologias que reduzem ao extremo a ocorrência de falhas. Segundo Nascimento & Santos (2003) a inovação nos produtos e processos do setor da construção civil, particularmente com a ajuda da Tecnologia da Informação (TI), pode conduzir o setor a trilhar novos rumos. Para Mota e Aguilar (2009, p. 110) “a adoção de conceitos de engenharia simultânea no processo de projeto contribui para um melhor resultado de projeto, considerando as interações entre os diferentes requisitos.” Esses autores defendem que, assim, devem-se buscar ferramentas de execução de projetos que facilitem a execução coordenada e simultânea dos projetos.

No caso do projeto simultâneo, devem-se buscar ferramentas de execução de projetos que facilitem a execução coordenada e paralela dos mesmos. Ambientes colaborativos e sistemas BIM (Modelagem de Informação para Construção) se apresentam como soluções adequadas para este cenário. (MOTTA e AGUILAR, 2009, p. 110).

Bortolotto (2014) afirma que a compatibilização com uso da plataforma BIM é eficaz devido à atualização automática das informações de acordo com as modificações recorrentes no projeto.

A coordenação do processo construtivo configura um dos pontos mais importantes que a plataforma BIM pode auxiliar, destacando-se a compatibilização. Por meio da modelagem do projeto arquitetônico, estrutural e de instalações em programas específicos, pode-se criar um modelo integrado, cujas interferências e incompatibilidades são encontradas com maior facilidade e serão resolvidas antes da construção efetiva do edifício. (BORTOLOTTI, 2014, p. 31).

Considerando que a plataforma BIM tem soluções aplicáveis às diversas etapas, neste aspecto faz-se necessário apenas que se alcance o estágio um de implantação. O qual segundo Succar (2008) é o estágio inicial da implantação do BIM e se baseiam na modelagem individual das disciplinas com softwares, como Archicad, Revit, Tekla e outros. Os projetistas geram modelos normalmente para a fase de projetos, construção ou operação. O resultado desta modelagem contempla, dentre outros, a compatibilização de projetos.

Qualquer alteração realizada no modelo tridimensional é automaticamente atualizada em todos os arquivos bidimensionais e vice-versa, evitando erros e remediações. A vantagem é mais visível em projetos complexos com centenas de plantas e cortes. (RIBEIRO, 2010, p. 15).

As ferramentas BIM, constituídas de softwares de alta capacidade para processamento de imagens e gráficos, combinam gerenciamento da construção e modelagem virtual do empreendimento tornando possível a gestão coordenada entre projetistas e gerentes de construção.

Tendo em vista os argumentos dos autores, este trabalho tem como objetivo verificar as incompatibilidades entre o projeto arquitetônico e estrutural, previamente compatibilizados por processos 2D, de um edifício residencial localizado na cidade de Criciúma/SC. Para tanto, serão utilizadas ferramentas BIM disponíveis no mercado. Será necessário: a) estudar o processo de modelagem tridimensional e compatibilização nos softwares de plataforma BIM escolhidos para o processo; b) realizar a modelagem dos projetos da edificação utilizando o software e o processo estudado; c) executar o processo de compatibilização utilizando o software e o processo estudado.

A aplicação da metodologia BIM em sua essência, utilizando-a desde o início dos estudos do projeto e o aproveitamento do modelo gerado para as demais fases da metodologia BIM não estão dentro do escopo desta pesquisa. Serão utilizadas ferramentas de plataforma BIM a partir da finalização e entrega dos projetos compatibilizados pelos projetistas em ferramentas CAD até a geração de relatório de incompatibilidades de projeto pela ferramenta BIM.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM PARA MODELAGEM – AUTODESK REVIT**

O software que utiliza a tecnologia BIM escolhido para realizar a modelagem dos projetos neste trabalho foi o Autodesk Revit versão 2016. Dentre os existentes no mercado o Revit foi o único a disponibilizar a versão completa e gratuita através de licença para uso acadêmico. Esta abertura para acadêmicos se tornou determinante na escolha dos softwares. Além disso, conforme Eastman et al (2008, p. 58)

[...] o Revit é fácil de aprender e sua funcionalidade é organizada em uma interface bem projetada e amigável. Ele possui um amplo conjunto de bibliotecas de ligação direta, devido a sua posição no mercado. Seu suporte bidirecional a desenhos permite a geração e o gerenciamento de

informações com base em atualizações tanto do desenho quanto de vistas do modelo.

As famílias de elementos utilizadas foram modeladas conforme a necessidade dos projetos utilizados, levando em consideração que para alcançar o objetivo da pesquisa os elementos devem reproduzir o volume real, não sendo necessárias características estéticas.

## **2.2. SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM PARA ASSOCIAÇÃO DOS PROJETOS – AUTODESK NAVISWORKS**

Dentre os softwares disponíveis no mercado para a associação dos projetos, encontra-se o Autodesk Navisworks e o Solibri Model Checker (Eastman et al, 2008). Ainda de acordo com Eastman et al (2008), as análises de interferências que essas ferramentas fornecem tendem a ser mais sofisticadas, e são capazes de identificar mais tipos de interferências brandes e estritas. A empresa Autodesk também disponibiliza através de licença gratuita para uso acadêmico o Navisworks versão 2016. Este é utilizado então para gerar o relatório de interferências entre os projetos. A questão da transferência de diferentes arquivos entre o software de modelagem e o software de associação é resolvida desta forma, devido a ambos os softwares serem disponibilizados pelo mesmo desenvolvedor.

