

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

JULLIAN MITSUO MIYAMOTO

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEMENTARES DE UM  
EDIFÍCIO COM FOCO EM COMPATIBILIZAÇÃO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2018

**JULLIAN MITSUO MIYAMOTO**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEMENTARES DE UM  
EDIFÍCIO COM FOCO EM COMPATIBILIZAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luiz Becher  
Co-orientador: Prof. Paulo Henrique Rodrigues

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

### TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEMENTARES DE UM EDIFÍCIO COM FOCO EM  
COMPATIBILIZAÇÃO.**

**JULLIAN MITSUO MIYAMOTO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14h do dia 30 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me. Roberto Widerski**

(( UTFPR )

**Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

( UTFPR )

**Prof. Paulo Henrique Rodrigues**

(UTFPR)

***Co-orientador***

**Prof. Me. Luiz Becher**

(UTFPR)

***Orientador***

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Paula Cristina de Souza**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

## RESUMO

O desenvolvimento do projeto de uma edificação resulta de um processo que deve ser levado a cabo, aplicando-se o conhecimento técnico do profissional, sua competência em visualizar todas as etapas da obra e com a apresentação do detalhamento de todas as etapas da construção, especificação de materiais e elaboração dos desenhos. Com o projeto é possível se antever a execução da obra e a conseqüente produção do empreendimento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é demonstrar, por meio das ferramentas disponíveis na atualidade, a realização da compatibilização e determinação de inconsistências de um projeto. É comum, no setor da construção acontecerem problemas de execução referentes a falhas de projeto ou erros oriundos da falta de qualidade com a mão de obra, permitindo patologias que podem ser evitadas. O estudo apresentado neste trabalho, busca embasamento na literatura para a fundamentação teórica, e procura assim, qualificar as informações contextualizadas. Pelo exposto, foi possível concluir que a realização da compatibilização apresentou diversas inconsistências que puderam ser previstas e corrigidas, aprimorando posteriormente a execução da edificação.

**Palavras-chave:** Projetos na Construção Civil; Compatibilização de Projetos; Inconsistências em Projetos.

## ABSTRACT

The development of the design of a building results from a process that must be carried out, applying the technical knowledge of the professional, its ability to visualize all the stages of the work and with the presentation of the details of all stages of construction, specification materials and drawing. With the project it is possible to foresee the execution of the work and the consequent production of the enterprise. In this context, the objective of this work is to demonstrate, through the tools available at the present time, the accomplishment of the compatibility and determination of inconsistencies of a project. It is common in the construction sector to experience implementation problems related to design failures or errors due to lack of quality with the workforce, allowing pathologies that can be avoided. The study presented in this paper seeks to base the literature on the theoretical basis, and seeks to qualify contextualized information. From the above, it was possible to conclude that the accomplishment of the compatibilization presented several inconsistencies that could be foreseen and corrected, further improving the execution of the building.

**Keywords:** Civil Construction Projects; Project Compatibility; Inconsistencies in Projects.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Vida de um projeto.....	15
Figura 2 - Capacidade de influência no custo de um empreendimento de acordo com as suas etapas.....	21
Figura 3 – Influencia do projeto e custo.....	22
Figura 4 - Origem das patologias das edificações.....	22
Figura 5 - Ciclo de vida de um projeto no BIM.....	27
Figura 6 - Representação de interoperabilidade do BIM.....	33
Figura 7 - Interoperabilidade de informações.....	34
Figura 8 - Perspectiva da edificação analisa.....	36
Figura 9 - Planta baixa humanizada do tipo 1.....	36
Figura 10 - Planta baixa humanizada do tipo 2.....	37
Figura 11 - Planta baixa humanizada do tipo 3.....	37
Figura 12 - Elevação frontal e corte longitudinal da seção do projeto em análise.....	38
Figura 13 - Incompatibilidades e as disciplinas.....	44
Figura 14 - Inconsistências segundo o tipo.....	45

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Fases do projeto.....	19
Quadro 2 - Comparação entre maquete eletrônica e modelo da edificação. ....	31
Quadro 3 - Compatibilização do projeto. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	10
1.1.1	Objetivo Geral .....	10
1.1.2	Objetivos Específicos .....	10
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	11
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	11
<b>2.1</b>	<b>Levantamento dos Dados</b> .....	12
<b>2.2</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	12
<b>2.3</b>	<b>Estudo de caso</b> .....	13
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>3.1</b>	<b>Projetos Na Construção Civil</b> .....	13
3.1.1	Ciclo de Vida de um Projeto .....	15
3.1.2	Processo de Elaboração de um Projeto .....	17
<b>3.2</b>	<b>Compatibilização De Projetos</b> .....	23
<b>3.3</b>	<b>Metodologia Bim</b> .....	25
3.3.1	Características e Conceitos do BIM .....	26
3.3.2	Modelagem Paramétrica .....	29
3.3.3	Interoperabilidade .....	32
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	35
<b>5.1</b>	<b>Descrição Do Projeto</b> .....	35
<b>5.2</b>	<b>Compatibilização</b> .....	38
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48
	<b>APÊNDICE A – COMPATIBILIZAÇÕES</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade se procura utilizar a combinação de vários sistemas e tecnologias que fazem parte da composição de uma edificação, tentando buscar e aprimorar a estabilidade estrutural, durabilidade, funcionalidade, e garantia de conforto e comodidade.

Os novos desafios determinados para o setor da construção civil, procuram aumentar a produtividade, diminuindo o tempo de execução, possibilitando alta competição entre empresas, melhorando a qualificação da mão de obra para serviços específicos, e realizando a compatibilização de projetos para evitar que aconteçam patologias na edificações.

O projeto deve ser o retrato da obra a ser construída contendo todos os dados necessários para a sua efetivação. Mas, por falta de atenção, por desleixo ou por negligência, ou ainda, pelo fato de o profissional deixar efetivamente de assumir as suas funções, com um projeto que possa conter falhas ou falta de informações, é possível a ocorrência de problemas ou até desastres.

É de responsabilidade do responsável técnico pelo projeto detalhar todas as fases do projeto, aplicando todo o seu conhecimento para realizar o mesmo com as devidas especificações, dentro daquilo que preconizam a legislação e as normas técnicas, para que não ocorram patologias na execução da obra, ou mesmo, durante a utilização da edificação.

É neste contexto que a realização da compatibilização de projetos das edificações, podem agregar valor à execução e realização de uma obra, onde é possível fornecer informações detalhadas sobre cada particularidade da construção e que determina a integração dos diversos projetos referentes a mesma edificação, sendo eles os projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico entre outros.

O projeto de uma edificação é um conjunto de documentos, tanto em desenho quanto em texto, que descrevem todas as informações relacionadas a obra, determinando assim como será a execução, sistemas construtivos, profissionais, etc. É a etapa inicial e uma das mais importantes nos processos de execução de uma edificação, e é considerada uma tarefa complexa, pode ser considerada como o processo no qual os problemas e soluções aparecem. É necessário um crítico olhar para determinar e identificar as mais diferentes necessidades da construção e realizar a sua adaptação para execução em campo.

Devido à complexidade, e quantidade de informação necessária que é possível realizar o valor da compatibilização e integração dos projetos, auxiliando e melhorando a prática da execução da edificação.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar a compatibilização do projeto de arquitetura e os seus complementos para um edifício residencial. De forma mais específica, o presente trabalho irá abordar o processo de realização do projeto, apontando as definições de compatibilização e quais as vantagens de sua prática. Pela realização de um estudo de caso será demonstrado na prática a integração dos projetos e a compatibilização dos mesmos em um empreendimento determinado.

Para realização e fundamentação deste trabalho será realizado então uma revisão bibliográfica, utilizando como base artigos, periódicos, livros, etc., qualquer material de índole confiável e de forma a contribuir com o conteúdo exposto no trabalho, as bases de dados para realização deste trabalho têm como origem CAPES, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e no banco de dados de universidades brasileiras como a USP Universidade de São Paulo) e UNICAMP (Universidade de Campinas), realizando pesquisas com foco em compatibilização de projetos; integração da edificação; e, projetos na construção civil. Após o levantamento dos dados foi realizada a avaliação do material obtido e separado aqueles para referencial e uso na aplicação do trabalho, compilando as principais informações.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Verificar o projeto de arquitetura de um edifício residencial e apresentar a compatibilização do mesmo com os projetos complementares, demonstrando as vantagens obtidas com os resultados observados.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- a) Abordar o processo de realização do projeto, definições de compatibilização e quais as vantagens de sua prática;

- b) Ao realizar o estudo de caso, demonstrar-se-a a prática da integração e compatibilização dos projetos do empreendimento determinado.
- c) Apresentar os resultados obtidos com a realização da integração dos projetos e os seus complementares.

## **1.2 Justificativa**

O interesse pela realização desta análise presente no atual trabalho se deu devido à precariedade existente e conhecida na construção civil, na fase de planejamento e gerenciamento das obras, as maiores ocorrências na construção civil associadas aos problemas acontecidos se dão por falta de planejamento, gestão e projeto.

De acordo com Mayr (2000), a sobrevivência do projeto depende inicialmente da consistência das suas informações e, em seguida, da conformidade da obra. Tanto a inconsistência das informações, ou falhas de projeto, quanto o distanciamento da obra em relação ao projeto, ou erros de execução, levam a estados de não conformidade.

Sendo assim, são essenciais as informações para realização e execução de obras, evitando a ocorrência de patologias e retrabalhos, e ainda otimizando os recursos, tempo e custo no desenvolvimento de uma obra.

Desta forma este trabalho se justifica pelos benefícios que a realização da integração dos projetos pode agregar a empresa, a obra e aos profissionais envolvidos pela sua realização.

## **2 METODOLOGIA**

O presente trabalho é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica, buscando a partir das referências documentadas qualificar e quantificar as informações obtidas.

A revisão bibliográfica, ou revisão da literatura, é uma análise crítica, metódica e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento (TRENTINI; PAIM, 1999).

A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS, 2001).

Pode-se agregar ao acervo consultas realizadas a base de dados, periódicos e artigos referenciados com a finalidade de desenvolver a pesquisa.

O procedimento documental, conforme Gil (2002), tem o objetivo de descrever e comparar dados, características da realidade presente e do passado.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa, por se basear na realidade para fins de compreender uma situação única (RAUEN, 2002) e quantitativa, por buscar conhecimento por meio de raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, mensuração de variáveis, observação e teste de teorias. (CRESSWELL, 2007).

## **2.1 Levantamento dos Dados**

A base de dados para estudo: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, Biblioteca Digital da Unicamp, Portal de Periódicos CAPES/MEC, esses serviram como instrumento para a coleta de dados, a partir dos seguintes termos e assuntos: Compatibilização de projetos; Integração da edificação; Projetos na construção civil.

## **2.2 Análise dos dados**

Após o levantamento dos dados foi realizado a avaliação do material obtido e separado aqueles para referencial e uso na aplicação do trabalho, compilando as principais informações. Em seguida foi feita uma análise minuciosa, das mesmas de forma a estabelecer uma conexão e compreensão com o tema a ser estudado e desenvolvimento deste, para que então seu uso seja demonstrado no referencial teórico.

## **2.3 Estudo de caso**

A compatibilização foi feita sobrepondo-se os projetos a serem compatibilizados no software REVIT, e por meio da verificação manual das inconsistências, propuseram-se soluções às mesmas.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 Projetos Na Construção Civil**

A definição de projeto pode ser discriminado como o conjunto de atividades não rotineiras (único), com início e fim bem definidos, destinadas a materializar um objetivo (CARDOSO, 2011). É possível a percepção pela descrição do autor então que os projetos possuem diversas etapas, e cada uma dessas etapas possui objetivos, duração e características relacionadas as mesmas.

Para desenvolvimento dessas atividades a serem executadas é necessário então se criar uma ordem, manipulá-las e realizar a sua gestão para que os objetivos sejam cumpridos e os prazos não sejam ultrapassados, e para isso o gerenciamento de projetos se demonstra como importante recurso neste âmbito.

A gestão de projetos é apenas um resultado da ideia do projeto. Para que um projeto seja efetivo, é importante supervisionar os recursos, com limitações de tempo, custo e qualidade, entre outros, tendo em mente o objetivo final de fazer o projeto cumprir seus objetivos e realizar cada um dos envolvidos com ele (CARDOSO, 2011). Nesse feito, o gerenciamento de projetos tem por missão, tornar o projeto possível de ser realizado.

O autor também indica que o projeto depende de um tripé, em particular: o planejamento (metas, planos, planos de gastos, tarefas especializadas, etc.), recursos (relacionados a dinheiro, recursos humanos, equipamentos, etc.) e um envolvente (clientes, associações e organizações participantes, indivíduos e interesses influenciados pelo empreendimento).

Para Cardoso (2011), a gestão de projetos tem três medidas: funções, procedimentos e estágios. As funções a seguir mostram o que o termo “gerir” abrange:

- a) Escopo: apresentação das etapas, obrigações, missões, limites e interfaces;
- b) Tempos: organização, controle e replantação de prazos, definição de extensões, ritmos e limites; planejamento de horários monetários físicos;
- c) Custos: conjecturas e planos de gastos, controles e projeções de despesas;
- d) Qualidade: determinação do nível de excelência, quanto a especificação do cliente e realização durante o processo de execução, tendendo a obter o mínimo de erros possíveis, até mesmo na gestão do projeto;
- e) Comunicação: Forma pela qual possam ser atribuídas e delegadas informações e serviços internamente e externamente a empresa;
- f) Mão de obra: definição e atribuição de grupos, organização da força de trabalho, inspiração e práticas, preparação e avanço;
- g) Contratos e suprimentos: caracterizam listar contratações, supervisionar contratos, gerenciar terceiros e provedores;
- h) Perigo: exame e avaliação de desvios e perigos para ampliar metas.

Os procedimentos dizem respeito a como supervisionar e são atividades de:

- a) Programação ou planejamento;
- b) Associação e coordenação;
- c) Execução;
- d) Verificação e manutenção.

E as etapas, fazem realização sobre a duração no gerenciamento em relação as fases, que desenvolve no projeto, determinando:

- a) Concepção;
- b) Planejamento;
- c) Execução;
- d) Conclusão

Todas essas dimensões devem estar associadas a todo o período de realização do projeto, o prazo total necessário para seu desenvolvimento por completo, assim seu ciclo de vida será concluído de forma correta.

### 3.1.1 Ciclo de Vida de um Projeto

Todas as atividades do projeto começam e terminam seu período de realização. O fim é alcançado quando os objetivos do empreendimento são alcançados (NOCÊRA, 2010). Da mesma forma, toda a tarefa tem um ciclo de existência, que tem um tempo de início e término estipulado e é feito de estádios de transição que caracterizam seu ciclo de vida. (FAGUNDES, 2013).

De acordo com Vargas (2007) o ciclo de vida de um projeto compreende o nível de esforço que leva para começa-lo essencialmente do zero, se desenvolver até o ponto em que atinge um extremo e começar a diminuir de forma direta para zero, considerado o fim da tarefa do projeto.

O Gráfico 1 demonstra essa descrição contextualizada pelo autor atribuída as fases do projeto:

Figura 1 - Ciclo de Vida de um projeto.



Fonte: Adaptação Vargas (2007).

Mattos (2010), explica da seguinte forma as etapas do ciclo de vida do projeto:

a) Origem / início

- Significado do grau: processo de decisão do programa de necessidades, ou seja, as linhas gerais do objetivo a ser antecipado.
- Detalhamento do escopo: Delimitação do objetivo em aglomerados, estágios, tipo de contratação e assim por diante.

b) Indicadores.

- Análise de viabilidade: exame de custo-benefício, avaliação dos resultados a serem adquiridos em capacidade do custo planejado, garantia da soma necessária após algum tempo.
- Prova reconhecível da fonte de gastos: ativos próprios, créditos, linhas de financiamento, soluções combinadas.
- Anteprojeto (projeto básico): avanço inicial do pré-emprego, com desenvolvimento para o projeto essencial, quando já contém os componentes vitais do plano de gastos, detalhes e provas reconhecíveis das importantes administrações.

c) Planejamento.

- Plano de gastos (orçamento): composição do custo e administração, com conexão de fontes de informação e espaço para dar e receber mais do que o plano de gastos preparatórios.
- Planejamento: elaboração de uma rotina de trabalho real (cronograma), com concretização de datas de vencimento e realizações de contrato.
- Projeto executivo: detalhe total do empreendimento, incluindo todos os componentes importantes para a execução do trabalho realizado em obra.

d) Execução

- Obras civis: implementação de atividades de campo, uso de materiais e utilização de mão de obra e equipamentos.
- Organização juridicamente obrigatória: medições, revista de trabalho, uso de punição, substâncias adicionadas ao acordo e assim por diante.

- Exame de trabalho ou administração: supervisão de exercícios de campo, reuniões de avaliação antecipada, resolução de erros e possíveis imprevistos ocorridos e assim por diante.

e) Conclusão

- Comissionamento: inicialização e teste do último item.
- Exame final: teste para obter o produto contratado.
- Transferência de obrigações: recebimento da obra e devolução do produto finalizado.
- Liberação de manutenção autorizada: Se a organização contratante tiver mantido dinheiro de organização exultante.
- Resolução dos últimos casos: Reunião de registros, parcelamento de medições adiadas, transações de ações juridicamente vinculativas, e assim por diante.
- Termo de recebimento: provisório e conclusivo.

Por meio do projeto, o administrador da obra pode caracterizar as necessidades, criar o grupo de execução, pensar sobre escolhas de ataque, gerenciar imprevistos e desvios, entre outras vantagens (FAGUNDES, 2013).

### 3.1.2 Processo de Elaboração de um Projeto

Segundo Rego (2001), o processo de elaboração de um projeto é onde as estruturas cognitivas e criativas convergem de forma singular. A ação de projetar, é fundamentada pela criação através do domínio do conhecimento específico de uma ciência. Na arquitetura, o conhecimento é subjetivo e contém diversos complementos, o que demonstra a associação entre a cognitivo e criação ser ainda mais evidenciado.

É na elaboração do projeto arquitetônico onde se demonstra a fase de planejamento, projeção, simulação da realidade a ser construída, tendo como referência para a realidade. Os projetos são intermediários da ideia, e a representação gráfica é responsável pela comunicação entre os envolvidos no processo (ÁVILLA, 2011).

De acordo com o PMI (2017), a realização de um projeto pode ser definida como um esforço temporário com o objetivo de originar um produto ou serviço exclusivo. O mesmo, é determinado consequentemente por etapas, realizado por pessoas, com recursos finitos, e aplicado sobre planejamento, execução e controle.

A NBR ISO 9001 define que projeto:

“É o conjunto de processos que desenvolvem exigências em características determinadas ou especificadas em um produto, processo ou sistema (ABNT, 2008)”.

O processo responsável pelo desenvolvimento do projeto relaciona todas as decisões e ações que tem como objetivo subsidiar a criação e a produção de uma edificação, desde a realização das atividades burocráticas, realização do programa de necessidades, projeto do produto até a execução do empreendimento (FABRÍCIO, 2002).

Conforme Souza e Abiko (1997), as soluções utilizadas na etapa projetual, possui uma abrangente repercussão no processo de execução e na qualidade final da obra, até a entrega ao cliente. É na etapa de desenvolvimento do projeto que ocorre a concepção e elaboração do produto, onde deve ser baseado em identificar as necessidades dos clientes, com relação a desempenho, custos e condições do local que estará submetido. A qualidade do projeto determinará a condição e o nível de satisfação do cliente final.