## **2.3. PROJETOS UTILIZADOS – CARACTERIZAÇÃO**

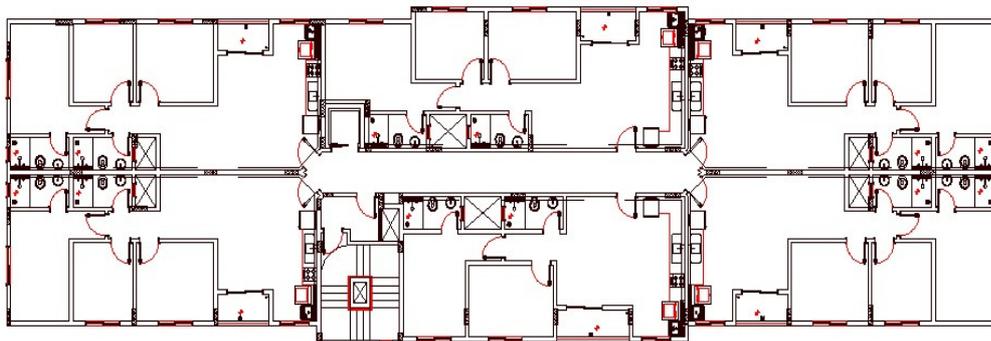
Para a realização do trabalho foram disponibilizados por uma construtora de Criciúma/SC os projetos: Arquitetônico e Estrutural. O objeto do estudo são os projetos da edificação residencial que está sendo executada pela construtora. A edificação terá sete pavimentos tipo, um pavimento cobertura, térreo e garagem com área total de 4.813,12 m<sup>2</sup>. Os projetos foram todos fornecidos em formato *.dwg* oriundos do software de desenho 2D Autodesk Autocad. O projeto arquitetônico define: pavimento térreo com hall de entrada, salão de festas e garagem; segundo pavimento com garagem; pavimento tipo com 6 apartamentos; pavimento cobertura com dois apartamentos cobertura; reservatório e casa de máquinas conforme ilustra a Figura 1 e a Figura 2. O projeto estrutural define a estrutura de concreto armado moldado in loco com laje pré-moldada protendida conforme ilustra a Figura 3 e Figura 4.

Figura 1 – Cortes Projeto Arquitetônico



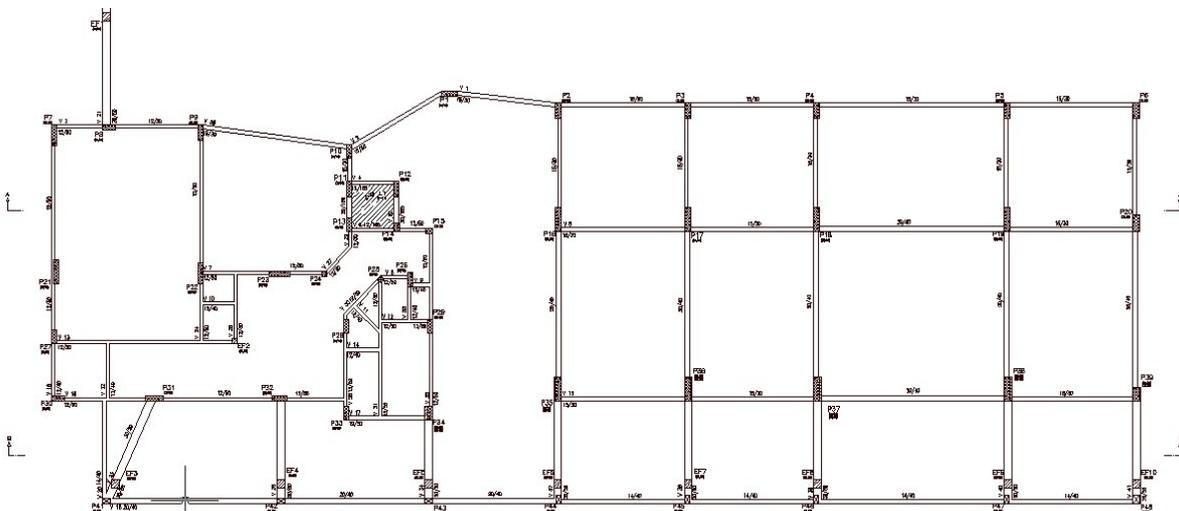
Fonte: Projeto Arquitetônico fornecido.

Figura 2 – Planta Baixa Pavimento Tipo



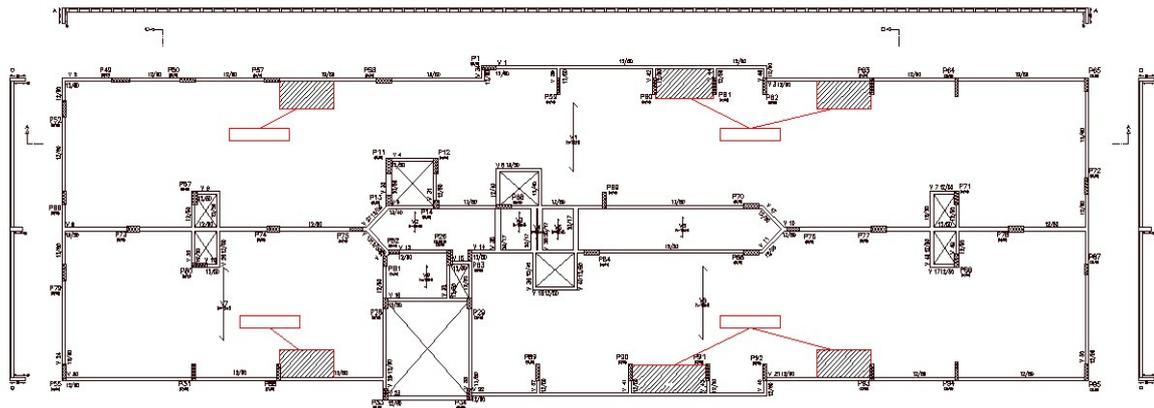
Fonte: Projeto Arquitetônico fornecido.