O desenvolvimento de um projeto de uma edificação ocorre através de etapas, que se completam ao percorrer o processo, com o envolvimento de vários profissionais associados a questões técnicas relacionadas a diversas especialidades abrangidas pelo projeto. Todo esse processo, irá gerar um projeto executivo, onde são determinadas todas as informações e dados referentes aos projetos complementares e possíveis detalhes necessários (ÁVILLA, 2011).

É possível demonstrar no Quadro 1 as fases a serem realizadas e os profissionais associados a cada uma delas, com base no manual determinado pela ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura).

Quadro 1 - Fases do projeto.

Fase do Projeto	Descrição da Etapa	Agentes/Profissionais
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.	Cliente, arquiteto, topógrafo.
Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e a respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.	Cliente, arquiteto.
Anteprojeto	Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.	Cliente, arquiteto, órgãos licenciadores.
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivo com detalhes Construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra	Cliente, arquiteto, gerenciador, projetistas complementares.

Fonte: AsBEA (2000).

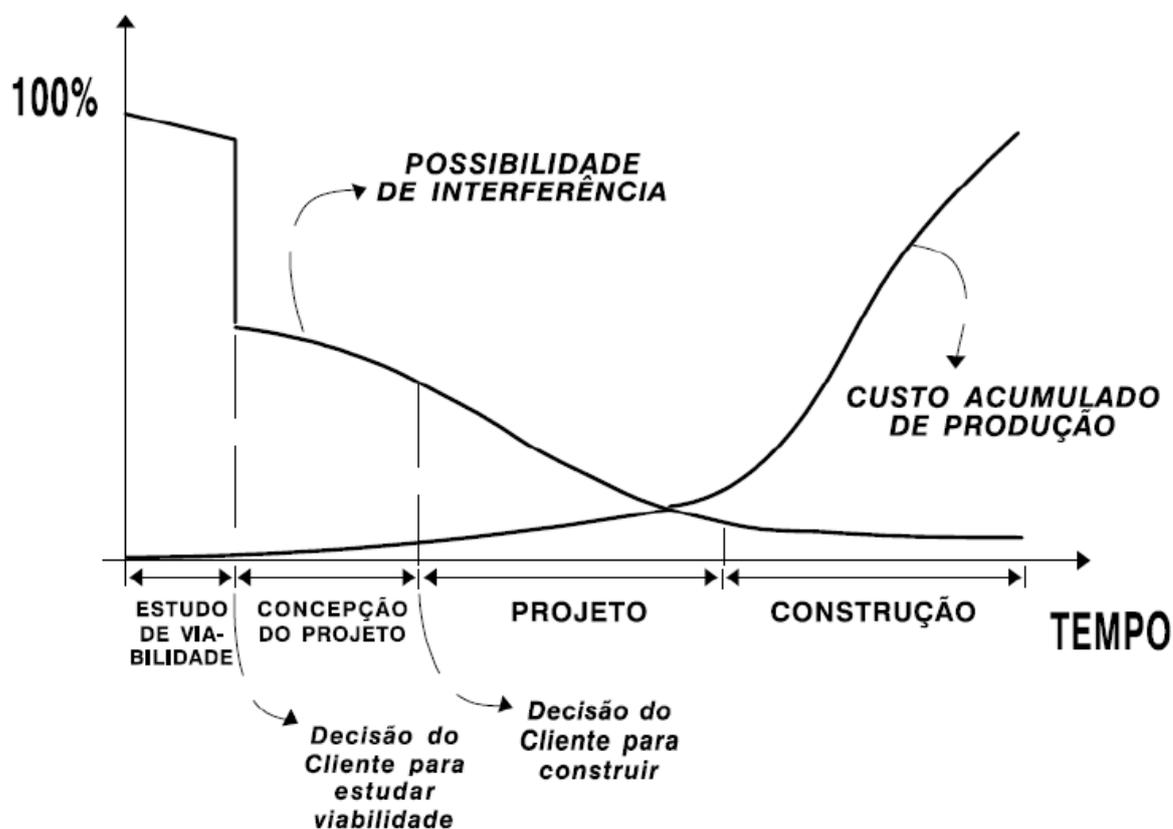
O desenvolvimento do projeto é acompanhado de uma sequência de diferentes fases de projeto com mais detalhes, de modo que a liberdade de resolver alternativas seja substituída pela maturação e desenvolvimento das decisões tomadas simultaneamente ao projeto arquitetônico do projeto para a descrição de projetos especializados. Portanto, muitas vezes acontece que a fase do projeto de uma determinada especialidade depende da conclusão da fase de outra especialidade, o grau de aprofundamento do processo decisório coincide com o que começa com o estágio (de outra especialidade). Por exemplo, o planejamento prévio de estruturas e fundações requer um projeto arquitetônico completo ou quase completo (FABRÍCIO et al., 1999).

Em cada fase do projeto, várias características são identificadas, cada uma delas associada a agentes específicos. Cada um deles adiciona soluções relacionadas ao projeto do edifício e oferece um desenvolvimento integrado de acordo com as características do ambiente comum para reduzir custos e retornar ao trabalho no início da próxima etapa (ÁVILLA, 2011).

O processo de projeto é a fase mais estratégica da empresa em termos de custo de produção e qualidade do produto (FABRÍCIO, 2002).

Na sequência, a Figura 2 apresenta a importância do processo do projeto ilustrando que as decisões estratégicas tomadas nos estágios iniciais do projeto, que estão diretamente relacionadas à qualidade e eficácia do projeto, são geralmente mais lucrativas.

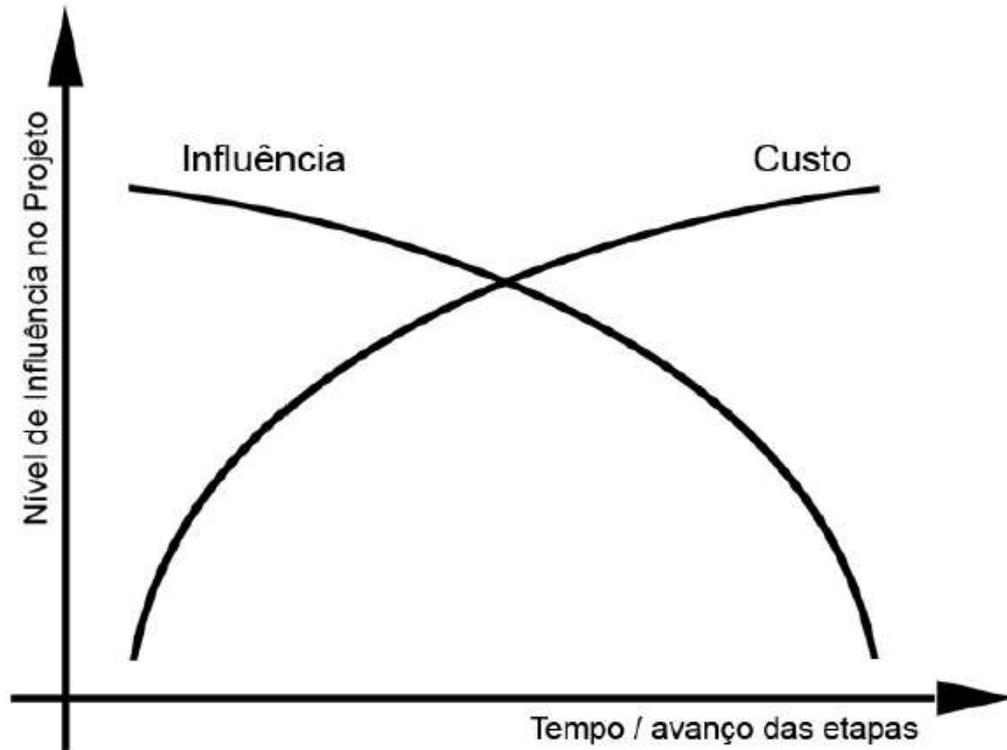
Figura 2 - Capacidade de influência no custo de um empreendimento de acordo com as suas etapas.



Fonte: FABRÍCIO (2002).

À medida que as fases do projeto se desenvolvem menos pode se antecipar problemas com a obra, pois alguns erros e incompatibilidades são reconhecidos apenas durante a construção. A necessidade de um retrabalho construtivo e de projeto significa que a empresa não pode competir com o mercado devido ao aumento dos tempos e custos de execução. A análise aprofundada nos estágios iniciais do projeto tende a economizar mais para os negócios (ÁVILLA, 2011). A Figura 3 demonstra a influência do projeto no custo.

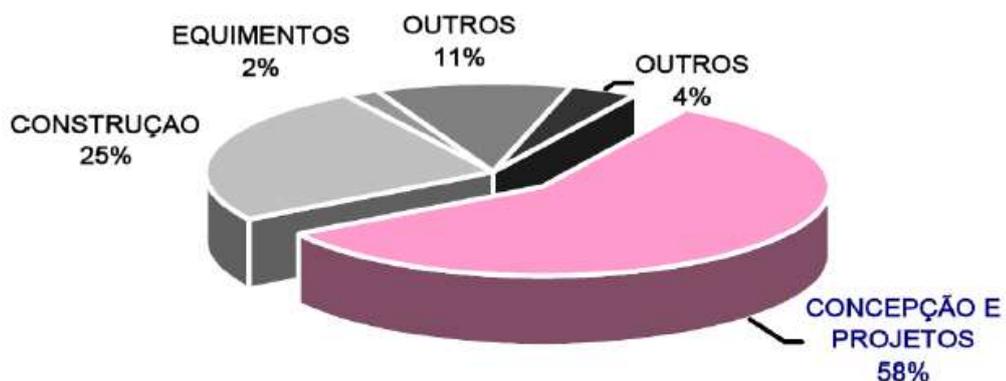
Figura 3 – Influencia do projeto e custo.



Fonte: ÁVILLA (2011).

Devido ao grande impacto no edifício, atenção especial deve ser dada à fase de projeto. Quanto maior o tempo dedicado ao desenvolvimento de cada fase do projeto, menos erros ou o retrabalho reduzirá o custo do projeto. Vários estudos mostraram que a principal causa de erros e patologias em edifícios é a falta de uma estrutura de construção devido a projetos incompletos ou mal realizados (MELHADO, 2005). A Figura 4 demonstra dados referentes ao surgimento das patologias nas edificações.

Figura 4 - Origem das patologias das edificações.



Fonte: MELHADO (2005).

### 3.2 Compatibilização De Projetos

Apesar dos avanços tecnológicos e do processo de fabricação que a indústria da construção civil introduziu nos últimos anos, ainda é normal que os projetos sejam fechados durante o seu desenvolvimento, de Tavares Júnior et al. (2003): Pequenas empresas ainda têm projetos de desenvolvimento conjunto sem a necessidade de compatibilidade de disciplinas de projeto, o que leva a vários fatores negativos, como qualidade de construção ruim, um maior nível de duplicação de trabalho, a longo prazo, o que aumenta o custo.

De acordo com Fabrício (2004), vários projetistas, consultores e representantes de projetos participam do projeto para contribuir com o projeto. Cada agente participa de seus próprios interesses e conhecimentos para desenvolver parte das decisões e formulações do projeto. Segundo o autor, várias interfaces entre os principais participantes do processo do projeto são observadas e diferentes compatibilidades são necessárias para garantir a consistência entre as soluções e os projetos.

Segundo Sebrae (1995), a compatibilidade é definida como a gestão e integração de projetos relevantes, em busca de um acoplamento ideal entre eles e a obtenção de padrões comuns de controle de qualidade para trabalhos específicos.

Conforme Picchi (1993), a integração ou compatibilização de projetos determina a atividade responsável de sobrepor os diversos projetos e analisar as possíveis interferências, como programar reuniões, entre os vários projetistas e responsáveis, com o objetivo de resolver problemas que tenham sido detectados.

Já Novaes (1998) destaca que esse processo está sob a coordenação de projetos feitos para processos tecnológicos geométricos e de produção física, de acordo com os componentes que trabalham juntos nos elementos verticais e horizontais do edifício. Segundo o autor, este método é um fator importante para melhorar a construtividade e a racionalização construtiva, facilitando a integração de vários ingredientes ativos e especialidades na produção. O autor também estabelece que a implementação de cada medida para chegar a um acordo sobre as decisões tomadas para cumprir os projetos de produtos e projetos para a produção e as especificações técnicas da aplicação é adotada por cada subsistema.

Para Melhado (2005), a compatibilização determinou a realização de projetos de diferentes áreas e aplicou o controle de interferências entre eles, e os

problemas destacados, para que a coordenação possa interagir com os mesmos e resolvê-los. Além disso, o autor enfatiza que a compatibilização funciona como uma "rede fina" na qual possíveis erros podem ser detectados.

Os projetos são sobrepostos uns sobre os outros e todas as distorções serão corrigidas. Apesar do progresso feito em comparação ao processo de desenvolvimento tradicional, foi necessário integrar os recursos do projeto, em vez de oferecer uma melhoria em sua conclusão, resultando em melhores projetos que sejam mais compatíveis com a realidade do processo de execução da obra (ÁVILLA, 2011).

Projeto de compatibilidade é definido como a atividade de gerenciamento, na qual a integração de disciplinas é baseada em uma análise de possíveis interferências entre diferentes projetos com base em uma maneira sistemática de mostrar e oferecer um equilíbrio de ajustes necessários e o ajuste perfeito entre o assunto, as disciplinas tornam-se atividades reais em diferentes fases do projeto, o que simplifica a implementação, antecipa possíveis problemas e minimiza conflitos e demonstra melhorias durante a construção (ÁVILLA, 2011).

É no processo de projeto arquitetônico que começa a compatibilidade, de preferência no estudo preliminar, onde há muita flexibilidade e a capacidade de se desenvolver compatível com outros projetos. Quanto mais desenvolvidos os projetos estiverem, mais difícil é realizar a compatibilidade.

Callegari (2007) enfatiza que a compatibilidade durante a fase de projeto permite receber feedback, corrigir e oferecer novas soluções para melhorar a eficiência. Portanto, a preparação de projetos futuros reduz a incerteza construtiva. A análise de incompatibilidade entre projetos permite realizar qualitativamente um procedimento de acordo com a adequação e eficiência ao aumentar e implementar continuamente a melhoria da ação corretiva do projeto arquitetônico e da construção do sistema.

Para Rodríguez e Heineck (2001), a integração deve ocorrer na conciliação de cada uma das seguintes fases do projeto: estudos preliminares, projetos, projetos de legislação e de gestão, que vão desde a integração total de soluções de gerenciamento à sua interferência geométrica. Os mesmos autores observam que a compatibilidade é facilitada pelo fato de derivar de estudos preliminares.

A compatibilidade é justificada como um instrumento de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto. Com a capacidade de sobrepor

informações usando ferramentas gráficas, o caos é óbvio, permitindo que alterações oportunas sejam feitas para evitar soluções inadequadas na obra.

Durante a verificação física, os projetos dimensionais e de sistema reduzirão significativamente as falhas e surpresas durante a implementação do projeto, e a ocorrência do aumento na capacidade de construção sem improvisações ou interrupções durante a operação é visível.

### **3.3 Metodologia Bim**

Originado através das pesquisas desenvolvidas por Chuck Eastman, o conceito de Building Information Modeling (BIM) é definido por Eastman (2008) como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos da construção.

Segundo Ruschel (2010) a tecnologia BIM, e associados, vem despontando como um novo paradigma na arquitetura, engenharia e construção. Entre as possibilidades do sistema BIM, as que despertam maior interesse são as tecnologias de processo de projeto, fazendo com que o BIM não seja apenas uma forma de representação posterior às atividades de criação, mas parte integrante do processo e dinâmica do projetar.

O BIM é um processo que, segundo Suchocki (2016), permite a implementação de todas as fases de um projeto em que são criados modelos 3D paramétricos. Modelos inteligentes facilitam a compreensão das partes interessadas do projeto e permitem a melhoria contínua do sistema. Portanto, ao contrário das funções 2D tradicionais, torna-se possível criar um banco de dados e visualizar todo o trabalho, o que levará a melhores resultados e a uma manutenção mais fácil do espaço criado.

De acordo com Manzone (2014) Building Information Modeling é um processo de gerenciamento de informações no qual os modelos desenvolvidos por profissionais no mundo virtual se tornam legíveis usando regras e parâmetros. Os recursos do BIM permitem melhorar os métodos de monitoramento de informações sobre obras e projetos e facilitar a disseminação de informações entre os envolvidos da obra.

Os sistemas baseados na tecnologia BIM permitem o gerenciamento da informação ao longo do ciclo de vida completo de uma edificação, através de um

banco de dados inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões (COELHO; NOVAES, 2008).

O intuito da ideia da projeção no BIM no mercado é exatamente isso, que é a modelagem 3D, na qual todas as informações necessárias para a construção estão disponíveis. Assim como as tecnologias CAD revolucionaram não apenas o mercado de projetos, mas também projetistas e construtoras, o BIM pode fazê-lo. (CAVALCANTI, 2016).

Além disso, como todo o projeto do BIM está vinculado a elementos construtivos, muita experiência é necessária nessa área para criar elementos complexos que não fazem parte do padrão de mercado.

### 3.3.1 Características e Conceitos do BIM

O BIM propõe a construção de um modelo digital onde diversas variáveis podem ser testadas como energia, estrutura, custo, forma, entre outros (Eastman, 2008).

A plataforma de modelagem BIM para Menezes (2011), determina o trabalho da filosofia, entre arquitetos, engenheiros e construtoras na produção de modelo virtual preciso, que cria um banco de dados que contém tanto informações topológicas como uma portadora de suportes necessários para o cálculo do equilíbrio de poder e a previsão das fases de construção. Conforme mostrado na Figura 5, o BIM é roteado ciclicamente para edificações. Conforme observado na Figura 5, o BIM aborda as edificações de forma cíclica.

Figura 5 - Ciclo de vida de um projeto no BIM.



Fonte: MARTINI (2018).

O impacto do BIM não se limita à construção, vem da indústria de produtos e materiais, passa por projetos e obras de edifícios, estradas e outras infraestruturas e amplia a manutenção, desmontagem ou reutilização deste trabalho. No entanto, o setor da construção pode ser visto como um elemento-chave desse processo de disseminação, pois cria demanda para outros setores e, portanto, leva à disseminação do BIM (KASSEM; AMORIM, 2015).

Andrade e Ruschel (2009) observam que o conceito BIM ainda não é totalmente absorvido pelo mercado. As empresas do projeto estão interessadas principalmente em usar a parametrização no desenvolvimento de um produto de qualidade final e integrá-lo separadamente em cada área. Portanto, o conceito de interação deve ser desenvolvido para explorar plenamente o potencial da plataforma BIM.

Do ponto de vista das ferramentas BIM, Ruggeri (2017) explica que seu uso pleno possui um importante dispositivo tecnológico para melhorar a interação entre os especialistas envolvidos. O autor enfatiza que o trabalho deve estar ligado aos conceitos de coletividade e complexidade.

Segundo Ruggeri (2017), a gestão tradicional do projeto de construção, como base, a cooperação entre os profissionais participantes sugere que a soma dos resultados de cada profissão pode ser compreendida. Mas o conceito de cooperação, os requisitos da plataforma BIM, fazem o trabalho conjunto de diferentes atores nas relações de igualdade (não hierárquica), a fim de facilitar a assistência mútua e alcançar os objetivos para o benefício de todos.