Figura 3 – Projeto de Forma Pavimento Térreo



Fonte: Projeto Estrutural fornecido.

Figura 4 – Projeto de Forma Pavimento Tipo



Fonte: Projeto Estrutural fornecido.

## 2.4. FLUXO DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A revisão bibliográfica do tema proporcionou ao autor a composição de um fluxo de atividades para o alcance do objetivo proposto conforme disposto nos itens a seguir:

- a) Interpretação dos projetos envolvidos na construção;
- b) Estudo do processo de modelagem tridimensional no software Autodesk Revit;
- c) Estudo do processo de associação de projetos para realizar a compatibilização no software Autodesk Navisworks;
- d) Modelar os projetos por completo individualmente utilizando o Revit;
- e) Associar os projetos modelados no Navisworks e gerar relatório de interferências;
- f) Verificação dos resultados de interferências obtidos.

## 2.5. ESTUDO DO PROCESSO DE MODELAGEM

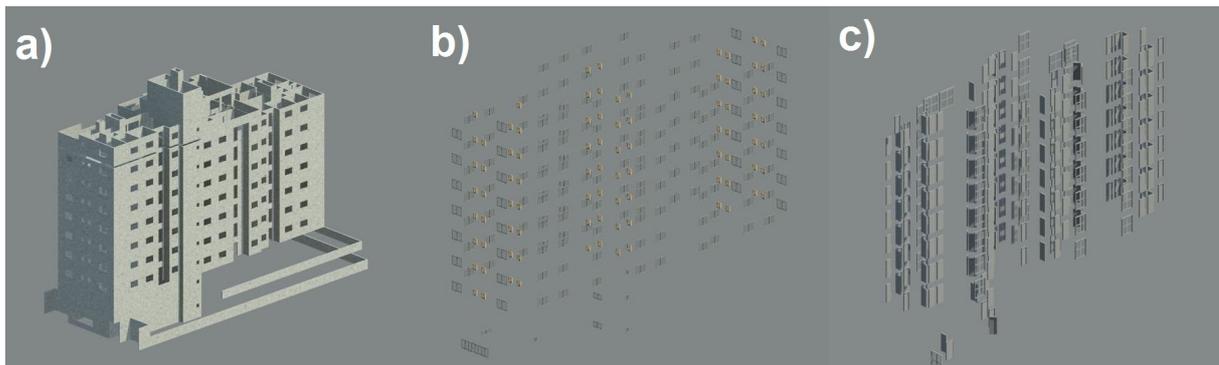
Os elementos modelados de cada projeto levam em conta o detalhamento necessário apenas para a verificação em questão. O detalhamento de cada elemento é realizado apenas até o nível de geometria tridimensional, o qual é o necessário para a realização desta pesquisa. O projeto arquitetônico é modelado levando em consideração as paredes, janelas, portas e suas respectivas dimensões enquanto o projeto estrutural é modelado levando em consideração os pilares, lajes, vigas, escadas e suas respectivas dimensões. Para a utilização das famílias de

objetos, optou-se por utilizar as famílias padrão do software Revit disponibilizadas pela Autodesk a fim de padronizar a pesquisa. O escopo desta pesquisa contempla apenas a verificação de interferências entre volumes tridimensionais dos elementos.

### **2.5.1 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO**

No início do processo de modelagem do projeto arquitetônico, verificaram-se no projeto as dimensões das paredes, shafts, janelas e portas. Com base nestas informações, foram selecionados os objetos da biblioteca de objetos que fariam parte da modelagem. Foram redefinidas as dimensões dos objetos que não estavam de acordo com o projeto em questão. Como exemplo: o projeto arquitetônico contempla paredes de alvenaria com espessura de 15 centímetros, 20 centímetros e shafts com espessuras variadas. Para a modelagem destas diferentes paredes, foram criados diferentes modelos de objetos para a família de paredes. A modelagem das esquadrias buscou observar as dimensões de volume e não detalhes de modelo de aberturas, entre outros. De acordo com a Autodesk (2016), antes de realizar a modelagem dos elementos em si, é recomendado primeiramente definir níveis de pavimentos do projeto. Desta forma, a navegação assim como a organização da estrutura do projeto fica mais clara dentro do programa. Portanto, foram inseridos os níveis de cada pavimento de acordo com o projeto arquitetônico. A fim de facilitar a fiel modelagem dos elementos arquitetônicos, foi inserido o projeto 2D através da ferramenta de importação do Revit no ambiente 3D, para posteriormente iniciar a modelagem arquitetônica de cada pavimento. O fluxo de modelagem seguiu o padrão: Paredes, portas e janelas. A Figura 5 ilustra os componentes do projeto arquitetônico modelados separadamente enquanto a Figura 6 ilustra os componentes integrados.

Figura 5 – a) Paredes, b) Janelas e c) Portas modeladas no Revit



Fonte: Autor.

Figura 6 – Modelo Arquitetônico no Revit



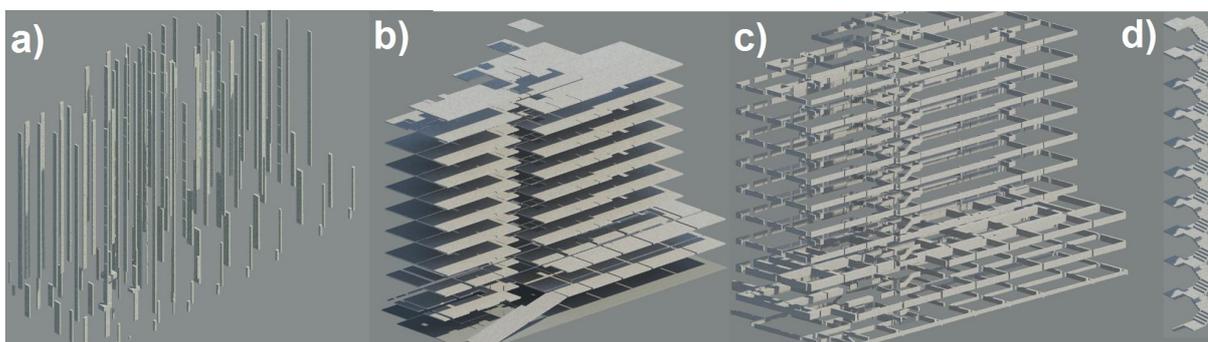
Fonte: Autor.