Nesse sentido, Kassem e Amorim (2015) explicam que o uso de BIM para trazer novos níveis de processos de comunicação entre projetistas e outros agentes para o ciclo de vida do edifício, que está associado com agentes de reestruturação e produtos de projeto, a este respeito. Portanto, os especialistas envolvidos - projetistas e gestores - devem adaptar e reformular seus métodos e conhecimentos no campo do desenvolvimento e gerenciamento de projetos.

As plataformas de planejamento e gerenciamento operacional podem variar durante todo o ciclo de vida do trabalho e em várias disciplinas. Eles são caracterizados pela integração de projetos. Eastman (2008) destaca os recursos, benefícios e capacidades do BIM para o desenvolvimento de projetos ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício, conforme descrito abaixo:

- a) Fase de concepção de projeto: essas plataformas melhoram a capacidade de formular conceitos preliminares e estudos de viabilidade.
- b) Projeto: permite uma visualização mais detalhada das fases iniciais do projeto. Correção simultânea de dados quando são feitas alterações no projeto; existe uma geração automática de desenhos em 2 ou 3 dimensões; fácil colaboração de todos os especialistas envolvidos nas fases preliminares; extração automática de dados quantitativos no processo de planejamento; Simplicidade de estudo e análise de estabilidade.
- c) Execução: é a sincronização do planejamento do trabalho com as fases do modelo; Detecção de interferência física entre elementos destinados à construção antes da execução do trabalho; Destreza no processo de mudança de projeto; a capacidade de usar o modelo do projeto como base para a produção de produtos acabados; a melhor implementação dos melhores métodos construtivos; fases de aquisição, projeto e construção.

- d) Operação: refere-se a uma melhor gestão dos sistemas e ativos construtivos.

### 3.3.2 Modelagem Paramétrica

Segundo Eastman (2014) a modelagem é a construção de representações de fenômenos ou sistema, com o intuito de melhor compreender a sua natureza e prever o seu comportamento. Porém no Bim o modelo não é composto apenas por figuras geométricas 3D, mas estas são complementadas por informações, que o transformam em um modelo nD, como peso, resistência, preço, fabricante, entre outros. Sendo assim o modelo de um edifício representa as características físicas e funcionais dos componentes da edificação, em um ambiente multidimensional de modo que elas possam ser testadas e aprimoradas antes da construção.

Todos os modelos tridimensionais em sistemas tecnológicos BIM são paramétricos, o que significa que os elementos são representados por parâmetros relacionados a dados (geométricos e não geométricos) e podem ser correlacionados entre si. Parametrização permite atualização dinâmica de objetos quando ocorrem mudanças no banco de dados do projeto (CAVALCANTI, 2016).

Para Eastman (2014), entender a definição de objetos paramétricos é fundamental para entender o BIM e sua diferença em relação aos objetos 2D tradicionais. O autor define objetos paramétricos como:

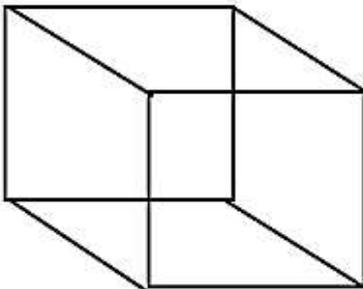
- a) Definições geométricas de dados e regras associadas.
- b) A geometria integrada não é redundante sem inconsistências. O plano e a inspeção desse objeto devem sempre ser consistentes. As dimensões não podem ser manipuladas (incorretamente).
- c) Regras paramétricas para objetos que modificam automaticamente as geometrias associadas quando são inseridas em um modelo construtivo ou quando ocorrem alterações em objetos relacionados. Por exemplo, a porta se ajusta automaticamente à parede, o interruptor é automaticamente instalado no lado direito da porta, a parede é automaticamente redirecionada para o telhado ou teto, etc.
- d) Objetos que podem ser definidos em diferentes níveis de agregação para que possa definir tanto a parede quanto seus componentes

correspondentes. Objetos podem ser definidos e gerenciados em qualquer nível da hierarquia. Por exemplo, se o peso do subcomponente da parede mudar, então o peso da parede inteira irá ser alterado.

- e) As regras do objeto podem identificar quando uma modificação particular viola a vitalidade de um objeto em termos de dimensões, construtividade, etc.
- f) Grupos de atributos que são conectados, recebidos, distribuídos e / ou exportados, por exemplo, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia em outros aplicativos e modelos.

O Quadro 2 demonstra a comparação entre as abordagens tradicional em 2D e o método BIM:

Quadro 2 - Comparação entre maquete eletrônica e modelo da edificação.

	<b>ABORDAGENS</b>	
Termos correlatos	<b>Maquete Eletrônica</b>	<b>Modelo da Edificação</b>
Plataforma	CAD convencional	BIM
Característica Geral 01	Não orientada a objetos e sem objetos paramétricos	Orientada a objetos com os objetos paramétricos
Característica Geral 02	Desenhos técnicos desvinculados à maquete eletrônica	Desenhos técnicos vinculados ao modelo da edificação
Exemplo de Software	AutoCAD 2000, 2004, 2006 e 3D Studio	Revit e ArchiCAD
Característica do software	O software não utiliza do BIM	O software utiliza do BIM
Os objetos são	Linhas e Volumes	Paredes, Portas e Janelas
Visualização em 3D de um cubo como exemplo		
O software entende uma parede como sendo	Um sólido ou volume em 3D	A representação de uma parede como na edificação pronta
Informações que vão com o arquivo	Informações sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posição no Espaço</li> <li>• Componentes</li> </ul> Linhas ou Volumes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparência</li> </ul> Textura	Informações sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometria 3D</li> <li>• Posição no Espaço</li> </ul> Parâmetros de controle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos, Cronogramas</li> <li>• Especificações</li> <li>• Fabricantes</li> </ul>

Fonte: HIPPERT (2009).

Andrade e Ruschel (2009) descobriram que os aplicativos de computador que usam o conceito de modelos paramétricos permitem que o projetista analise com rapidez e segurança várias soluções alternativas de projeto. Uma grande vantagem da parametrização BIM é que os elementos podem ser facilmente criados e

modificados: é garantido que a modificação de uma parte específica ou parte do projeto mudará automaticamente todo o projeto; A interação é uma consequência direta da parametrização. Para Eastman (2011) a interoperabilidade é a capacidade de trocar informações entre ferramentas, facilitando e melhorando o trabalho em automação.

### 3.3.3 Interoperabilidade

Segundo Eastman (2011) o conceito de BIM não está relacionado a um tipo software. Um único software que possuísse aplicativos para atender todo o ciclo de vida de uma edificação seriam complexos e rígidos demais. A criação de modelos BIM ocorre em um sistema formado por vários tipos de aplicações, com diferentes finalidades (IBRAHIM, 2004).

A troca de dados e informações entre aplicativos utilizados no processo de projeto e a capacidade de identificação, é denominado como interoperabilidade (EASTMAN, 2008). Esta permite aos profissionais de todas as disciplinas envolvidas terem acesso e alterar os dados do protótipo de acordo com o projeto específico de cada um de maneira colaborativa e ágil. Para identificação e troca de informações são utilizados arquivos de dados de produtos para a construção civil com protocolos específicos, como o Industry Foundation Classes (IFC) (RUSCHEL; ANDERY, 2010). A Figura 2 ilustra a o alcance que possui a interoperabilidade.

Figura 6 - Representação de interoperabilidade do BIM.



Fonte: MARTINI (2018).

Interoperabilidade é a capacidade de trocar dados entre aplicações, que suaviza os fluxos de trabalho e, por vezes facilita a sua automatização. Cada aplicativo possui linguagem própria, porém é necessário que a troca de dados do produto seja livre, independente de fabricantes. A interoperabilidade elimina a necessidade de copiar os dados já gerados manualmente em outra aplicação (Eastman, 2011).

De acordo com Eastman (2014) desde o início do uso do computador na construção civil pensa-se na integração dos dados de diferentes aplicativos.

Segundo Andrade et. Al. (2009) a modelagem paramétrica e a interoperabilidade permitem que sejam gerenciadas as informações do projeto em todo seu ciclo de vida. Com isso, podem ser realizadas avaliações e análises do empreendimento considerando seu ciclo de vida. O projeto buscaria um protótipo virtual do empreendimento considerando aspectos e dimensões físicas, de custo, de desempenho e de tempo, entre outras.



## 4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado no presente trabalho, se realizou a partir de um projeto já desenvolvido e modelado em uma ferramenta BIM: o Autodesk Revit. A partir do mesmo foi realizado e conferido as interferências e inconsistências e com base no referencial teórico determinado soluções e alternativas para as incompatibilidades encontradas. Assim foi possível demonstrar os recursos e a realização da compatibilização do projeto onde foram apresentadas pelas janelas salvas do programa no Apêndice A da página 51 a 69.

Mais uma observação se faz necessária: todas as imagens e plantas aqui demonstradas como Autoria Própria, estão consideradas assim por terem sido realizadas no software REVIT pelo autor do projeto, porém, os projetos arquitetônico e complementares foram feitos por profissionais habilitados, para uma empresa que os contratou. Por questões comerciais, a empresa repassou o projeto para que se realizasse o estudo, desde que, fosse mantido o sigilo quanto à autoria dos projetos. Há que se considerar, que para a execução deste trabalho, os desenhos e projetos, foram transferidos pelo autor do trabalho de conclusão, para a linguagem BIM, utilizando-se o software REVIT, da Autodesk. Desta forma, foi possível criar as imagens e perspectivas, que retratou o projeto original.

### 5.1 Descrição Do Projeto

O projeto determinado para o estudo é uma edificação residencial de alto padrão com área total de 7853 m<sup>2</sup> possuindo apartamentos com opção de três tipos diferentes. É uma edificação com 16 pavimentos, onde 3 destes pavimentos são determinados para a garagem e o térreo, possui o Hall de entrada e as vagas para os visitantes. Os pavimentos do 6º ao 10º possuem três apartamentos por andar e do 11º ao 16º contém dois apartamentos por andar. As Figura 8 demonstra a perspectiva do empreendimento estudado.

Figura 8 - Perspectiva da edificação analisa.



Fonte: Autoria Própria (2018).

As Figuras 9, 10 e 11 demonstram as plantas baixas humanizadas dos três tipos de apartamento.

Figura 9 - Planta baixa humanizada do tipo 1.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Figura 10 - Planta baixa humanizada do tipo 2.



Fonte: Autoria Própria (2018).

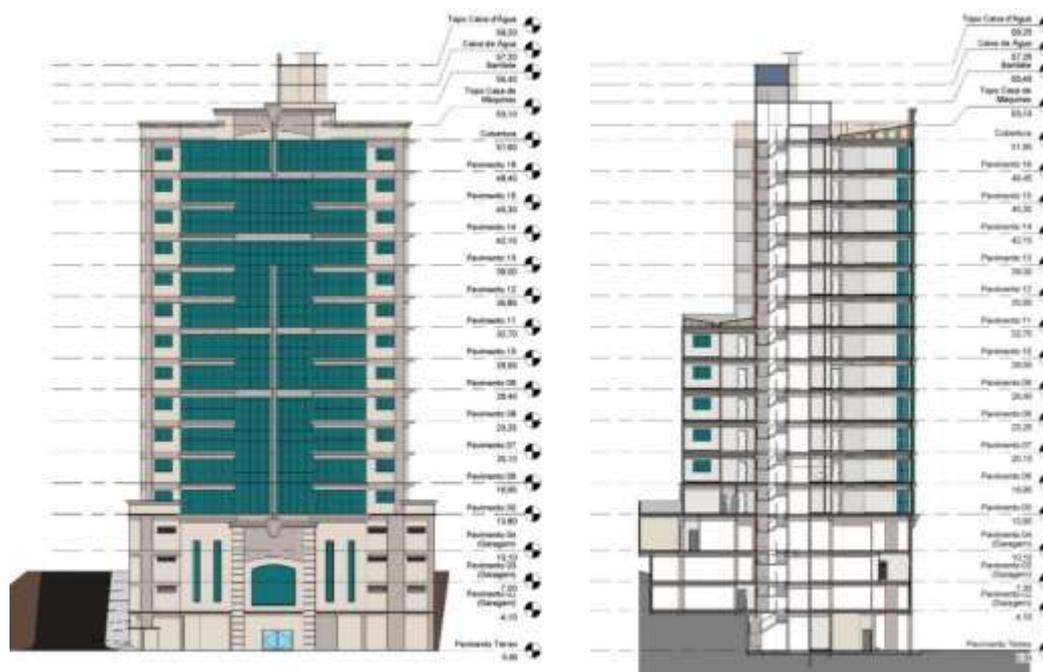
Figura 11 - Planta baixa humanizada do tipo 3.



Fonte: Autoria Própria (2018).

A Figura 12 ilustra a elevação e o corte da seção da edificação.

Figura 12 - Elevação frontal e corte longitudinal da seção do projeto em análise



Fonte: Autoria Própria (2018).

Com o projeto preparado, então seguiu-se para a realização da compatibilização do projeto com uso da ferramenta BIM o Autodesk Revit®.

## 5.2 Compatibilização

A compatibilização do projeto foi realizada paralelamente ao desenvolvimento do modelo, para efeito de análise foi demonstrado no presente trabalho as relações determinadas a compatibilização e não de modelagem total do projeto. As instalações elétricas não foram compatibilizadas nem utilizadas no modelo, devido a empresa não ter adquiridos os direitos referentes aos componentes elétricos, por não fazer parte do escopo do projeto, de acordo com o projeto disponibilizado pela empresa responsável pelo mesmo.

A compatibilização e desenvolvimento de todo projeto só foi possível devido ao uso das ferramentas do Revit da Autodesk. Primeiramente a modelagem e correção de erros se deu através do Autodesk Revit Architecture com uso específico da arquitetura para a elaboração de todos os elementos constituintes do programa, também foi utilizado o seu complemento o Revit Structure, especificado para modelar e detalhar toda a parte estrutural da edificação e o Revit MEP, usado para o projeto

de instalações prediais e projetos complementares, que permite a análise de erros de compatibilização e cálculos relacionados ao sistemas e dutos hidráulicos e elétricos.

A realização do processo de compatibilidade se deu de dois modos, primeiramente através de uma análise a olho foi analisado o projeto, verificado e anotado todas as anomalias e inconsistências encontradas e o segundo modo se deu através da ferramenta do Revit “Verificação de Interferências”, onde são determinados os elementos para verificação e análise do próprio programa para encontrar as incompatibilidades.

Então, a partir de todas as interferências e inconsistências encontradas no projeto foram determinadas soluções para cada uma delas e realização da otimização e consistência do projeto a ser executado futuramente pela empresa responsável, ilustrado no Apêndice do presente trabalho. O Quadro 3 demonstra todas as inconsistências determinadas e as soluções adotadas para cada uma delas.

Quadro 3 - Compatibilização do projeto.

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
1	Arquitetônico	Incoerência	11º	Não foi desenhado parede ao lado do telhado	Correção automática pelo software; este tipo de erro não ocorre no Revit
2	Arquitetônico	Incoerência	5º	Telhado em frente à sacada do apartamento tipo 02	Retirou-se o telhado e impermeabilização da laje
3	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Vão de descida do pluvial desalinhado com pavimentos adjacentes	Alinhamento do vão
4	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Platibanda desalinhada	Alinhamento da platibanda com paredes
5	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Altura do telhado ultrapassou altura da platibanda	Altura da platibanda aumentou de 1,50m para 1,85m; inclinação do telhado mudou de 15% para 13%
6	Arquitetônico	Incoerência	5º	Telhado sobre janela do BWC da Suite - apartamento tipo 02	Divisão do telhado em duas águas com calha central
7	Estrutural	Incoerência	6º a 11º	Viga e laje da sacada do apartamento tipo 03 desalinhadas com pilar	Fez-se um dente na viga e laje para alinhá-los ao pilar
8	Instalações	Incoerência	Cobertura	A enorme área de telhado e a grande extensão da calha requerem mais descidas para água pluvial, além das existentes nas duas extremidades	Criação de mais uma descida para água pluvial no meio do vão da calha
9	Instalações	Incoerência	5º	A grande área de varanda próxima ao salão de festas requer mais de um ralo para captação de água pluvial	Adição de um segundo ralo na outra extremidade da varanda
10	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	Fundação	Viga de baldrame desalinhada com parede do térreo	Alinhamento da parede com a viga de baldrame
11	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	2º	Viga desalinhada com face externa da parede	Alinhamento da parede com a viga
12	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º, 3º e 4º	Pilar sobrepondo janela (fachada frontal, lado esquerdo)	Diminuição da largura da janela
13	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º, 3º e 4º	Pilar sobrepondo janela (fachada frontal, lado direito)	Diminuição da largura da janela
14	Arquitetônico vs Estrutural	Alteração de fachada	Térreo a 4º	Pilar criou um dente indesejado na fachada frontal - lado direito	Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo
15	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	4º	Pilar sobrepondo janela (fachada de fundos)	Diminuição da largura da janela

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
16	Arquitetônico vs Estrutural	Alteração de fachada	Térreo a 4º	Pilar criou um dente indesejado na fachada direita	Prolongamento do pilar até o andar superior, escondendo o dente
17	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º e 3º	Vigas sobrepondo janelas da fachada frontal	Colocou-se uma parede de blocos de 9cm em frente ao pilar, permitindo a colocação das janelas
18	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º	Pilar e viga desalinhados com face externa da alvenaria	Alinhamento da parede com o pilar e viga
19	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º a 16º	Viga da sacada do tipo 02 desalinhada da laje proposta no projeto arquitetônico	Alinhamento da laje com a viga (redução da sacada)
20	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	5º	Laje ao lado da área verde do 5º pavimento maior que a proposta no projeto arquitetônico	Aumentou-se a laje, conforme o projeto estrutural
21	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º a 10º	Pilar criou dente indesejado na cozinha do apto tipo 03	Alinhamento da parede com o pilar
22	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	6º a 16º	Pilar sobrepondo porta de entrada da Suíte 1 no apto tipo 01	Parede divisória das suítes 1 e 2 foi mudada de bloco de 14cm para 9cm
23	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	Cobertura	Pilar criou dente indesejado na fachada direita	Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo
24	Instalações vs Arquitetônico	Sobreposição Tubulação - Esquadria	5º ao 16º	Tubulação de Água Pluvial da área técnica do espaço split da fachada esquerda obstruindo vista da janela	Redução da largura da janela de 1,80m para 1,60m
25	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Descida de Água Pluvial da cobertura, lado esquerdo, em sobreposição com viga de transição	Mudança na direção da descida em cima da laje, antes da viga
26	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Pluvial em sobreposição com Pilar P14	Alteração da coluna de Água Pluvial
27	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Pluvial em sobreposição com viga do G4	Alteração da direção do tê para a tubulação passar sob a viga
28	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 11	Descida de Água Fria da cozinha do apto tipo 03 em sobreposição com viga	Mudança da posição da coluna de Água Fria
29	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga de transição do G4	Alteração da direção da tubulação para desviar a viga
30	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6º a 10º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga 605 do apto tipo 03	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação

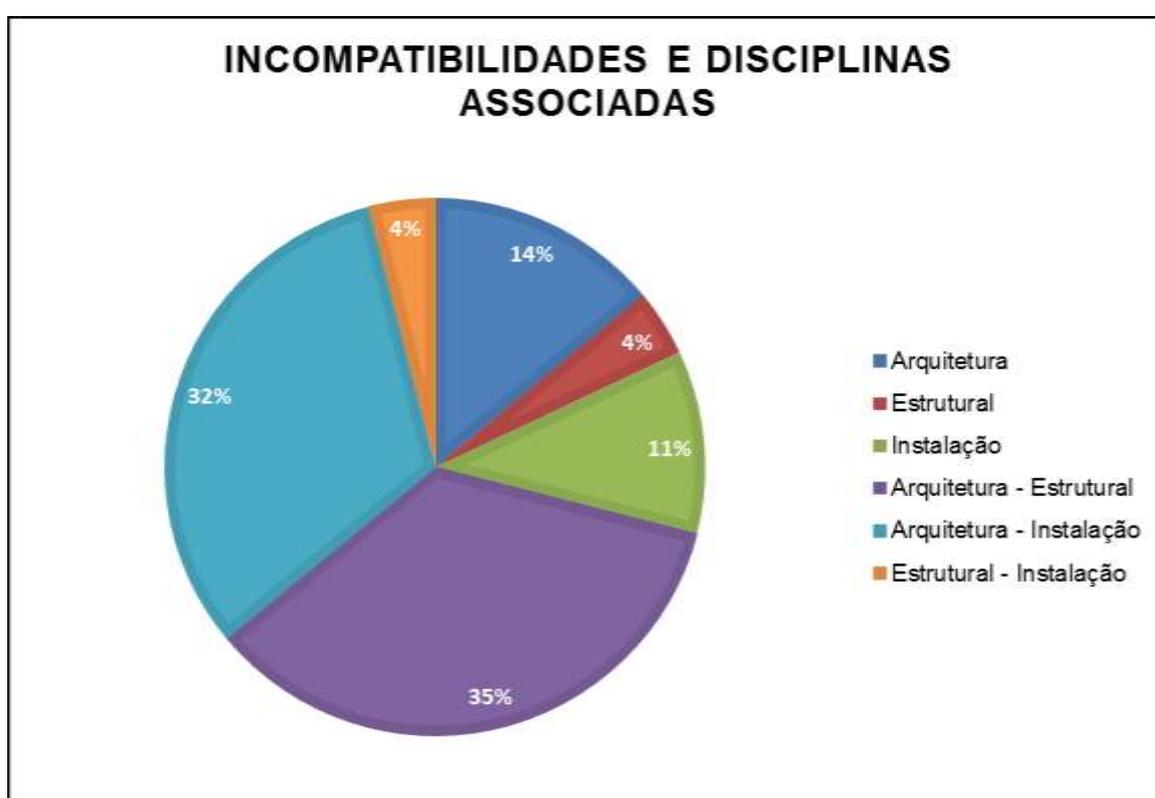
Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
31	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6º a 16º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga V638 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação (φ 32mm)
32	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 16º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga V615 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação (φ 32mm)
33	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 16º	Tubulação de Água Quente em sobreposição com viga V642 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação (φ 25mm)
34	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 10º	Tubulação de Esgoto Sanitário em sobreposição com viga entre cozinha e lavanderia do apto tipo 03	Criação de mucheta para descida da tubulação na cozinha
35	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário de banheiros do apartamento tipo 02 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); Desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga
36	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário de banheiros do apartamento tipo 01 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); Criação de mucheta em toda a divisa dos banheiros; Desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga; Utilização de vaso sanitário com saída lateral
37	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário do banheiro da suíte master do apartamento tipo 02 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); mudança na descida dos vasos sanitários para passarem por debaixo da viga

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
38	Instalações	Sobreposição Tubulação - Tubulação	6 a 16º	Sobreposição de tubulação de Esgoto Sanitário com Água Fria e Água Quente no apartamento tipo 01	Mudança nas tubulações de água fria e água quente para desviar da tubulação de esgoto
39	Instalações	Sobreposição Tubulação - Tubulação	4º	Coluna de esgoto sanitário em sobreposição com tubulação de água pluvial no 4º pavimento	Desvio da tubulação de água pluvial

Fonte: Autoria Própria (2018).

Como foi possível perceber a partir do Quadro 3, foram encontradas 39 inconsistências, tendo entre o projeto estrutural e o arquitetônico com 14 incompatibilidades e com muitas incompatibilidades entre o projeto de instalações e a arquitetura. Estes fatores podem ser determinados pela realização individual de cada projeto separadamente sem se atentar as particularidades do projeto arquitetônico, sendo este normalmente o primeiro a ser desenvolvido. A Figura 13 ilustra a relação das incompatibilidades encontradas e as suas disciplinas.

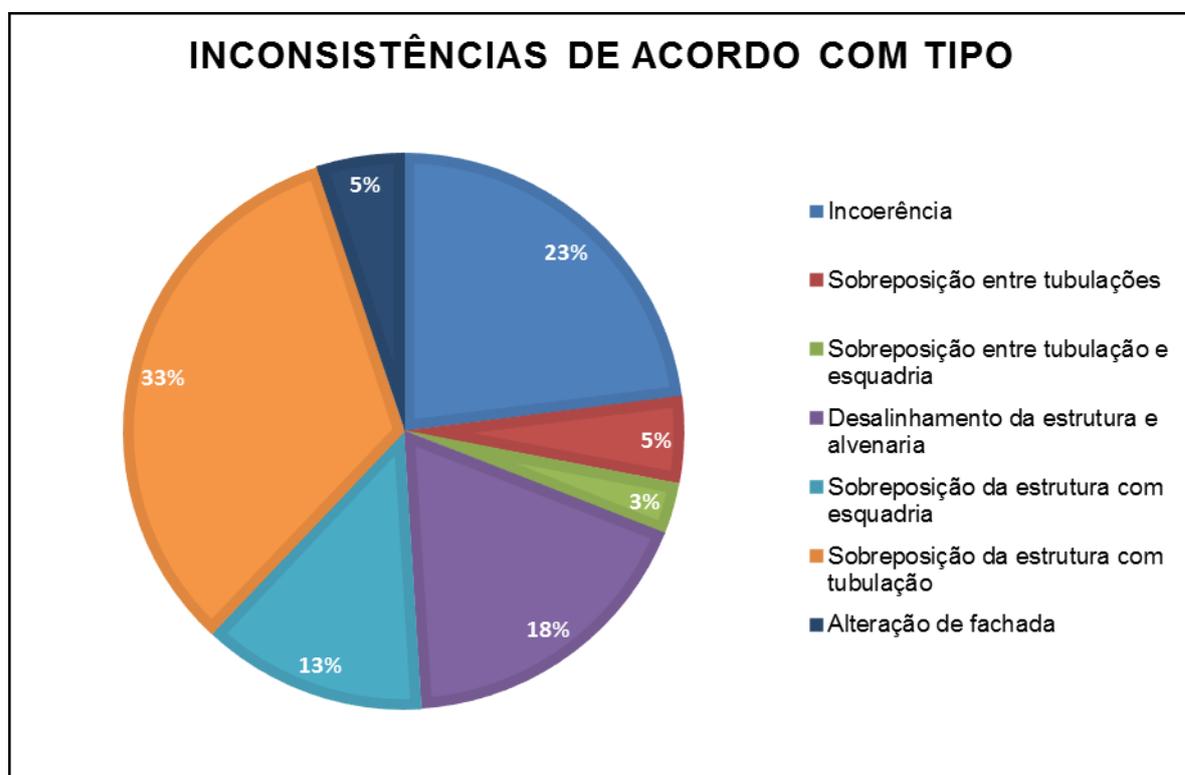
Figura 13 - Incompatibilidades e as disciplinas.



Fonte: Autoria Própria (2018).

A partir da análise realizada sobre o Quadro 3 é possível perceber também que o tipo de inconsistência mais encontrada no projeto é o de sobreposição entre a tubulação e a estrutura. Mesmo tendo uma inconsistência maior entre a arquitetura e o estrutural, os problemas encontrados são divididos em diversos tipos de incompatibilidades, tendo uma maior inconsistência da ocorrência de desalinhamento da estrutura com a alvenaria. A Figura 14 apresenta as associações entre os tipos de inconsistências encontradas no projeto.

Figura 14 - Inconsistências segundo o tipo.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Desta forma, foi possível demonstrar a realização da compatibilização do projeto apresentado as principais incompatibilidades e inconsistências encontradas no projeto, seguindo as disciplinas e os tipos associados, e implementar uma solução para cada uma delas com base nos requisitos determinados pela empresa responsável pelo projeto.

## 5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve o objetivo de realizar a análise sobre um projeto de uma edificação e através das ferramentas disponíveis, demonstrar a realização da compatibilização de projetos e as vantagens que se torna possível se obter com a realização deste conceito, como demonstrado e ilustrado no estudo de caso.

A partir do conteúdo apresentado é possível concluir que o processo de criação de um projeto, é onde são levantadas as necessidades determinadas pelo cliente e partir das decisões tomadas são desenvolvidas soluções e idealizações que definem o desenvolvimento de uma edificação, desde a sua concepção até a sua entrega final, e seguindo neste processo as realizações burocráticas que um projeto é criado.

Entretanto, devido ao processo de criação de um projeto não associar outras partes técnicas nem outros profissionais, inconsistências e incompatibilidades são geradas, necessitando da realização da integração do projeto com os complementos. Sendo assim, que o desenvolvimento da edificação necessita da realização da compatibilidade para que o mesmo evite inconsistências e que durante o processo de execução não surjam problemas, nem futuras patologias na edificação.

Desta forma, o presente trabalho demonstrou através de um estudo de caso a realização da compatibilização de um projeto através da metodologia BIM. Como apresentado com base na literatura, o BIM consegue integrar todas as informações e elementos de uma edificação o que justificou o seu uso e por ser a ferramenta utilizada para a modelagem do projeto original da empresa responsável pelo mesmo, facilitou essa escolha. Então, como demonstrado através da utilização do software Autodesk Revit, foi realizada a análise a partir das inconsistências verificadas e levantado soluções para o mesmo.

A partir das verificações realizadas, foram possíveis determinar 39 incompatibilidades, possuindo um grande número de incompatibilidades da associação da arquitetura com estrutura e da arquitetura com a instalação predial, essas inconsistências encontradas em maior número ocorrem, justificada pela realização do dimensionamento estrutural não levar em conta as características da arquitetura, e pelo projeto arquitetônico ser o primeiro a ser desenvolvido no processo de criação e desenvolvimento de um projeto, devido as necessidades burocráticas. Entretanto, mesmo com as inconsistências encontradas tendo maiores problemas

encontrados do tipo de tubulações sobrepondo a estrutura, foi possível determinar soluções para cada um dos erros expostos.

Portanto, como apresentado no presente trabalho a realização da compatibilidade de projetos é fundamental para melhorar as atividades de produção, racionalização de materiais e facilitar a integração dos projetos complementares, percebe-se a partir do conteúdo contextualizado que a compatibilização de projetos demonstra ser uma excelente prática, melhorando todos os processos da construção de uma edificação.

Faz-se importante levantar também as limitações do método, sendo elas: a compatibilização não foi feita com todos os projetos, como dito anteriormente, o projeto elétrico não foi incluído na compatibilização. Além disso, uma vez que o processo é manual e visual, fica-se sujeito a inconsistências que o responsável pela compatibilização não tenha encontrado, portanto, há a possibilidade de se fazer verificações mais apuradas, que não foram do objetivo do presente trabalho. Entretanto, verifica-se que é possível minimizar os impactos negativos da falta de planejamento referente à essas inconsistências.

O trabalho também abre a possibilidade para que outros temas de pesquisa, como a apresentação do recálculo da estrutura quando se necessita de realizar a perfuração de uma viga, por exemplo.

Por fim, reforça-se o impacto que esta metodologia causa na realização do planejamento e, principalmente, na execução de uma obra. Apesar de necessitar de um maior investimento de tempo e dedicação nas etapas de planejamento, o retorno durante a etapa de construção (evitando retrabalho, possibilitando encontrar soluções satisfatórias para incompatibilidades durante a construção para que a obra não pare, não permitindo alteração do cronograma de trabalho e aumento dos custos da obra), faz com que o investimento seja recompensado.

O tempo dedicado na execução deste trabalho e o aprendizado que o mesmo proporcionou, definitivamente serão implementado na carreira profissional.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. V. X; RUSCHEL, R. C. **BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, São Carlos. **E-Anais** .... São Carlos: Rima Editora, 2009.

AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura). **Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo.** 2ª Edição São Paulo - PINI – abril, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001: Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos,** Rio de Janeiro, 2008.

ÁVILLA, V. M. **Compatibilização de Projeto na Construção Civil Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar.** Monografia (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2011.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares.** Dissertação (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CALVERT, NEIL. **Why we care about BIM...** (2013). Disponível em: <<http://www.directionsmag.com/entry/why-we-care-about-bim/368436>> Acesso em: 01/09/2018.

CARDOSO, L. R. A. **Planejamento, gerenciamento e controle de obras.** São Paulo, 143-171 p, 2011.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.** 2008.

CRESSWELL, J. Projeto de Pesquisa: **Métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2ed. 2007. Porto Alegre

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Bookman, Porto Alegre, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. **BIMHandbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafel e LISTON, Kathleen. - **BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling**. Segunda Edição. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc, 2011.

FABRÍCIO, M. M. **O Processo De Projeto Na Construção De Edifícios**. Gestão e Coordenação de Projetos de Edifícios. Notas de Aula. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

FABRÍCIO, M. M. **O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. Dissertação (Doutorado em Engenharia), Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. **Estudo do Fluxo de Projetos: Cooperação Seqüencial X Colaboração Simultânea**. Simpósio Brasileiro De Gestão Da Qualidade E Organização Do Trabalho, Recife. Escola Politécnica de Pernambuco, ANTAC, Recife, 1999.

FAGUNDES, T. P. **Planejamento de Obra: Estudo de Caso, Edificação Residencial de Multipavimentos em Brasília**. Tese (Monografia). Engenharia Civil. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS, 2013.

FARIA, R. **Construção integrada**. Revista Técnica. São Paulo: Pini, n. 127, p. 44-49, out. 2007.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Edição: São Paulo, editora atlas s.a. 2002.

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T. **Análise e representação em contextos diversos: projeto, técnica e gestão do ambiente construído**. A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído – UFJF, 2009.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

MANZIONE, L. **Seminário: Interoperabilidade: quebrando paradigmas**. Seminário BIM de Santa Catarina. Mar. 2014.

MARTINI, G. **BIM e as Políticas Públicas do Brasil**. 2018. Disponível em: < <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>> Acessado em: 01/9/2018.

MARTINS, G.A. & PINTO, R. L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MAYR, L. R. **Falhas de Projeto e Erros de Execução: Uma Questão de Comunicação** > Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve Histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 2011.

NOCÊRA, R. J. **Gerenciamento de Projetos: Prática e Teoria**. 4º edição. Editora PMI, 2009.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. Workshop Nacional De Gestão Do Processo De Projeto Na Construção De Edifício, 1998, São Carlos, 1998.

PICCHI, F. A. **Entrevista**. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993.

PMI – Project Management Institute. **PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. 6ª Edição. New Square, PA.: Four Campus Boulevard, cap.11, p.127-146, 2017.

RAUEN, F.J. **Roteiros de investigação científica**. Tubarão: Ed. UNISUL, 2002.

REGO, R. M. **As Naturezas Cognitiva e Criativa da Projeção em Arquitetura: Reflexões Sobre o Papel Mediador das Tecnologias**. Rev. Esc. Minas vol.54 n.1 Ouro Preto Jan./Mar. 2001.

RODRÍGUEZ, M. A. A; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, Fortaleza, 2001.

RUGGERI, R. G. **Cultura da colaboração como necessidade para projeto Integral em Arquitetura e Engenharia: o relato de um caso BIM**. Revista Técnica, São Paulo, ano 25, n. 238, p.50-58, jan. 2016.

RUSCHEL, R. C.; ANDERY, P. R. P.; MOTTA, S. R. F.; VEIGA, A. C. N.R. **Building Information Modeling para projetistas**. In: FABRICIO, M.M.; ORNSTEIN, S.W. (org.). Qualidade no projeto de edifícios. São Carlos: Rima Editora, ANTAC, 2010.

SEBRAE/ SINDUSCON – PR. **Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos**. Curitiba, 1995.

SOUZA, R. E.; ABIKO, A. **Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte**. São Paulo: EPUSP, 1997.

SUCHOCKI, M. **BIM para construção: A hora da verdade para a engenharia e construção**. White Paper Autodesk, São Paulo, abr. 2016.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. P.; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M. **Um Modelo De Registro Das Tecnologias Para Uso Na Compatibilização De Projetos De Edificações**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, SP, 2003.

TRENTINI, M.; PAIM, L. Pesquisa em Enfermagem. **Uma modalidade convergente-assistencial**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

VARGAS, R. **MANUAL PRÁTICO DO PLANO DE PROJETO**, 3º edição. Editora Brasport, 2007.

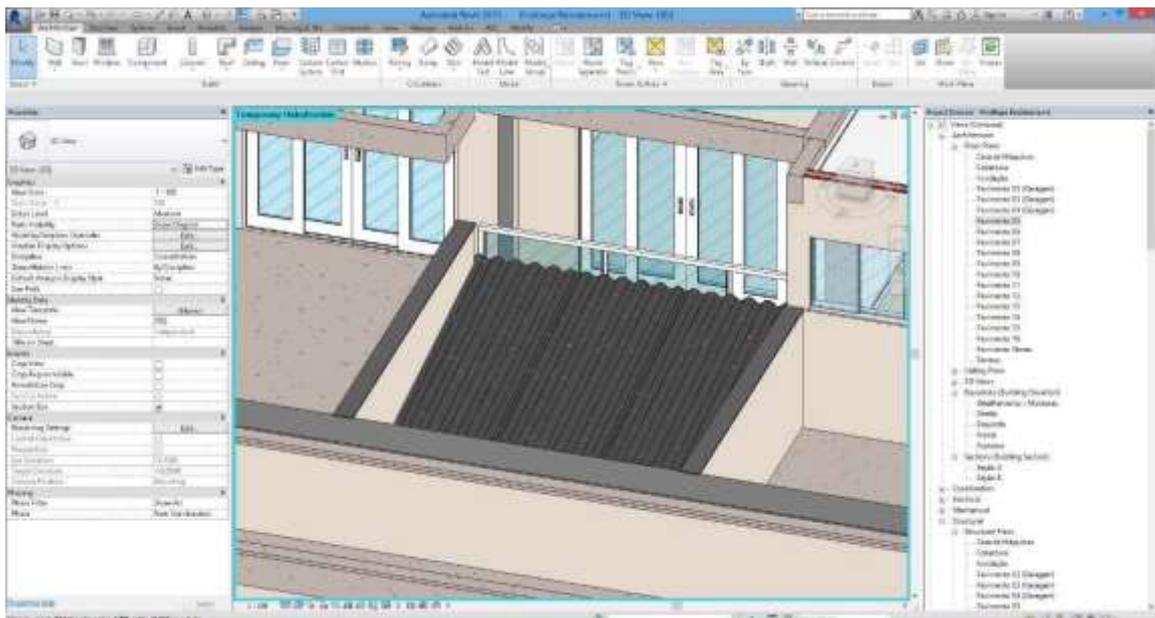
**APÊNDICE A – COMPATIBILIZAÇÕES**

Segue as figuras com as compatibilizações possíveis de visualizar no Revit algumas das Figuras não demonstradas neste, por não ser possível de visualizar pelo programa. As figuras estão numeradas de acordo com o Quadro 3.

### Compatibilização 2:

Descrição: Telhado em frente à sacada.

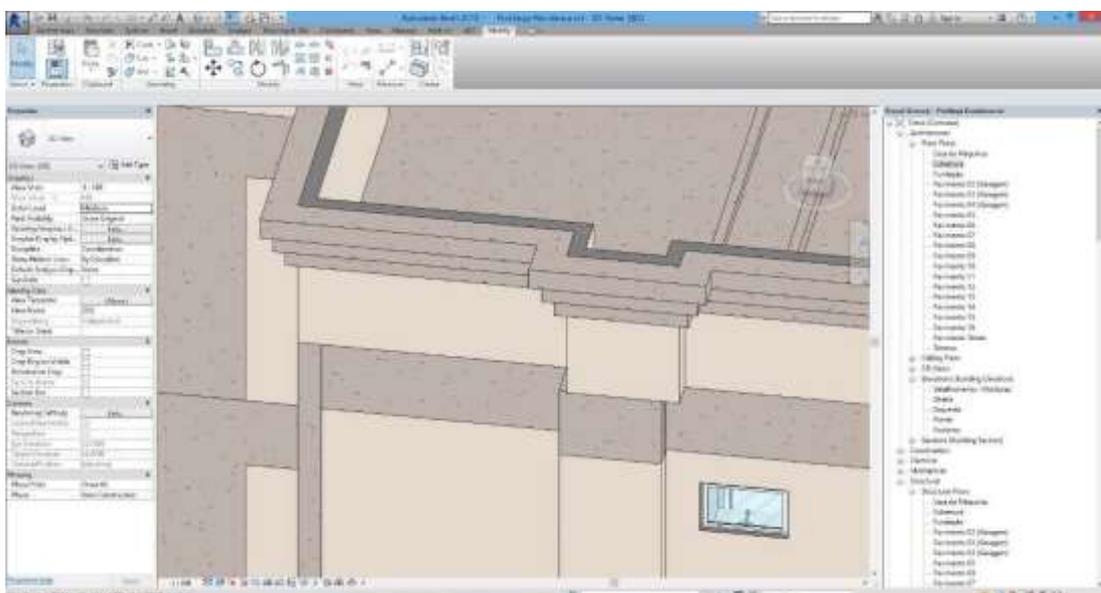
Solução: Substituição do telhado por laje impermeabilizada.



### Compatibilização 3

Descrição: Vão de descida do Pluvial desalinhado com pavimentos adjacentes.

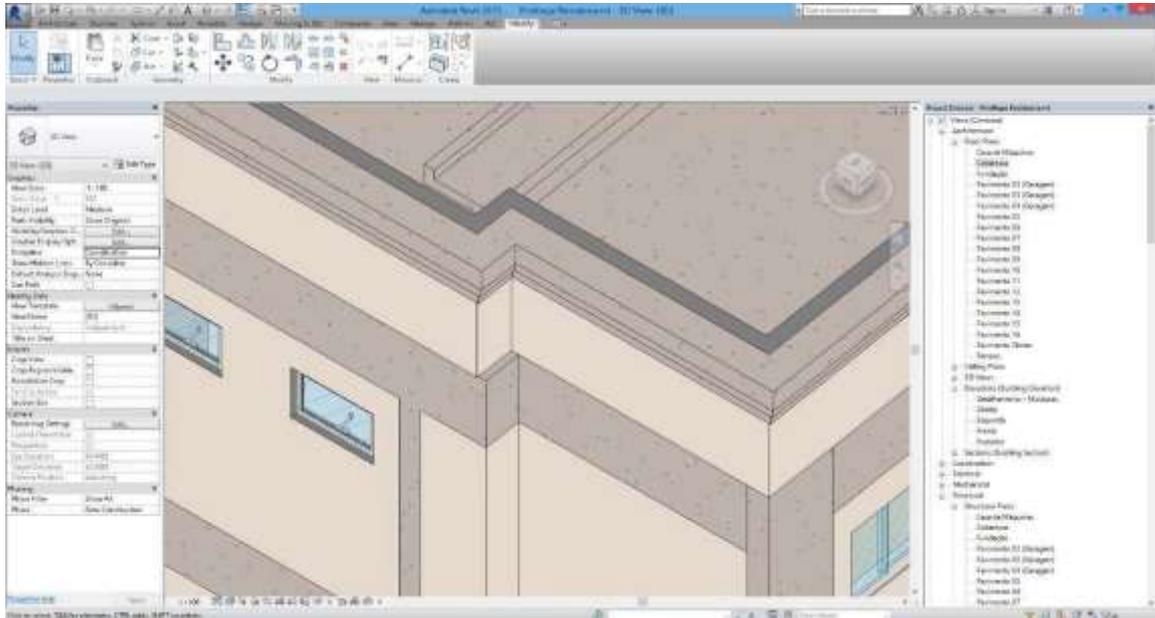
Solução: Alinhamento do vão



## Compatibilização 4

Descrição: Platibanda desalinhada

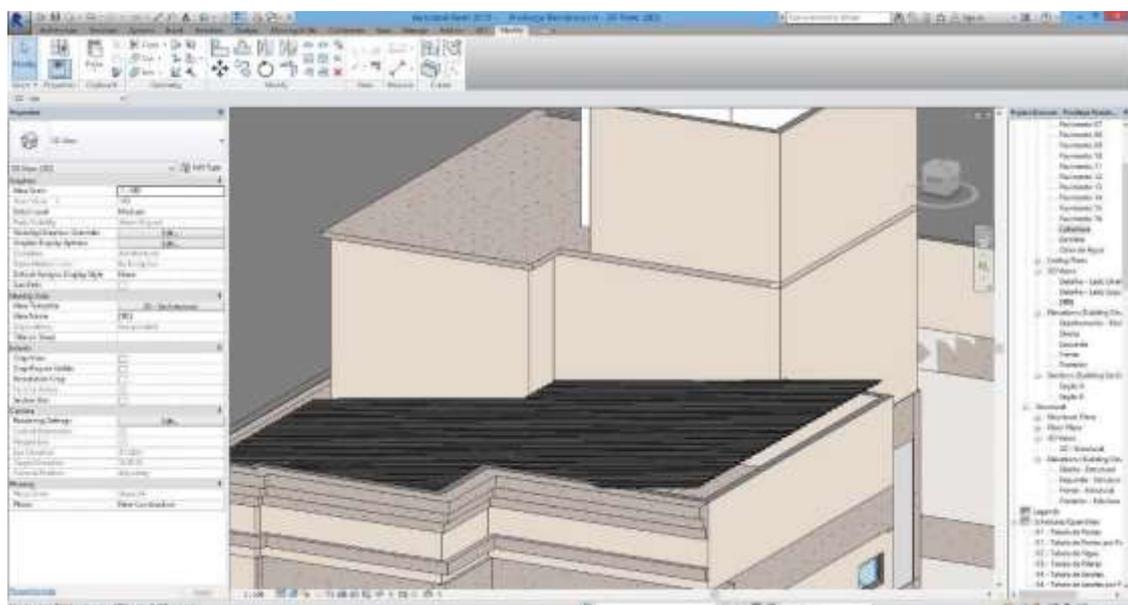
Solução: Alinhamento da platibanda com paredes



## Compatibilização 5

Descrição: Altura do telhado Ultrapassou a altura da platibanda

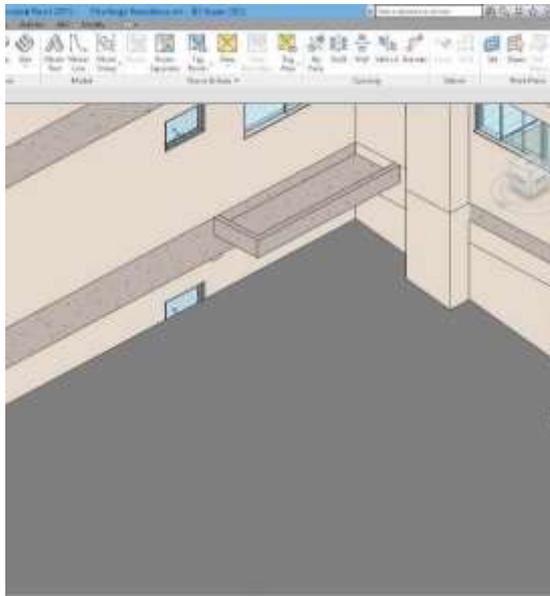
Solução: altura da platibanda aumentou de 1,50 para 1,85; Inclinação do telhado alterada de 15% para 13%



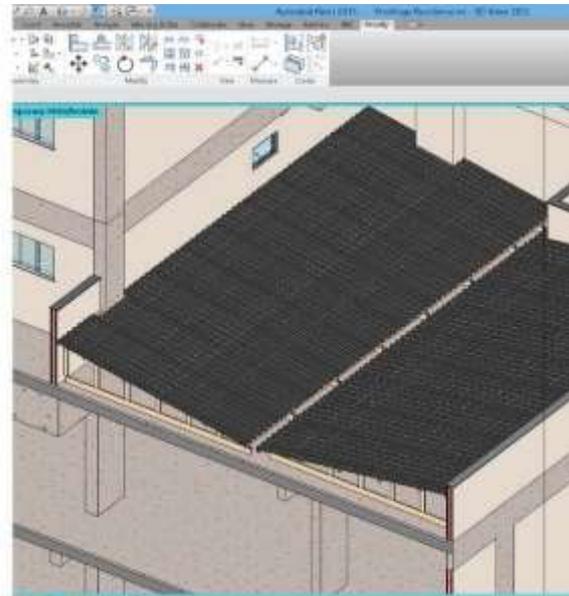
## Compatibilização 6

Descrição: Telhado sobre janela do BWC da suíte

Solução: Divisão do telhado em duas águas com calha central



Problema

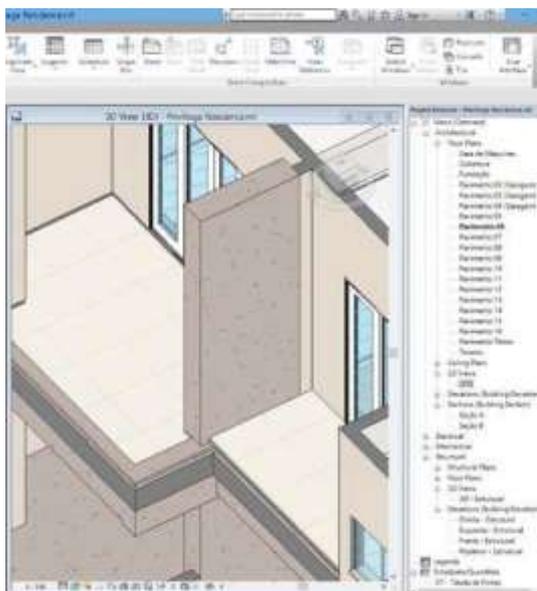


Solução

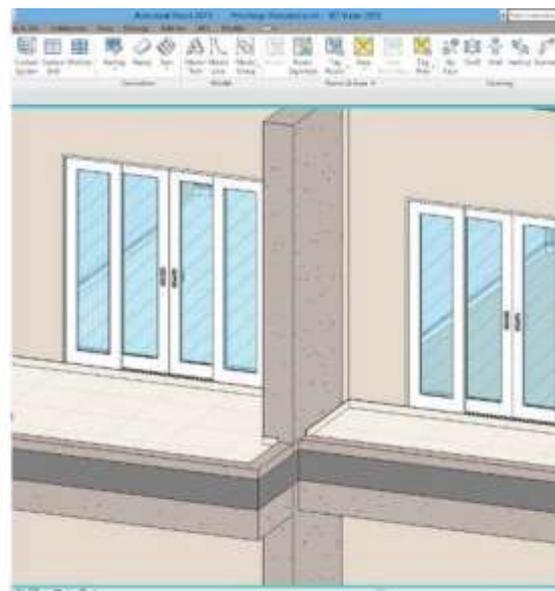
## Compatibilização 7

Descrição: Viga de laje da sacada desalinhadas com pilar

Solução: Fez-se um dente na viga e laje para alinhá-los ao pilar



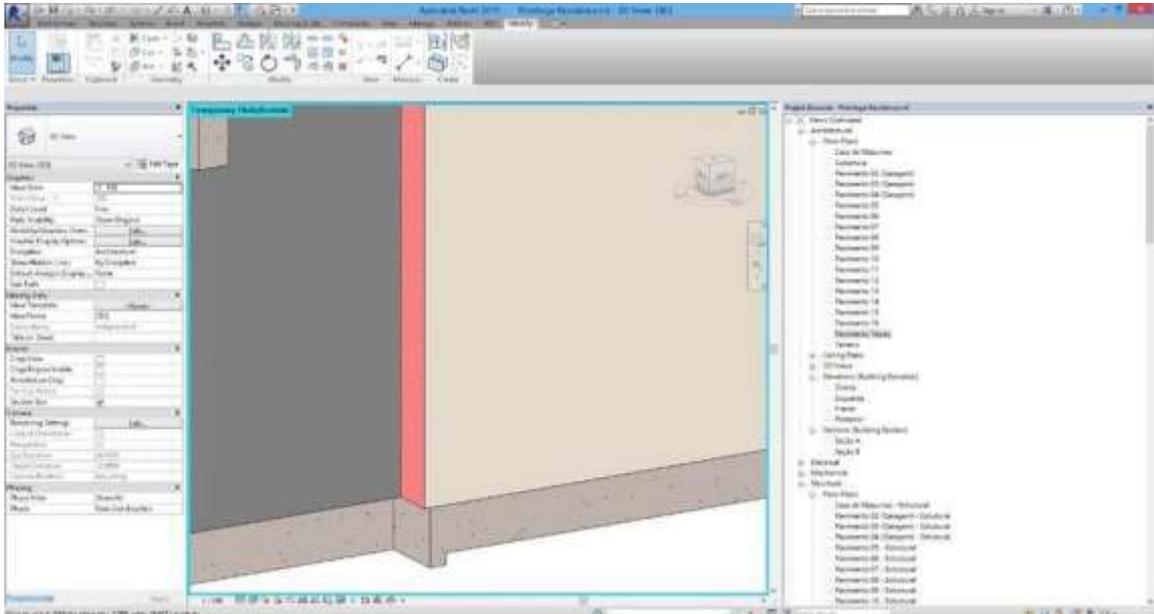
Problema



Solução

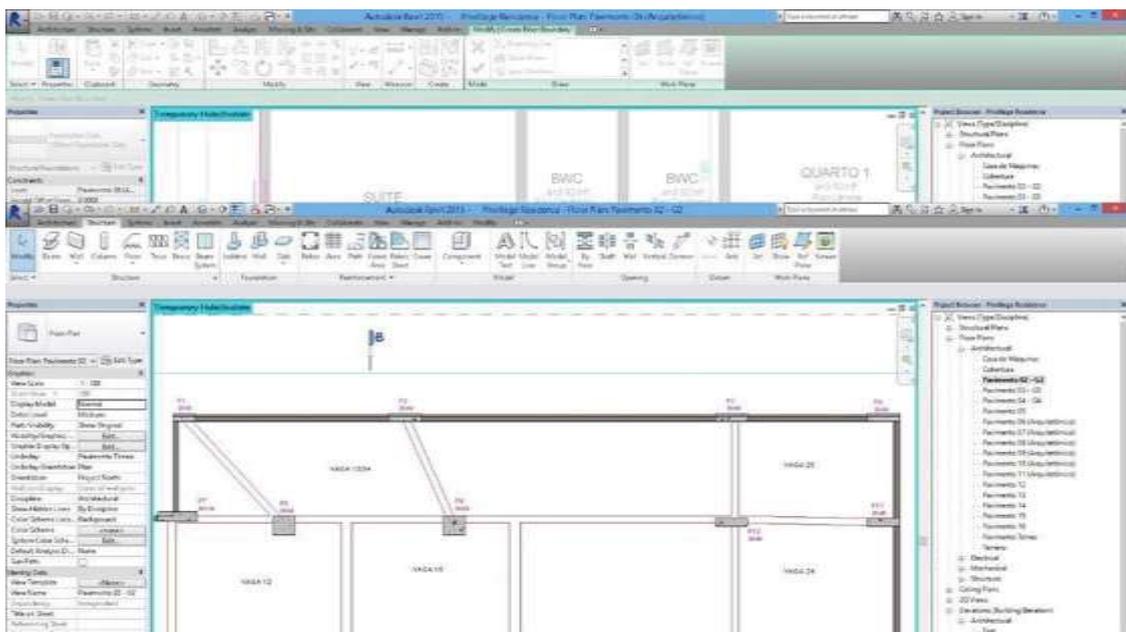
## Compatibilização 10

Descrição: Viga baldrame desalinhada com parede do térreo  
 Solução: Alinhamento da parede com a viga de baldrame



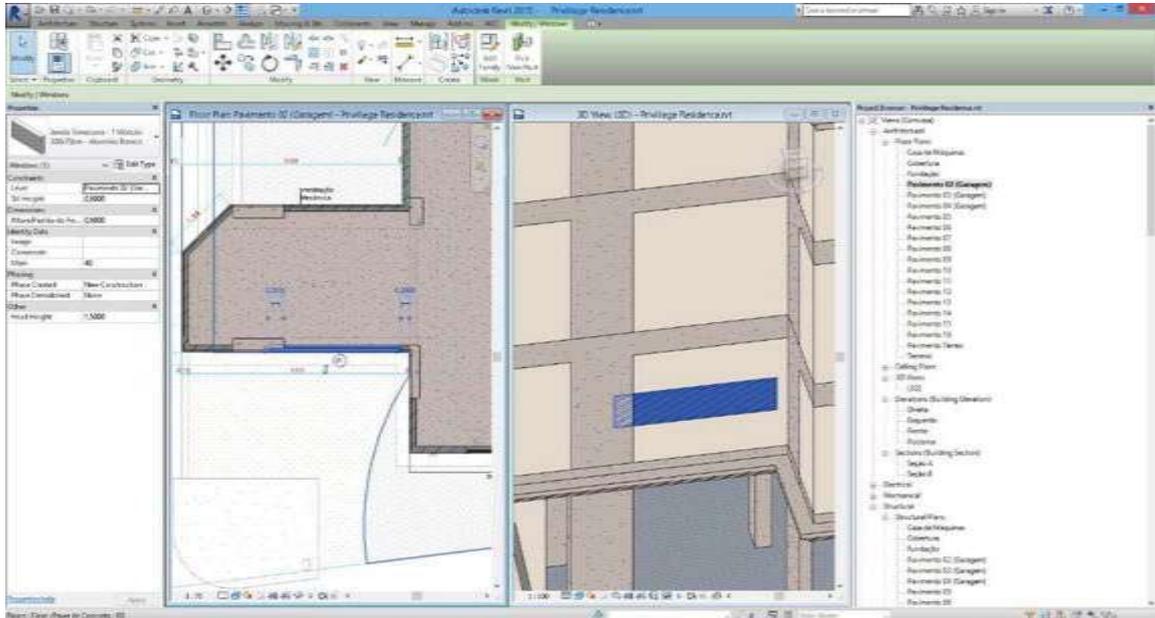
## Compatibilização 11

Descrição: Viga desalinhada com parede do térreo  
 Solução: Alinhamento da parede com a viga