### 2.5.1 MODELAGEM DO PROJETO ESTRUTURAL

Assim como a modelagem do projeto arquitetônico inicia-se pela inserção dos níveis de pavimentos, a modelagem do projeto estrutural também segue o mesmo fluxo. Portanto, inicialmente, foram coletadas essas informações no projeto estrutural e inseridas no Revit. Devido ao fato de estar usando o mesmo ambiente para modelar os projetos arquitetônico e estrutural, o próprio fluxo de trabalho evidencia algumas incompatibilidades. Ao inserir os níveis de pavimento do projeto estrutural, verificou-se que os níveis nos pavimentos tipo, cobertura, casa de máquinas e reservatório

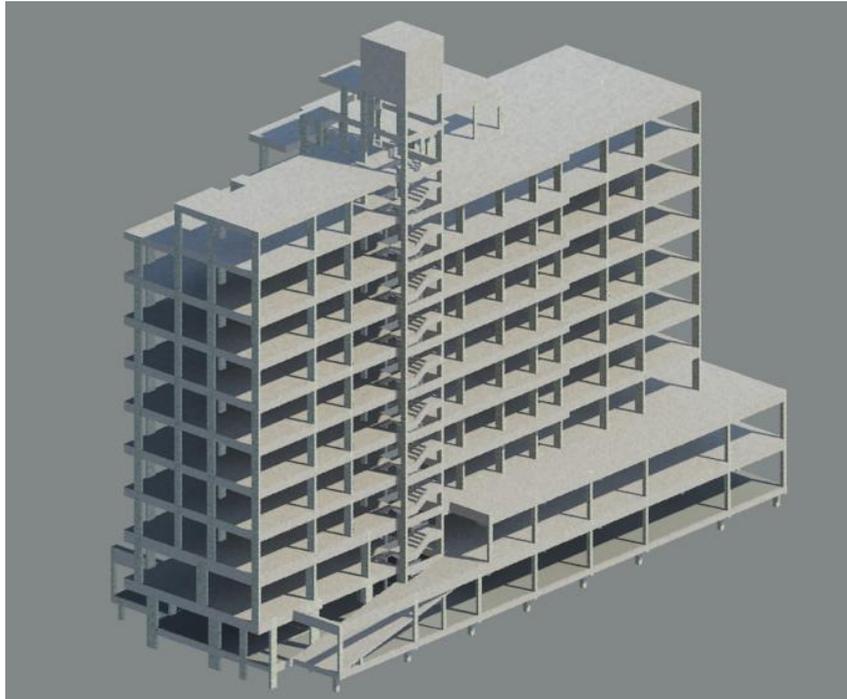
eram divergente dos apresentados pelo arquitetônico. Esta diferença pode trazer conflitos de dimensionamento de degraus no elemento escada, problemas de altura mínima de pé direito, entre outros. Neste processo foi necessário adotar os níveis de pavimento proposto pelo projeto estrutural devido ao detalhamento e cálculo realizado para a geração da estrutura, alterando assim os níveis do projeto arquitetônico. A alteração no projeto arquitetônico é bastante simples, somente alterando os valores de cota dos níveis desejados, a alteração reflete-se em todo o modelo alterando assim os níveis de paredes necessários. Considera-se que o elemento escada é um elemento do projeto estrutural, por este motivo não foi considerado o item escada no projeto arquitetônico. Para a realização da modelagem da estrutura, é necessário criar modelos de objeto dentro das famílias existentes no Revit. Por exemplo: Na família Vigas, é criado o modelo de objeto Viga 12x50 cm para modelar todas as vigas do projeto que tem seção 12x50 centímetros. O mesmo procedimento é realizado para todos os objetos necessários do projeto estrutural como: vigas; lajes; pilares e escadas. No início da modelagem é identificado um ponto em comum entre pilar e parede de alvenaria, para que a partir da localização de um pilar sejam modelados todos os outros elementos. O Fluxo para modelagem seguiu o padrão: Pilares, vigas, lajes e escada. A figura 7 ilustra os elementos estruturais modelados separadamente enquanto a Figura 8 ilustra os elementos integrados.

Figura 7 – a) Pilares, b) Lajes, c) Vigas e d) Escadas modeladas no Revit



Fonte: Autor.

Figura 8 – Modelo Estrutural no Revit



Fonte: Autor.

## 2.6. ESTUDO DO PROCESSO DE ASSOCIAÇÃO DE PROJETOS

O relatório de incompatibilidades pode ser gerado de duas formas. Segundo Eastman et al (2008, p. 214)

As ferramentas de detecção de interferências baseadas em BIM permitem que a detecção automática de interferências geométricas seja combinada com análises de interferências baseadas em semântica e regras para identificar conflitos qualificados e estruturados. Isto é, simples verificação de contato entre elementos tridimensionais ou a complexa verificação de códigos e regras preestabelecidas pelo programador conforme seu interesse.