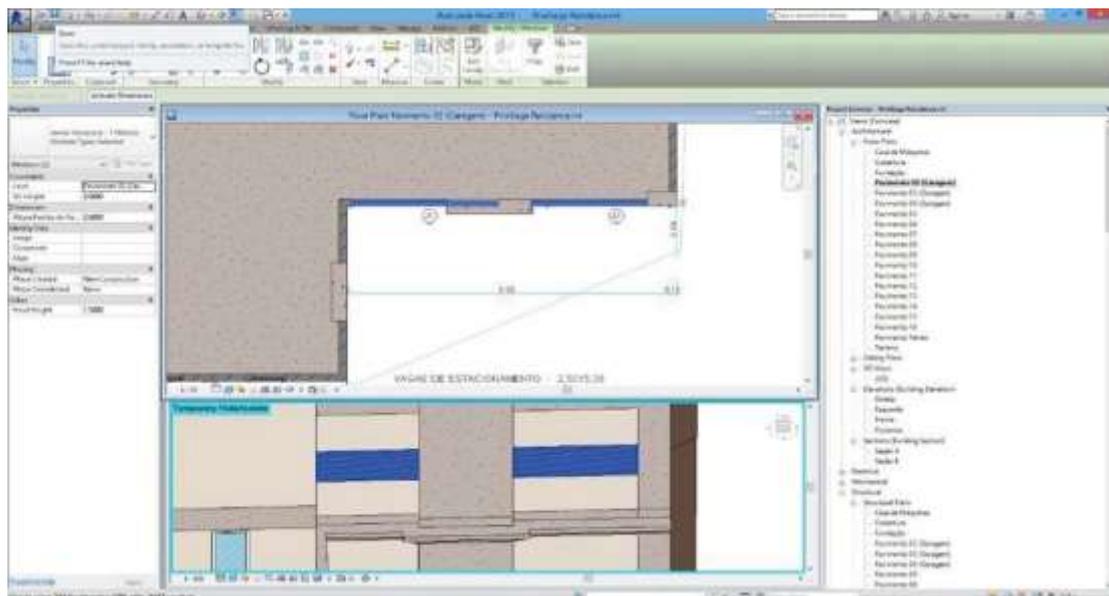
## Compatibilização 12

Descrição: Pilar Sobrepondo janela  
 Solução: Redução da largura da janela



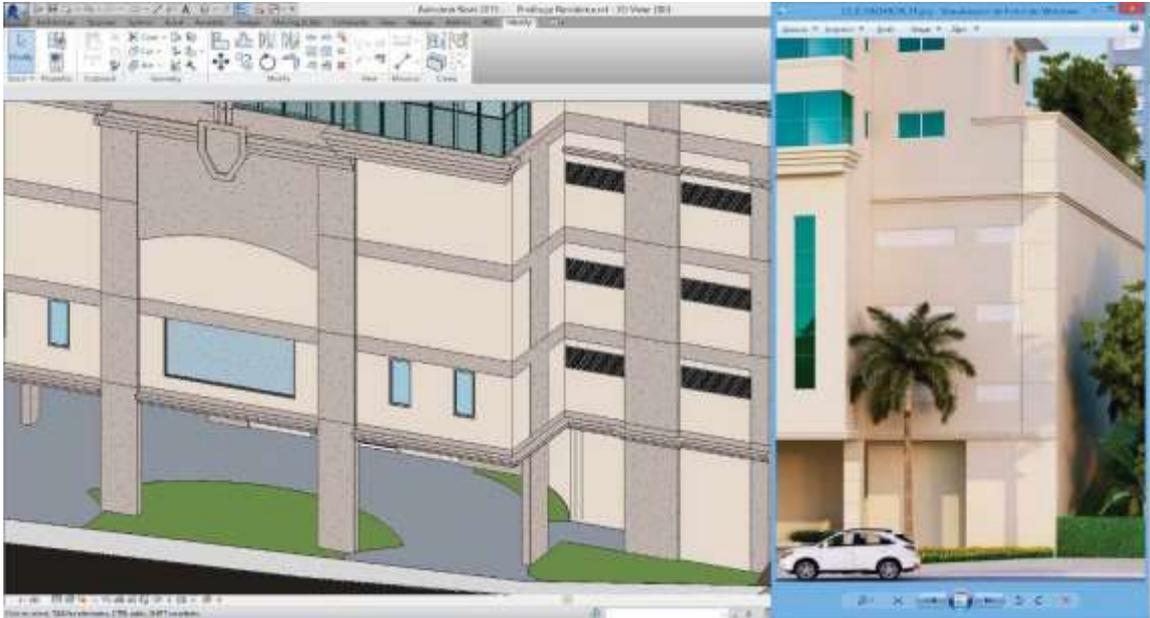
## Compatibilização 13

Descrição: Pilar sobrepondo janela  
 Solução: Redução da largura da janela



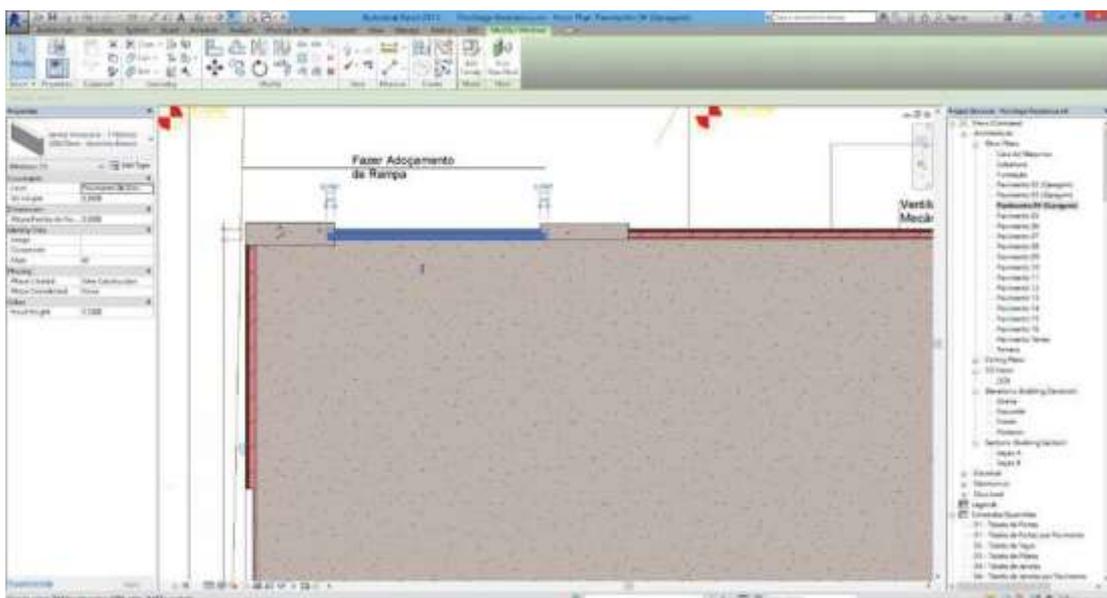
## Compatibilização 14

Descrição: Pilar criou um dente indesejado na fachada frontal  
 Solução: Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo



## Compatibilização 15

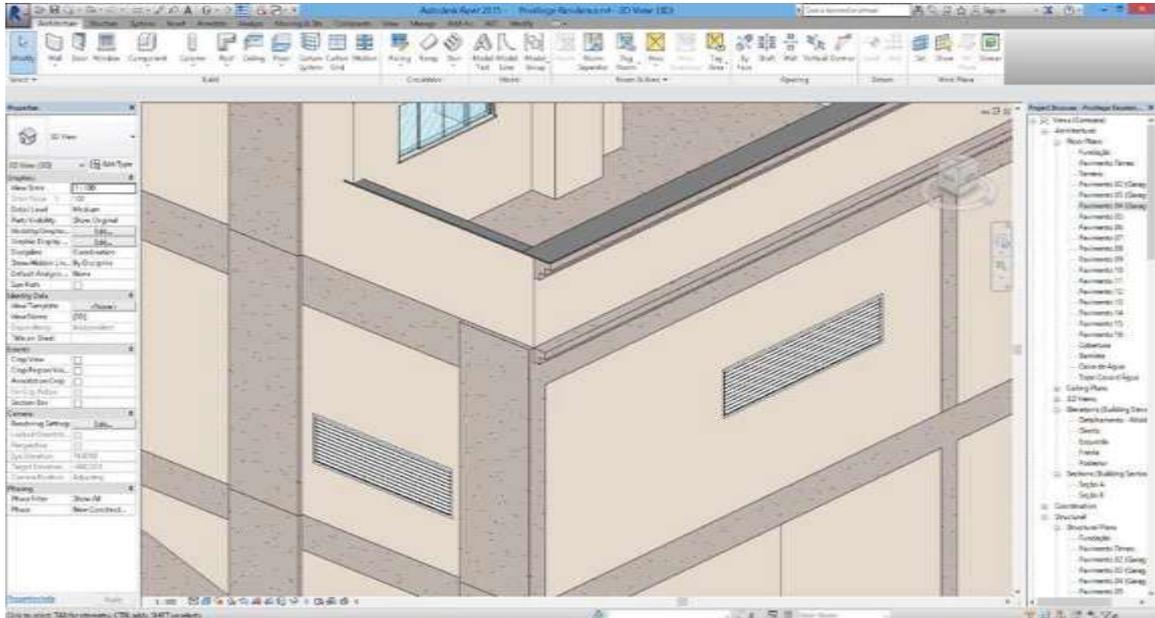
Descrição: Pilar sobrepondo janela  
 Solução: Redução da largura da janela



## Compatibilização 16

Descrição: Pilar criou um dente indesejado na fachada

Solução: Prolongamento do pilar até o andar superior, escondendo o dente



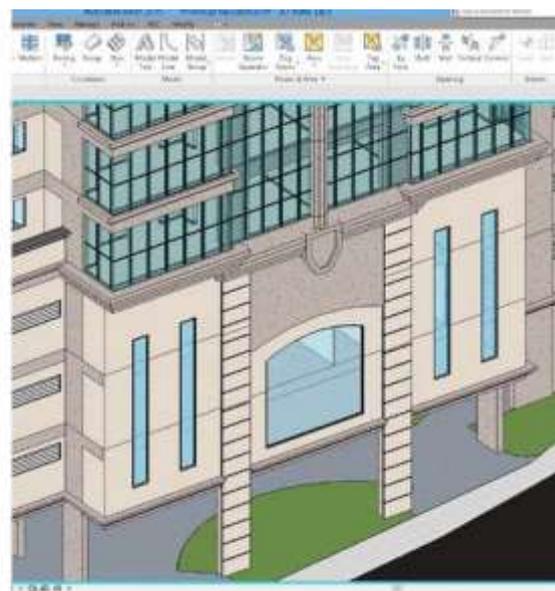
## Compatibilização 17

Descrição: Vigas sobrepondo janelas da fachada frontal

Solução: Colocou-se uma parede de blocos de 9cm, permitindo a colocação das janelas



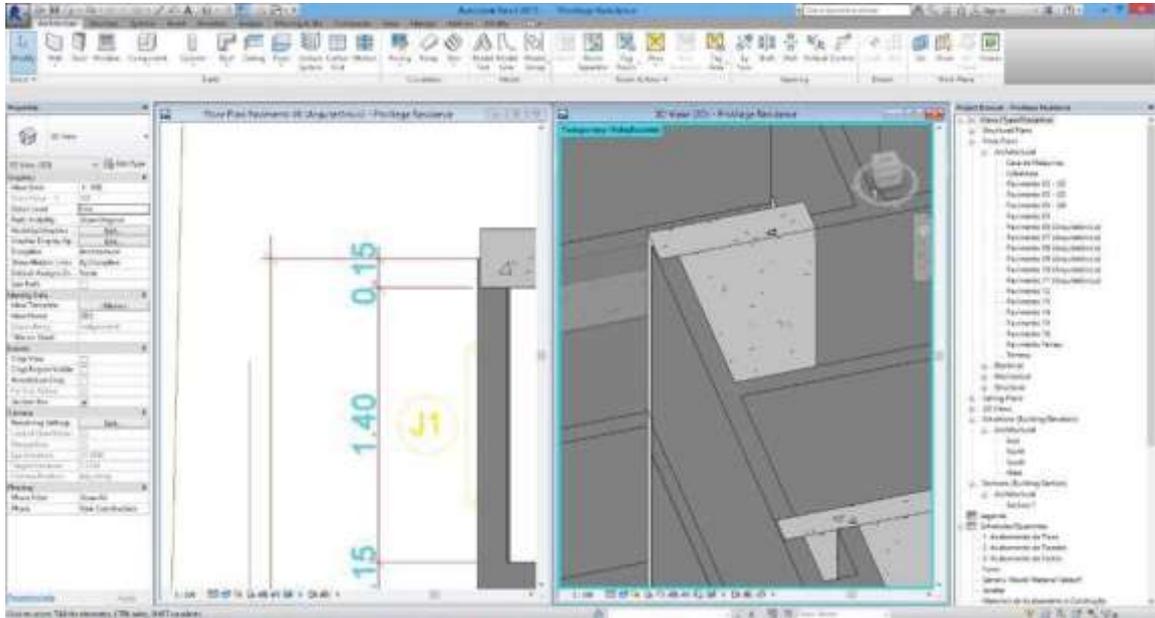
Problema



Solução

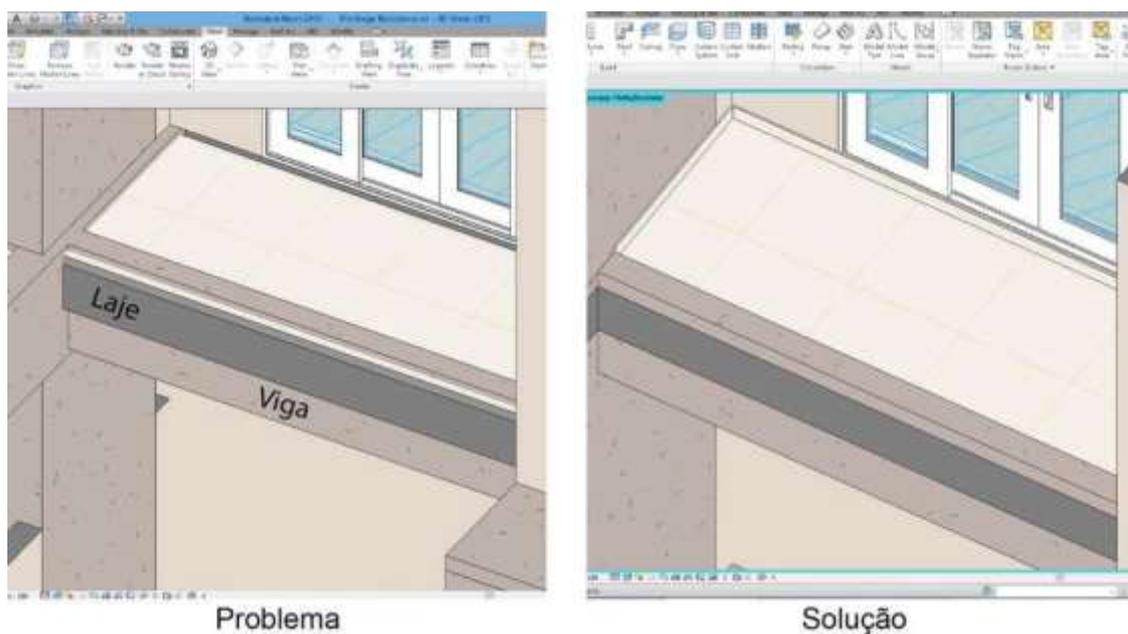
## Compatibilização 18

Descrição: Pilar e viga desalinhados com face externa da alvenaria  
 Solução: Alinhamento da parede com o pilar e viga



## Compatibilização 19

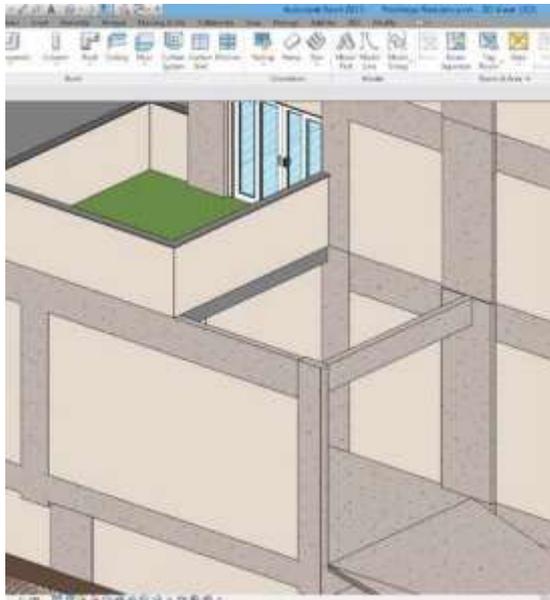
Descrição: Viga da sacada desalinhada da laje proposta no projeto arquitetônico  
 Solução: Alinhamento da laje com a viga



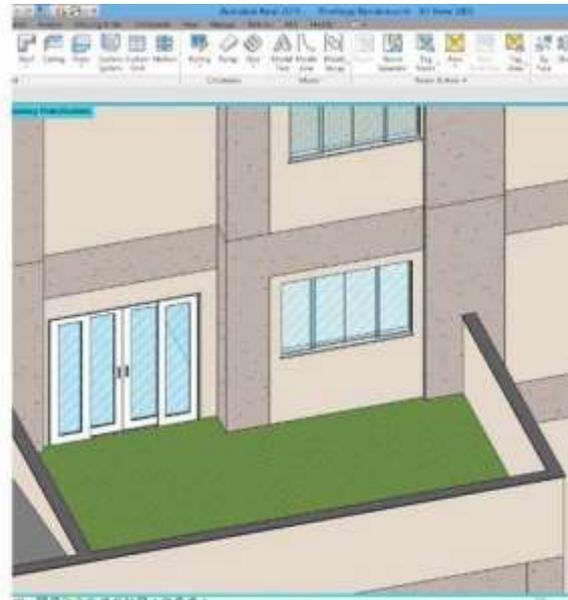
## Compatibilização 20

Descrição: Laje ao lado da área verde do 5º pavimento maior que a proposta no projeto arquitetônico