Neste trabalho focou-se na utilização da ferramenta *clash detection*, a qual utiliza a verificação de contato entre elementos tridimensionais. Para a utilização desta ferramenta basta a modelagem tridimensional dos elementos dos projetos, sem a necessidade de maiores informações atreladas aos elementos. O Revit disponibiliza a opção de exportar o modelo em arquivo de leitura do Navisworks. A Figura 9 apresenta o modelo integrado inserido no Navisworks. Exportam-se os modelos arquitetônico e estrutural para o Navisworks onde por meio de detecção automática de interferências, é gerado um relatório de interferências entre os modelos selecionados conforme Figura 10.

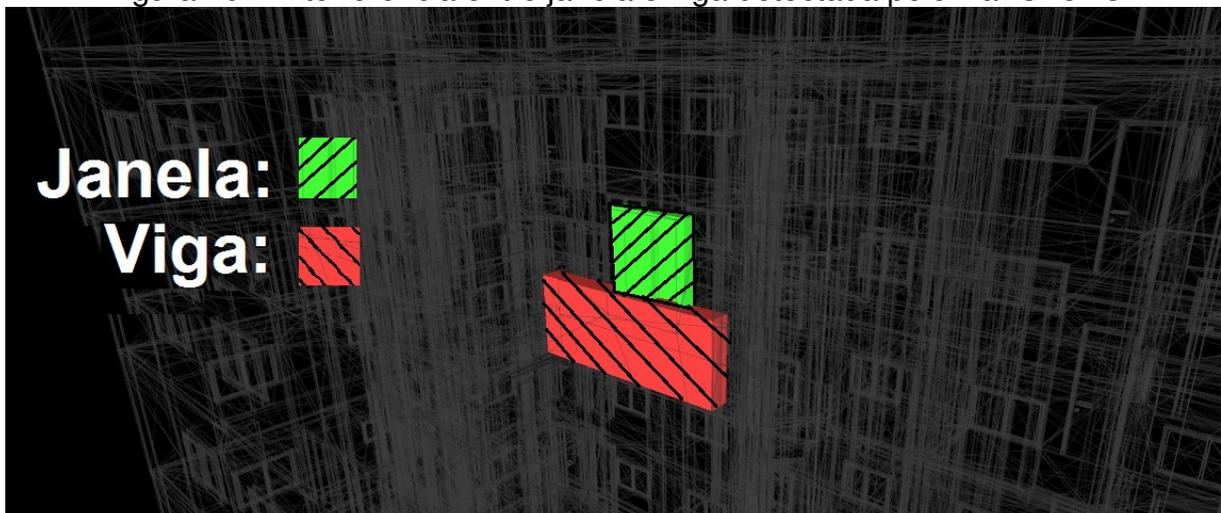
Após obter o relatório de interferências, deve-se analisar caso a caso para que sejam descartadas interferências sem sentido, para que posteriormente somente as interferências relevantes façam parte do relatório de incompatibilidades.

Figura 9 – Projeto Arquitetônico e Estrutural associados no Navisworks



Fonte: Autor.

Figura 10 – Interferência entre janela e viga detectada pelo Navisworks



Fonte: Autor.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de realizado o teste de interferência proposto pelo Navisworks, verifica-se que este gera inúmeros conflitos que não correspondem a interferências relevantes entre os projetos. O software apresenta como interferência a colisão entre vigas e paredes, que na realidade não representa uma incompatibilidade significativa em

nível de construção. Para evitar que este tipo de interferência ocorra, podem-se selecionar os elementos que participam dos testes. Portanto, para atingir-se o objetivo da pesquisa, foi necessário elaborar uma sequência de testes relacionando diferentes elementos dos projetos que resultariam em interferências relevantes caso estas ocorressem (Tabela 1). A tolerância utilizada nos testes foi de 1 cm, considerando que interferências com menos de 1 cm de colisão podem ser facilmente resolvidas em obra.

Tabela 1 – Sequencia de testes de interferências

<b>Sequência</b>	<b>Elementos associados</b>
<b>Teste 1</b>	Portas, Janelas e Pilares
<b>Teste 2</b>	Portas, Janelas e Vigas
<b>Teste 3</b>	Portas, Janelas e Lajes
<b>Teste 4</b>	Portas, Janelas e Escadas

Fonte: Autor.

Como resultado destes testes, apresenta-se o relatório de interferências gerado pelo software Navisworks, conforme Tabela 2.

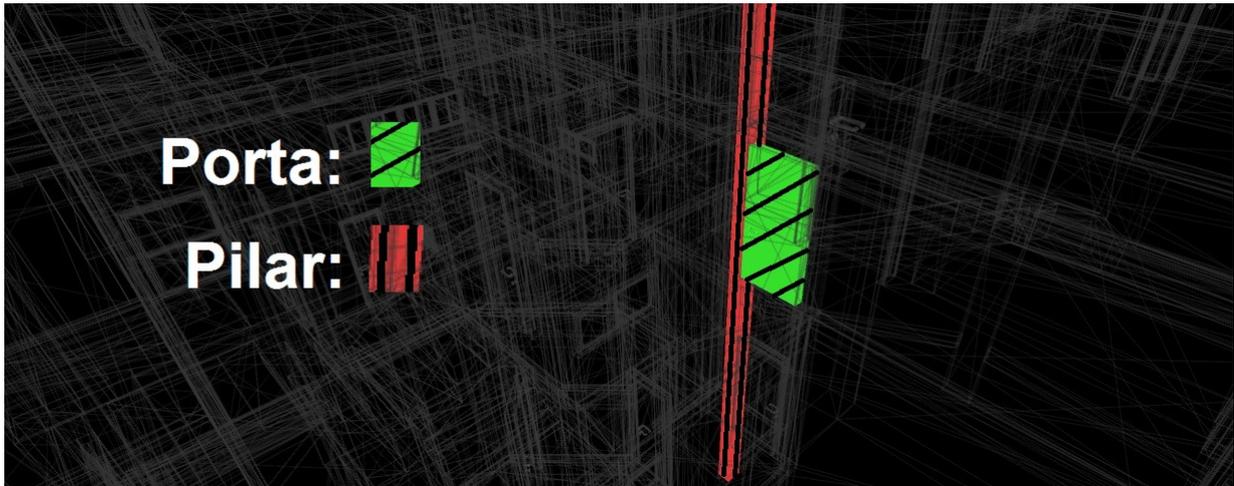
Tabela 2 – Resultado dos testes

<b>Sequência</b>	<b>Número de interferências</b>
<b>Teste 1</b>	1
<b>Teste 2</b>	2
<b>Teste 3</b>	0
<b>Teste 4</b>	2

Fonte: Autor.

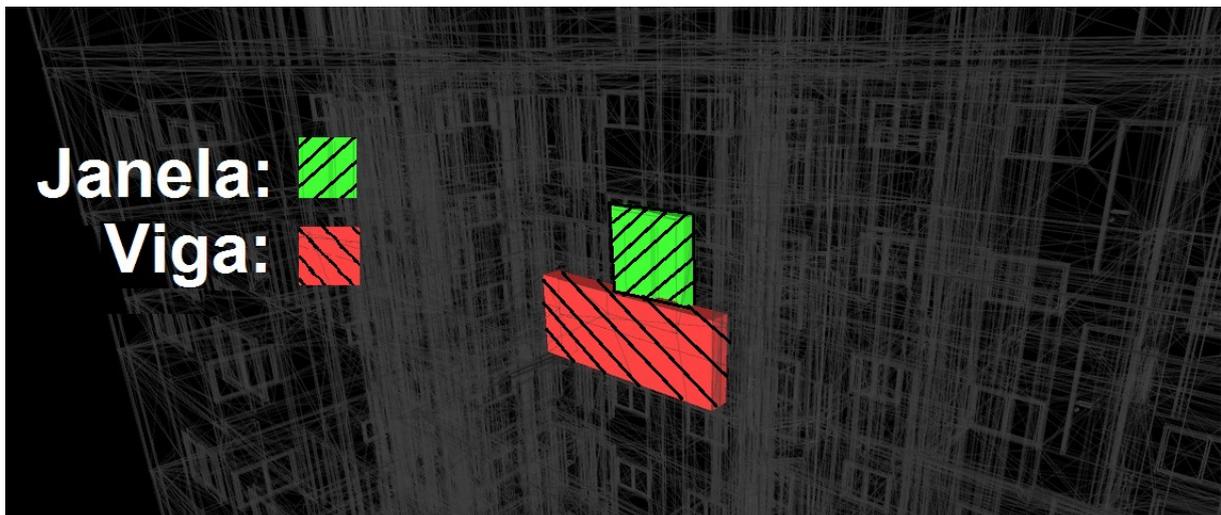
Além da quantificação de interferências, o Navisworks informa visualmente o local das interferências detectadas, conforme a Figura 11, a Figura 12, a Figura 13, a Figura 14 e a Figura 15.

Figura 11 – Interferência entre Porta e Pilar detectada no Teste 1



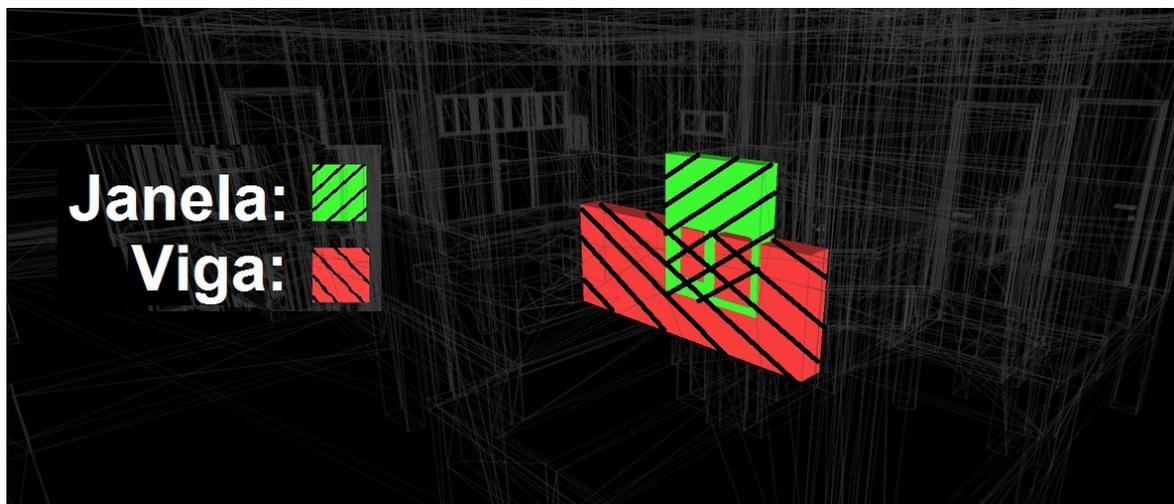
Fonte: Autor.