Solução: Aumentou-se a laje, conforme o projeto estrutural



Problema

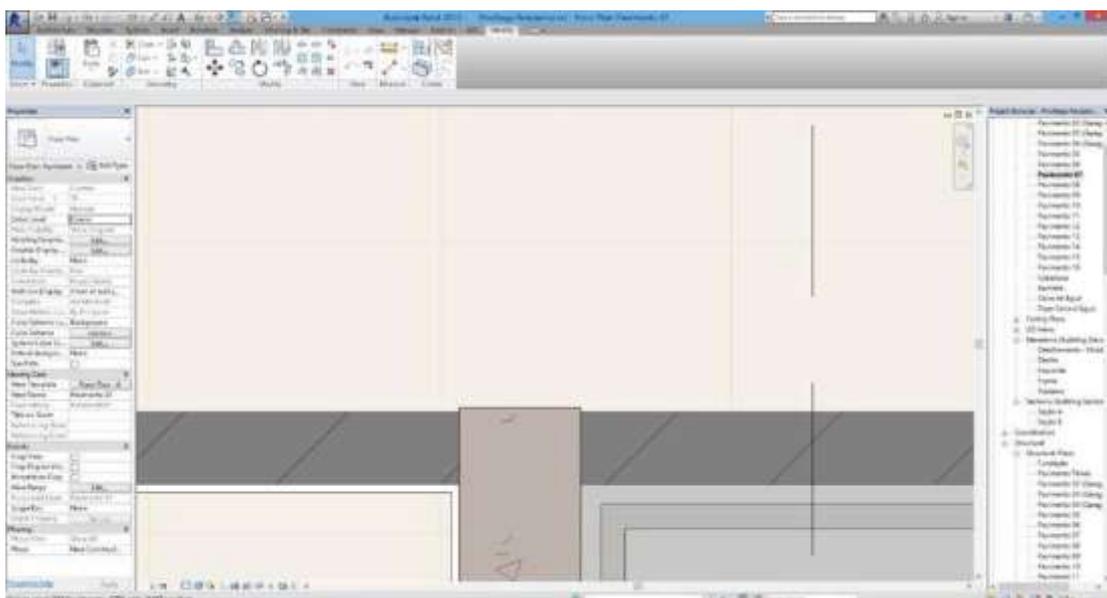


Solução

## Compatibilização 21

Descrição: Pilar criou dente indesejado na cozinha

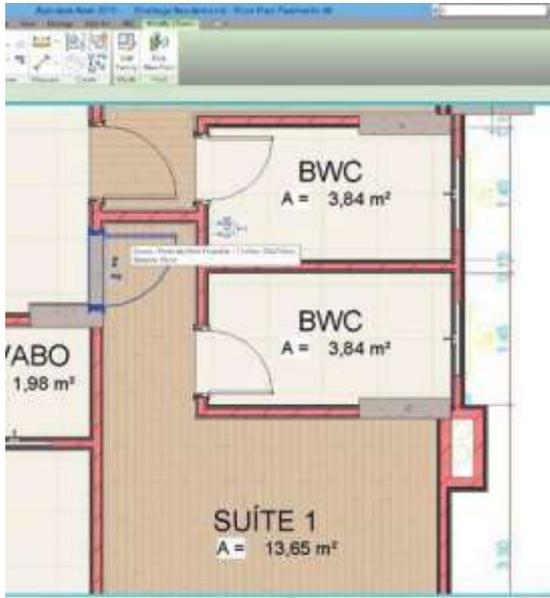
Solução: Alinhamento da parede com o pilar



## Compatibilização 22

Descrição: Pilar sobrepondo porta na entrada da suíte

Solução: Parede divisória das suítes teve bloco de 14cm alterado para o de 9cm



Problema

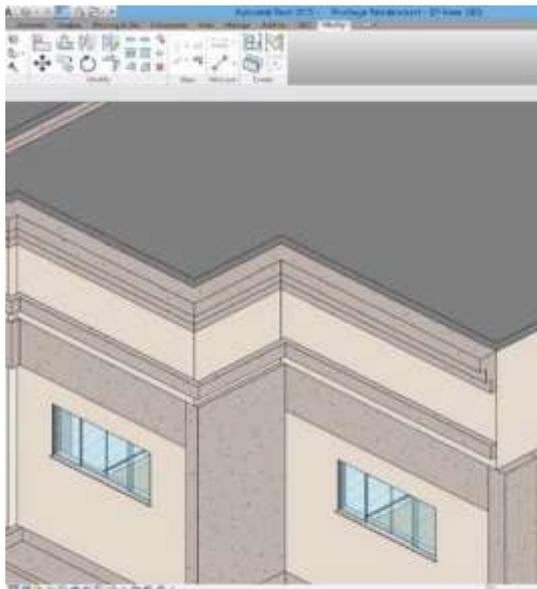


Solução

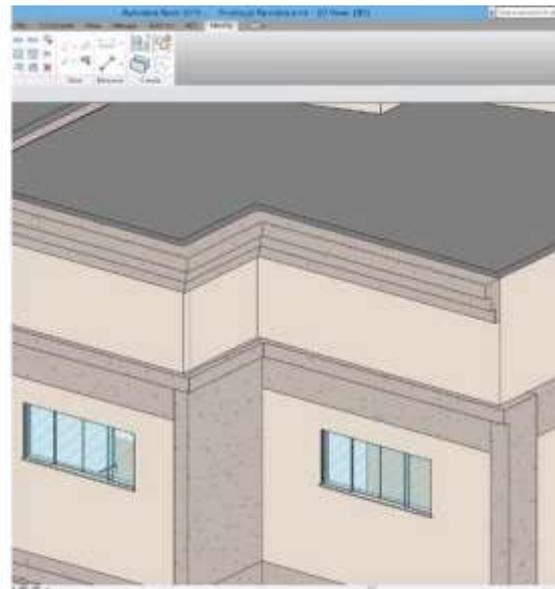
## Compatibilização 23

Descrição: Pilar criou dente indesejado na fachada

Solução: Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo



Problema

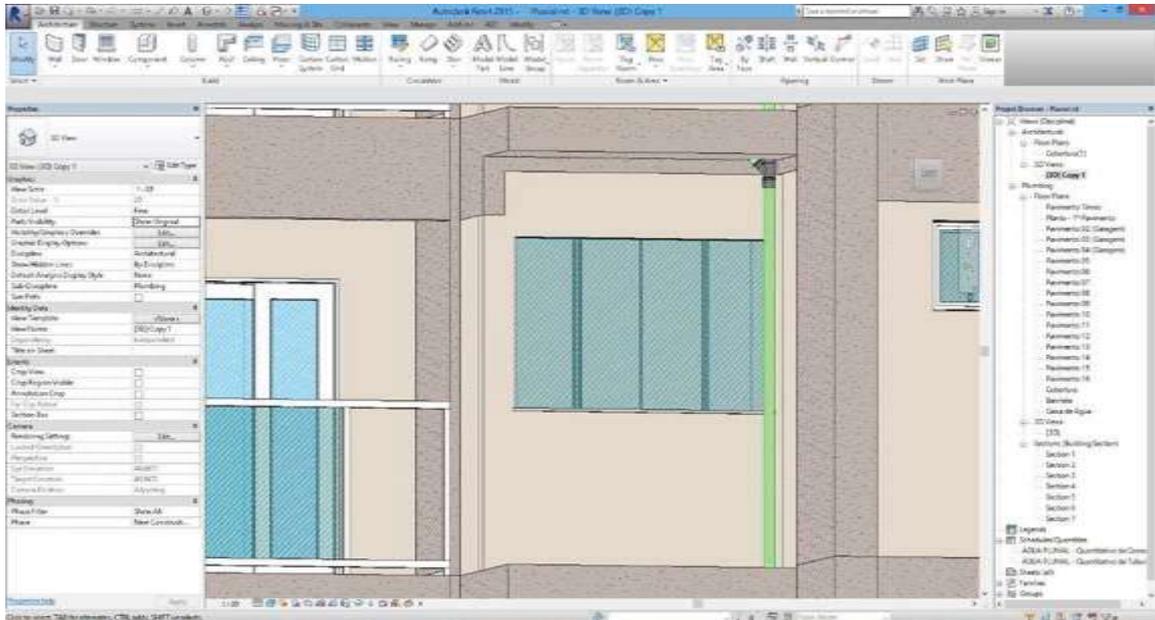


Solução

## Compatibilização 24

Descrição: Tubulação de água pluvial da área técnica do espaço Split da fachada obstruindo vista da janela

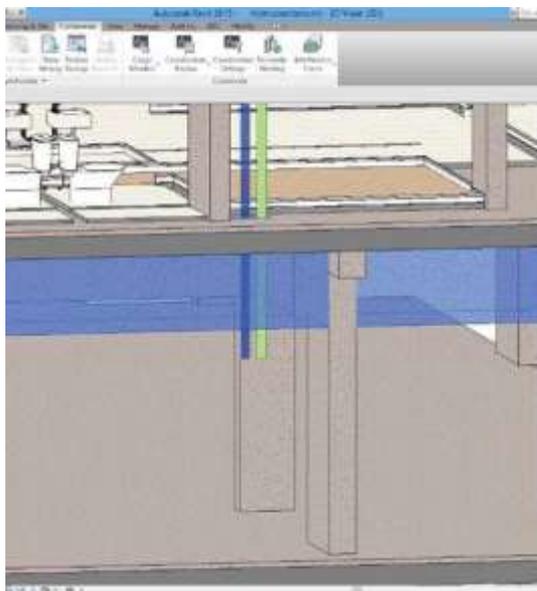
Solução: Redução da largura da janela de 1,80 para 1,60



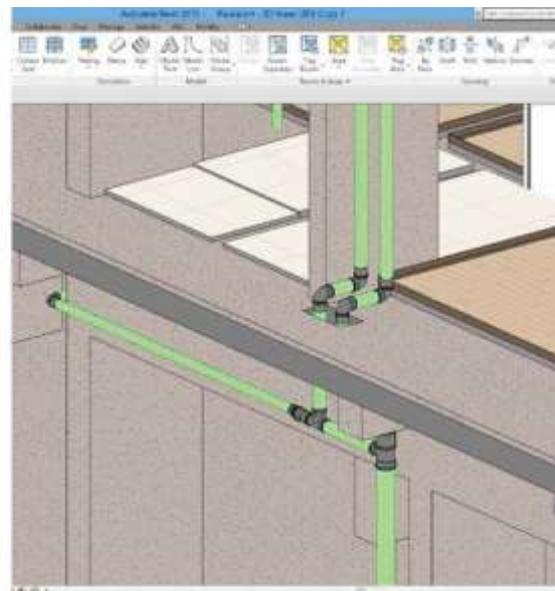
## Compatibilização 25

Descrição: Descida de Água pluvial da cobertura, em sobreposição com viga de transição

Solução: Mudança na direção da descida em cima da laje, antes da viga



Problema

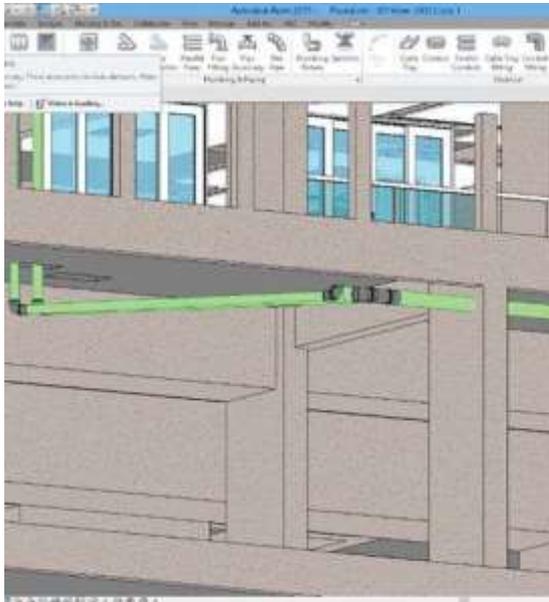


Solução

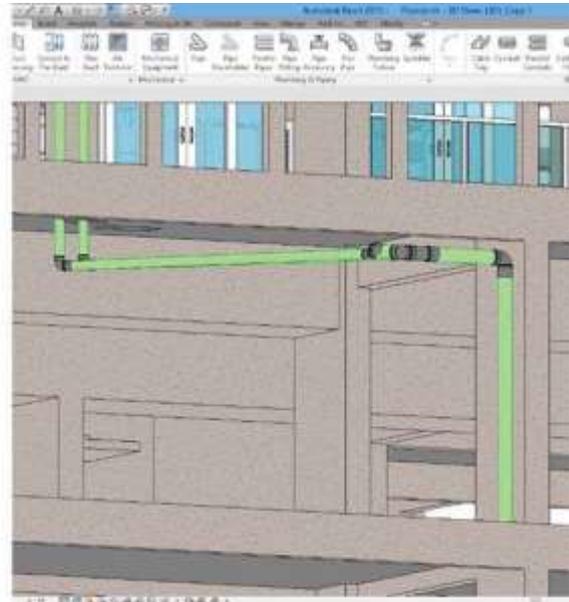
### Compatibilização 26

Descrição: Tubulação de água pluvial em sobreposição com pilar

Solução: Alteração da coluna de água pluvial



Problema

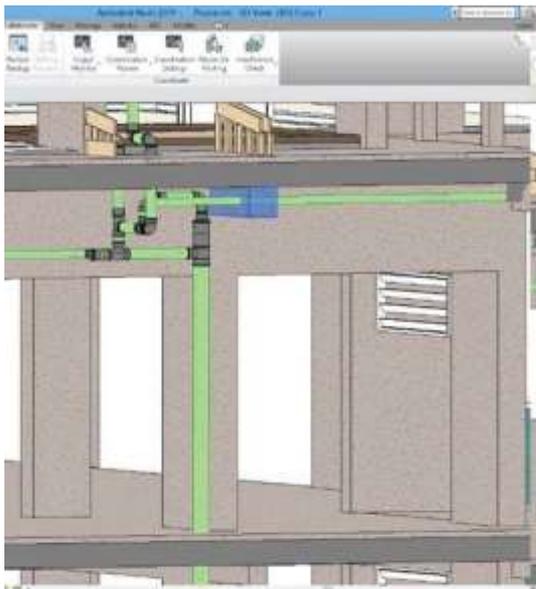


Solução

### Compatibilização 27

Descrição: Tubulação de água pluvial em sobreposição com viga

Solução: Alteração na direção do tê para a tubulação passar sob a viga



Problema



Solução

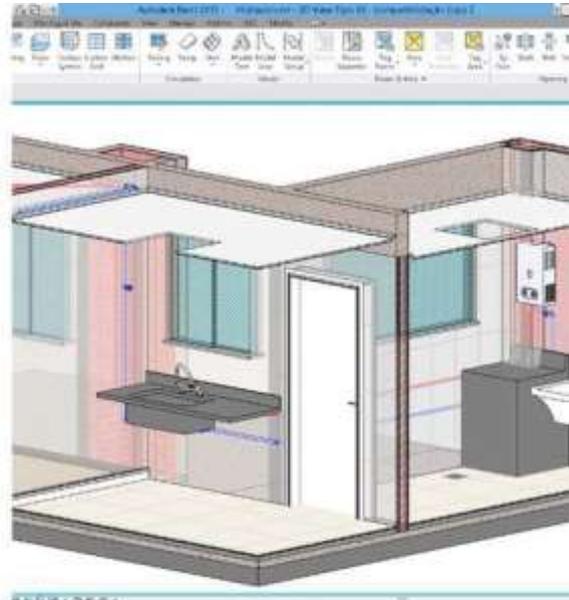
## Compatibilização 28

Descrição: Descida de água fria da cozinha do apto em sobreposição com viga

Solução: Mudança da posição da coluna de água fria



Problema

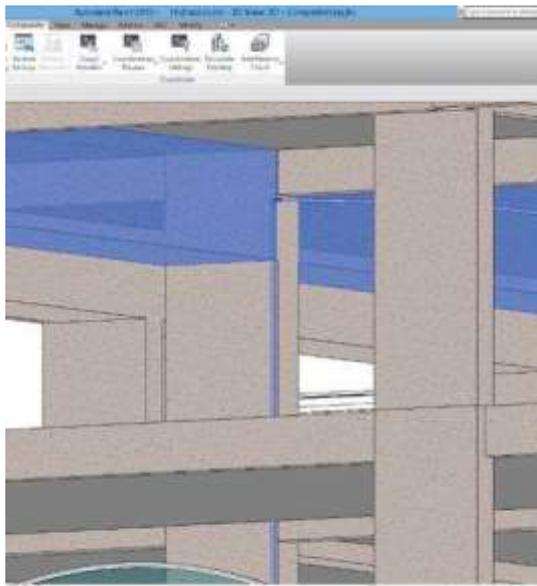


Solução

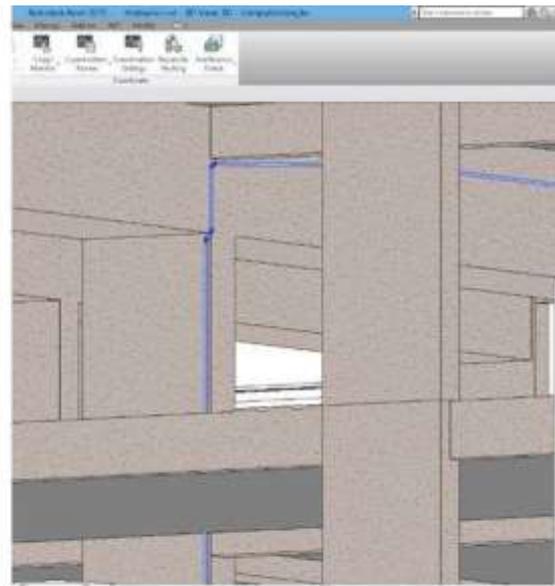
## Compatibilização 29

Descrição: Tubulação de água fria em sobreposição com viga de transição

Solução: Alteração da direção da tubulação para desviar a viga



Problema

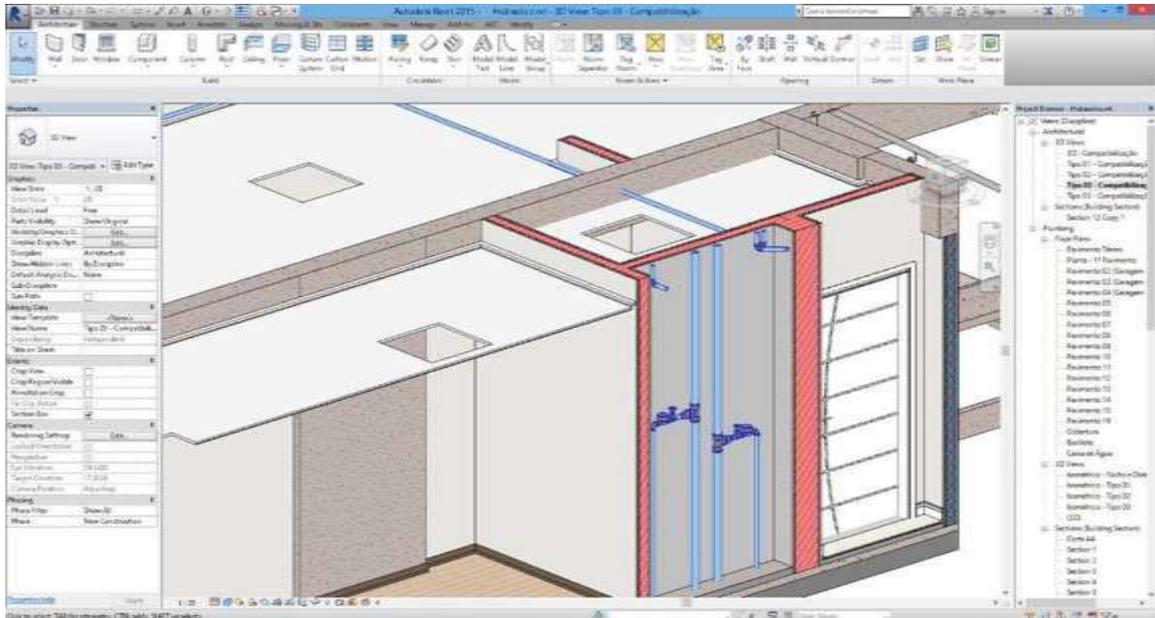


Solução

### Compatibilização 30

Descrição: Tubulação de água fria em sobreposição com viga

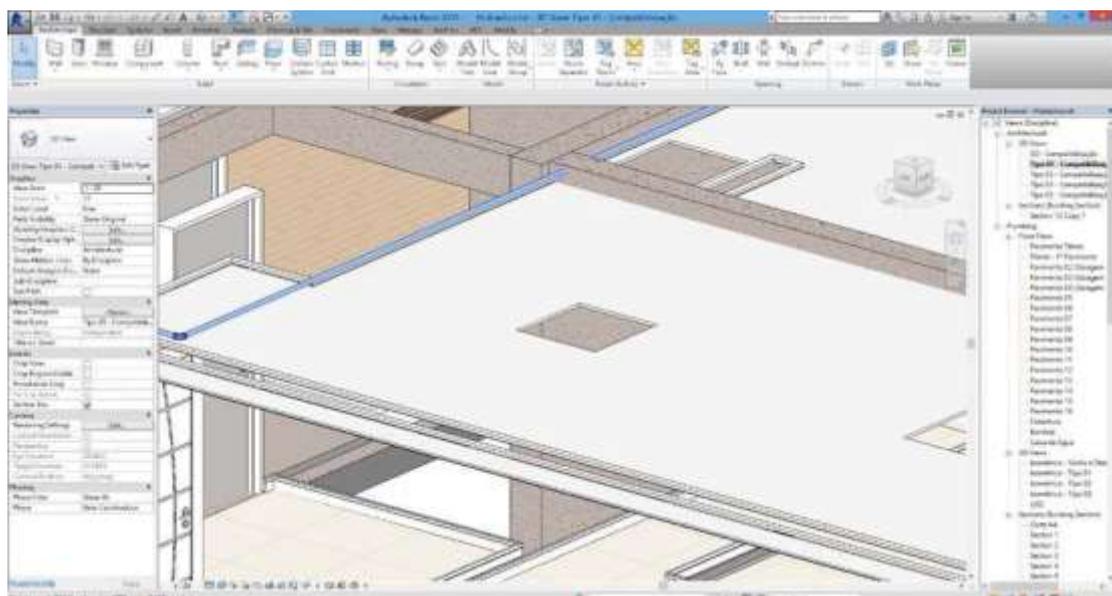
Solução: Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será feito um furo na viga para passagem da tubulação, devendo ser recalculado a estrutura com o furo