Figura 12 – Interferência entre Janela e Viga 6º pavimento detectada no Teste 2



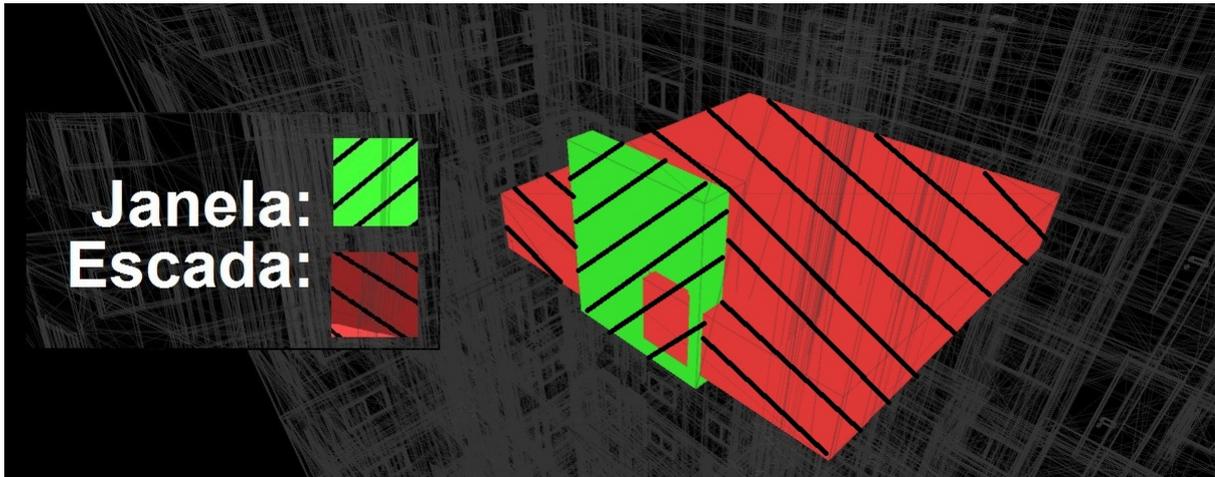
Fonte: Autor.

Figura 13 – Interferência entre Janela e Viga pavimento térreo detectada no Teste 2



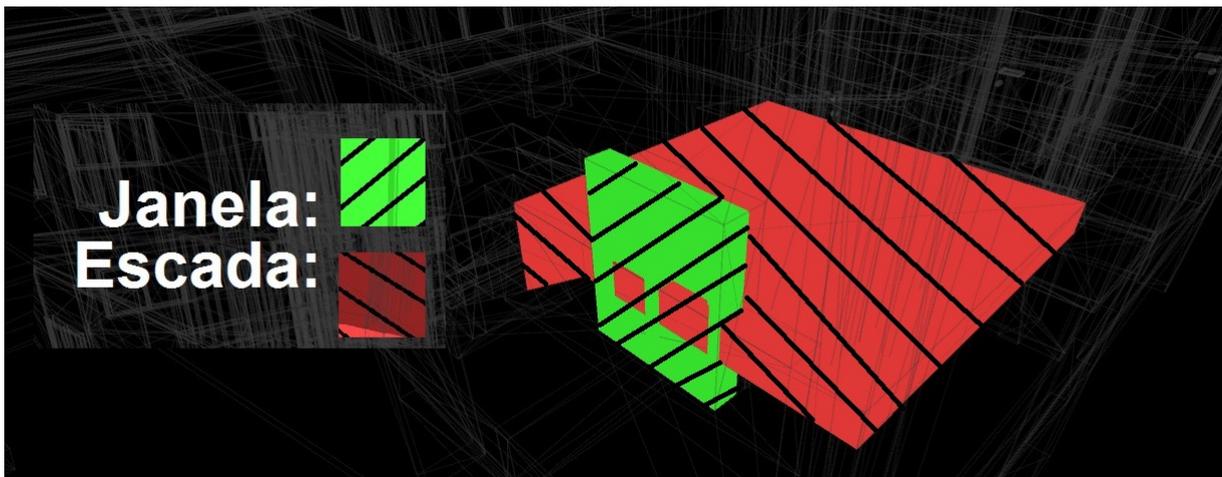
Fonte: Autor.

Figura 14 – Interferência entre janela e escada do 6º pavimento detectada no teste 4



Fonte: Autor.

Figura 15 – Interferência entre janela e escada do pavimento térreo detectada no teste 4



Fonte: Autor.

No momento da modelagem dos projetos, algumas incompatibilidades são detectadas e devem ser resolvidas para que se consiga realizar o seguimento das atividades. Além das incompatibilidades que podem ser observadas no momento da modelagem, são também facilmente detectáveis detalhes construtivos que comprometem a execução do projeto. Nesta etapa foi detectada incompatibilidade em relação ao nível das alturas da casa de máquinas e reservatório. Os valores dos níveis estão dispostos conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Alturas dos pavimentos nos dois projetos.

<b>Pavimento</b>	<b>Cota Projeto Arquitetônico (m)</b>	<b>Cota Projeto Estrutural (m)</b>
<b>Térreo</b>	0,00	0,00
<b>2º Pavimento</b>	3,24	3,24
<b>1º Tipo</b>	6,48	6,48
<b>2º Tipo</b>	9,36	9,36
<b>3º Tipo</b>	12,24	12,24
<b>4º Tipo</b>	15,12	15,12
<b>5º Tipo</b>	18,00	18,00
<b>6º Tipo</b>	20,88	20,88
<b>7º Tipo</b>	23,76	23,76
<b>Piso Cobertura</b>	26,82	26,82
<b>Teto Cobertura</b>	29,70	29,63
<b>Casa de Maquinas</b>	31,30	31,23
<b>Reservatório</b>	33,32	34,43

Fonte: Autor.