### Compatibilização 31

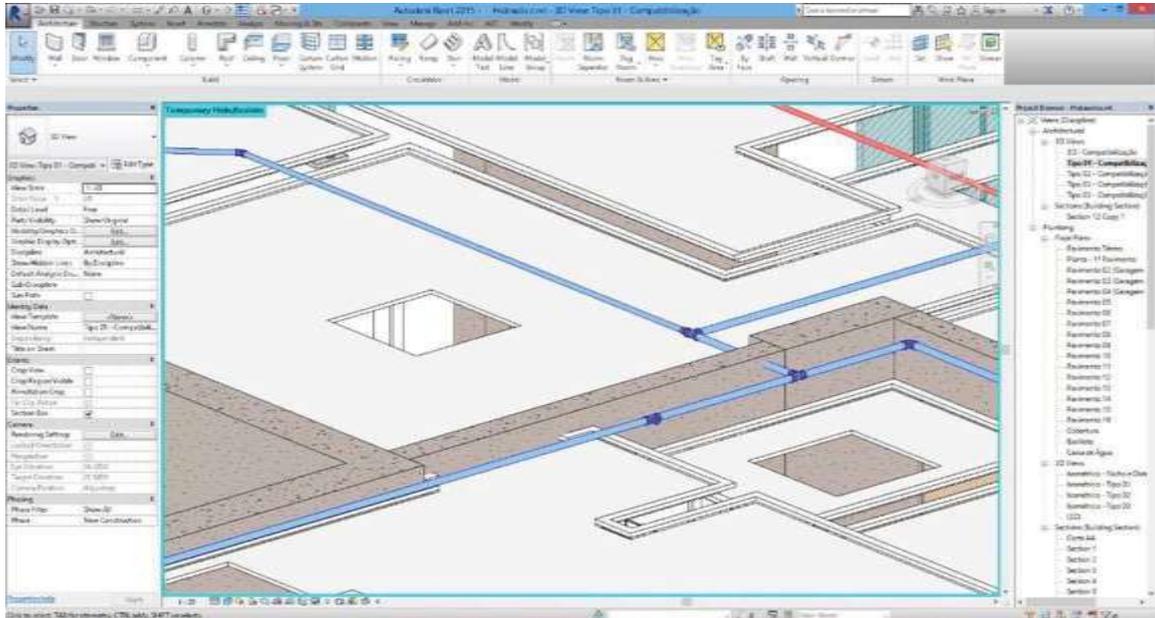
Descrição: Tubulação de água fria em sobreposição com viga

Solução: Previsão de furo na viga com recálculo



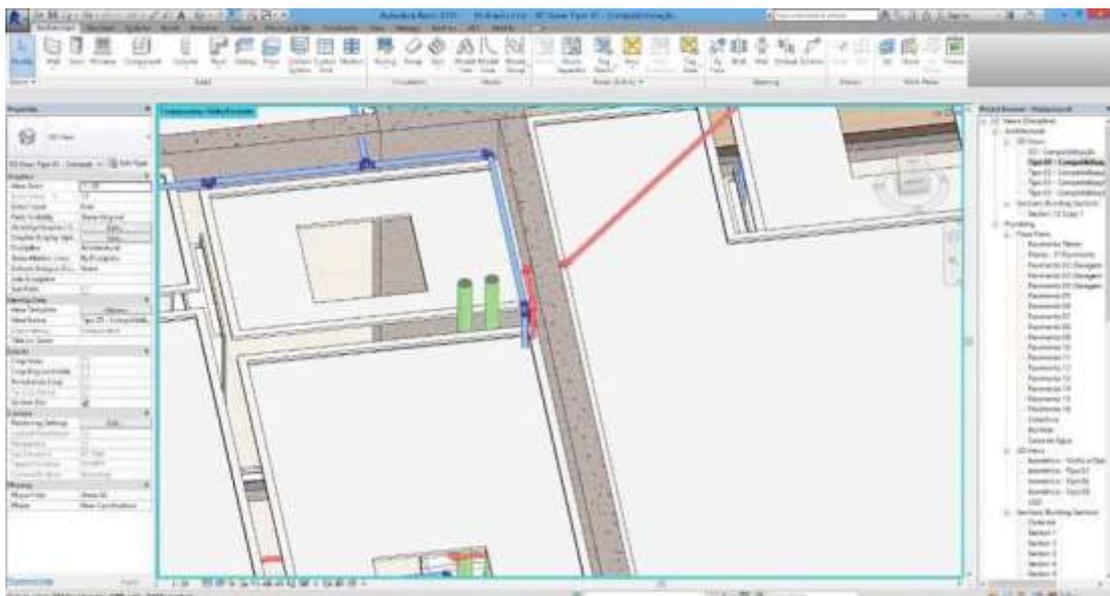
### Compatibilização 32

Descrição: Tubulação de água fria em sobreposição com viga  
 Solução: Previsão de furo na viga com recálculo



### Compatibilização 33

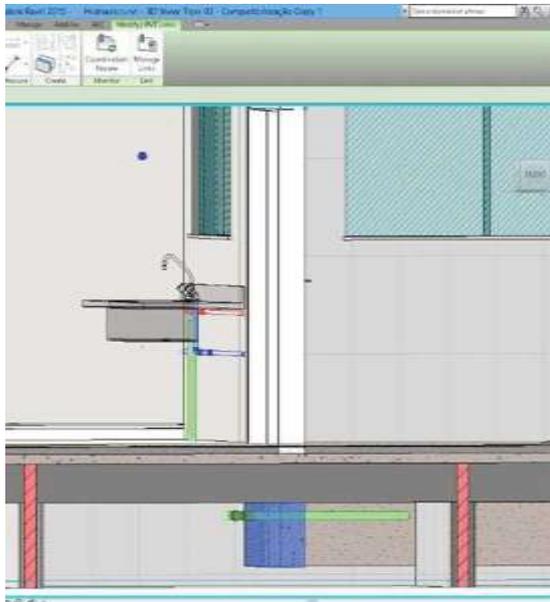
Descrição: Tubulação de água quente em sobreposição com viga  
 Solução: Previsão de furo na viga com recálculo



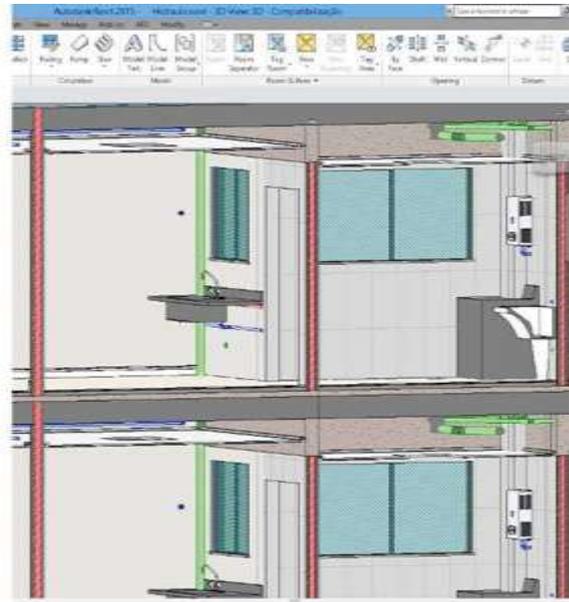
### Compatibilização 34

Descrição: Tubulação de esgoto sanitário em sobreposição com viga entre cozinha e lavanderia

Solução: criação de mocheta para descida da tubulação na cozinha



Problema

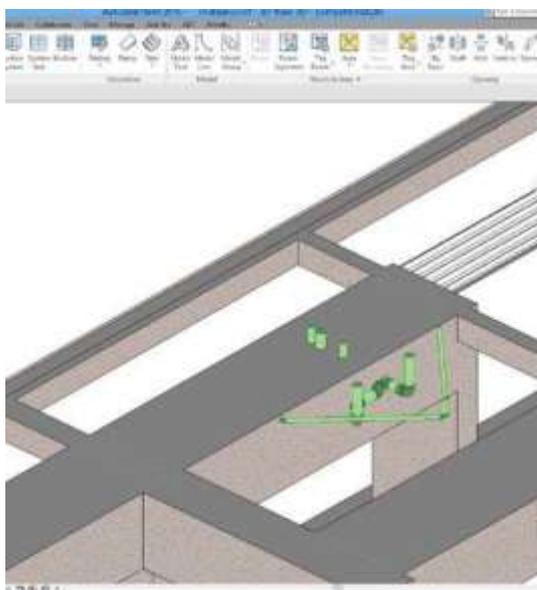


Solução

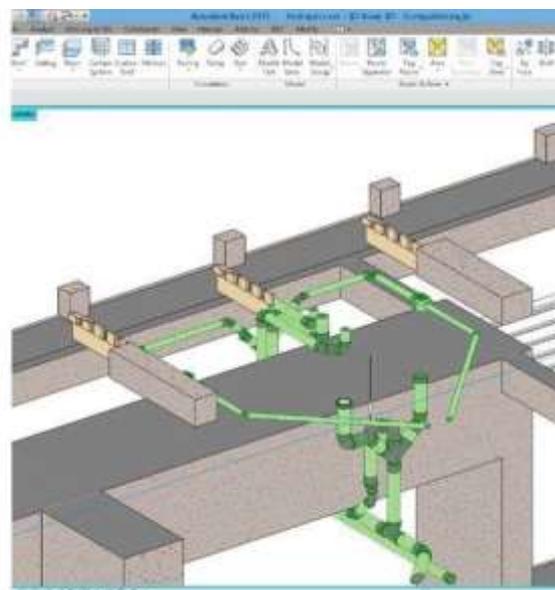
### Compatibilização 35

Descrição: Tubulação de esgoto sanitário de banheiros em sobreposição com viga de transição

Solução: Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento e substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura; desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga



Problema

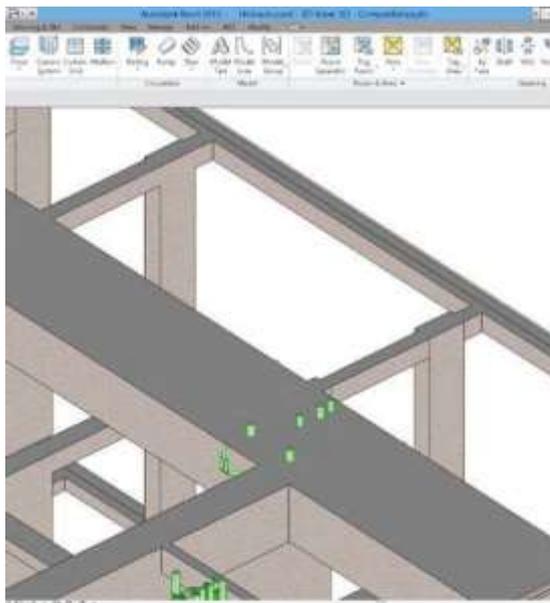


Solução

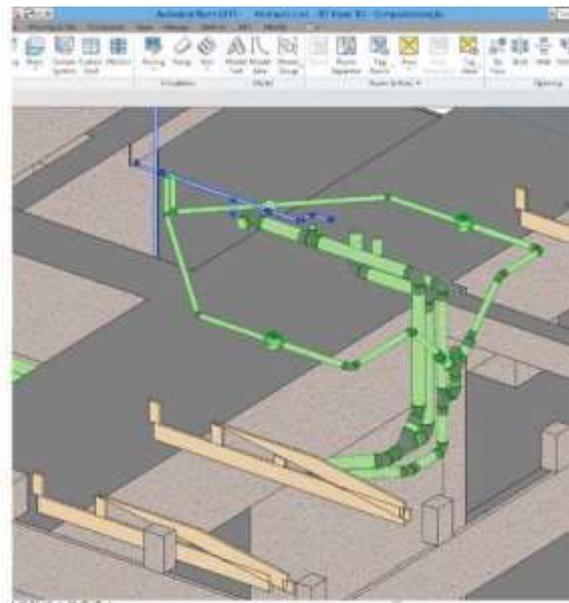
### Compatibilização 36

Descrição: Tubulação de esgoto sanitário de banheiros em sobreposição com viga de transição

Solução: Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento e substituição da caixa sifonada para um modelo de menor alturacriação de mocheta em toda a divisa dos banheiros e desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga, utilizando vaso sanitário com saída lateral



Problema

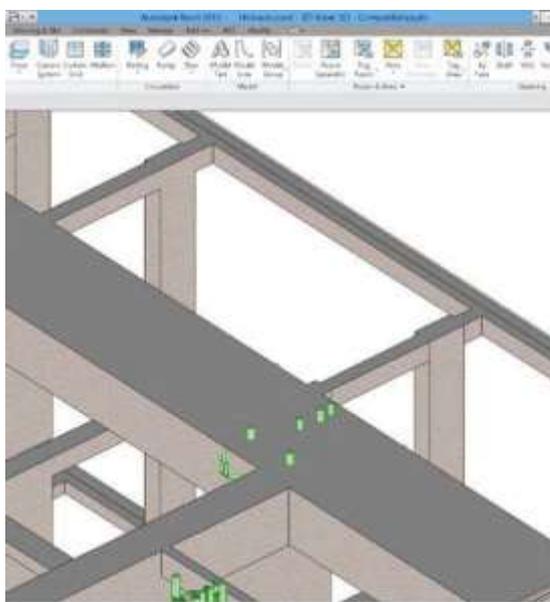


Solução

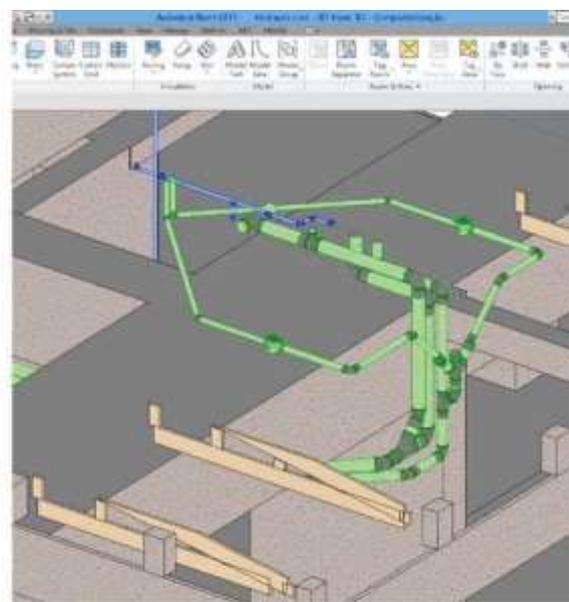
### Compatibilização 37

Descrição: Tubulação de esgoto sanitário do banheiro em sobreposição com viga

Solução: Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento e substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura; mudança na descida dos vasos sanitários para passarem por debaixo da viga.



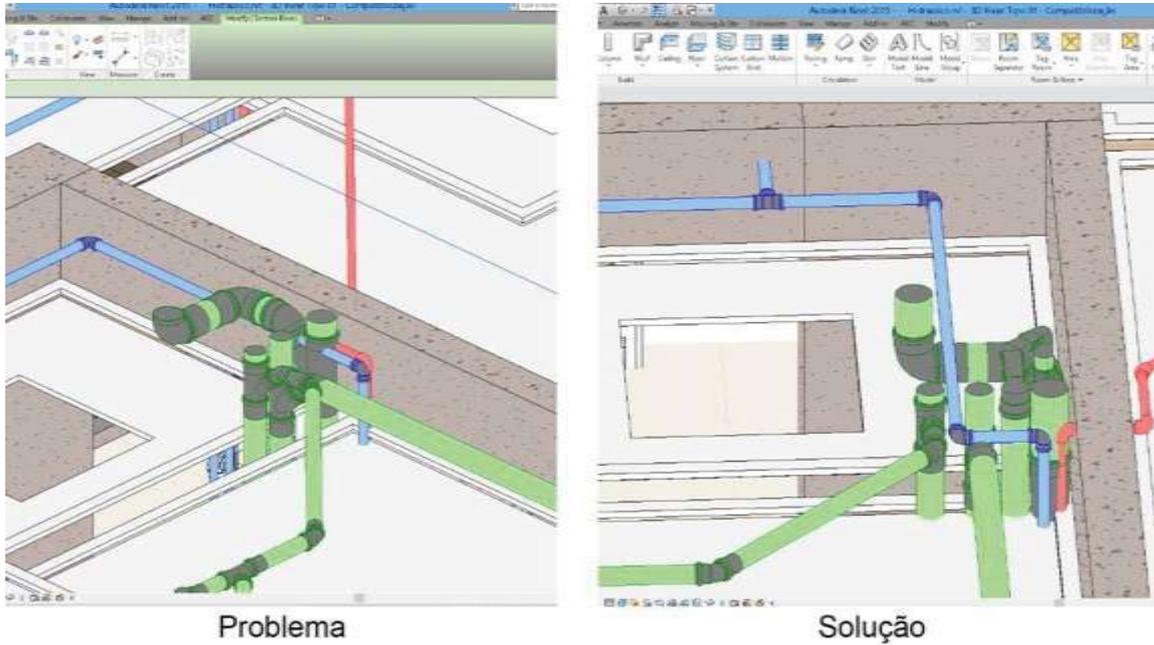
Problema



Solução

### Compatibilização 38

Descrição: Sobreposição de tubulação de esgoto sanitário com água fria e água quente  
 Solução: Mudança nas tubulações de água fria e água quente para desviar da tubulação de esgoto



### Compatibilização 39

Descrição: Coluna de esgoto sanitário em sobreposição com tubulação de água pluvial  
 Solução: Desvio da tubulação de água pluvial