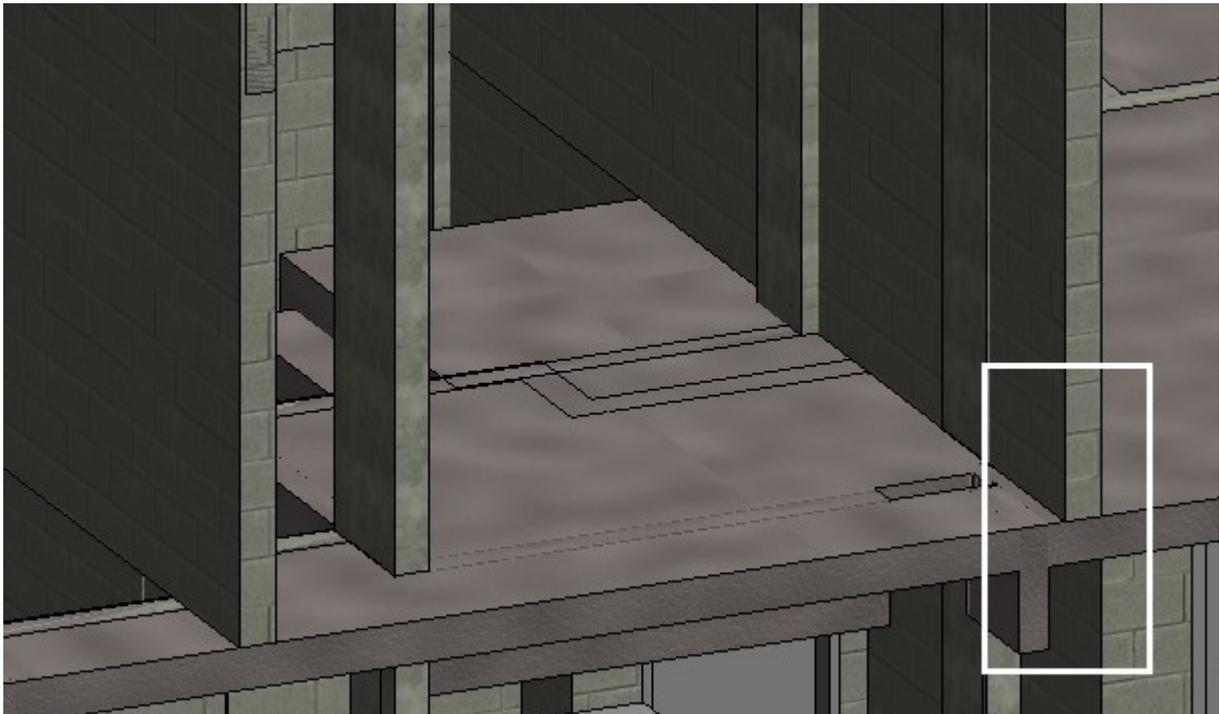
Como detalhe construtivo verificado pelo processo de modelagem, apresenta-se dois casos. As janelas na escada de alguns pavimentos encontram-se com peitoril reduzido, ficando próximas ao nível do patamar da escada conforme Figura 16. As paredes de fechamento no nível teto cobertura estão projetadas apoiando em laje sem vigas, conforme mostra a Figura 17.

Figura 16 – Janela da escada próxima ao patamar



Fonte: Autor.

Figura 17 – Parede apoiando em laje sem viga



Fonte: Autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Considerando as incompatibilidades encontradas, conclui-se que o método permitiu uma maior assertividade em relação à compatibilização por tratar-se de um processo automatizado ou semi automatizado. Através de duas ferramentas foi gerado o relatório de interferências, obtendo assim ganhos com agilidade e confiabilidade das informações geradas.

A modelagem tridimensional dos projetos no mesmo ambiente proporcionou uma pré compatibilização. Devido ao fato de que no momento em que foi modelado o projeto estrutural, este pôde ser verificado simultaneamente com outros elementos do projeto arquitetônico, fazendo assim com que alguns dos conflitos entre as disciplinas fossem identificados imediatamente conforme Tabela 3. No momento da modelagem foram também observados visualmente alguns detalhes construtivos que comprometem a execução do projeto, conforme Figura 16 e Figura 17. Interferências sem sentido reduziram a agilidade de obtenção do relatório e podem reduzir a confiabilidade do processo. Estas foram evitadas observando-se melhores técnicas de elaboração dos testes de interferências conforme Tabela 2. A quantidade de incompatibilidades encontradas de forma visual (Figura 16, Figura 17

e Tabela 3) e sistêmica (Tabela 2) reflete o fato de os projetos utilizados já terem sido previamente compatibilizados por processos 2D. Entretanto, o método verificou incompatibilidades nestes projetos demonstrando sua confiabilidade.

A dificuldade de aprendizado e treinamento para utilização das duas ferramentas (Revit e Navisworks) limitou a pesquisa no âmbito da associação de dois projetos da edificação residencial, porém mais resultados de incompatibilidades poderiam ser obtidos caso tivessem sido utilizados todos os projetos complementares envolvidos no empreendimento. Uma sugestão para trabalhos futuros é gerar o relatório de incompatibilidades entre os demais projetos complementares, utilizando a metodologia BIM.

Analisando do ponto de vista da compatibilização de projetos, um ganho significativo na confiabilidade e na agilidade das informações geradas pelas ferramentas BIM foi obtido. Foram identificadas incompatibilidades relevantes entre o projeto arquitetônico e estrutural que já haviam sido compatibilizados previamente por meio de processos 2D tradicionais.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORTOLOTTO, Mariana Cristina. **Compatibilização de projetos de uma habitação:** Verificação de incompatibilidades no sistema de projeção 2D e na modelagem 3D. 2014. 112 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CALLEGARI, Simara. **Análise de compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares.** 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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.

MISZURA, Livia. Coordenação de projetos: a importância da comunicação e coordenação no processo de projeto de empreendimentos residenciais e comerciais. **Revista Especialize**, Goiânia, v.1, n.5, p.1-15, jul./2013.

MOTTA, S. AGUILAR, M. T. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. Belo Horizonte, v.4, n.1, p.84-119, maio/2009.

NASCIMENTO, Luiz A. SANTOS, Eduardo T. A indústria da construção na era da informação. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.3, n.1, p.69-81, jan./mar. 2003.

RIBEIRO, Tollendal G. R. **Modelagem de informações de edificações aplicadas no processo de projetos de aeroportos**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília.