

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
GUILHERME BARCELOS DA CUNHA
JOÃO HENRIQUE ELIAS REGINATTO

**MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO
MULTIFAMILIAR EM *SOFTWARE* DE PLATAFORMA BIM**

CASCADEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
GUILHERME BARCELOS DA CUNHA
JOÃO HENRIQUE ELIAS REGINATTO

**MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO
MULTIFAMILIAR EM SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientadora: Prof.^a Arquiteta e Urbanista
Ms. Janaína Bedin**

CASCADEL - PR
2017

RESUMO

Atualmente buscam-se soluções para evitar interferências entre as várias disciplinas de um projeto que envolvem o planejamento de uma edificação. A compatibilização de projetos possibilita economia de matérias e diminui o retrabalho em projetos de engenharia. A utilização de softwares de plataforma BIM proporciona aos profissionais, além de qualidade e agilidade, também a compatibilização de projetos de maneira fácil e rápida. O presente trabalho tem como objetivo o estudo de caso da modelagem dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário de um edifício residencial multifamiliar em software Revit®, bem como a identificação das incompatibilidades entre as disciplinas e possível solução para interferências encontradas. As plantas dos projetos fornecidas em dwg foram importadas para o Revit®, as quais serviram como base para modelagem do edifício, posteriormente os modelos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário foram unidos em um único arquivo rvt por meio de vínculo e utilizou-se a verificação visual e a ferramenta “verificação de interferências” do software para identificar as incompatibilidades entre os projetos. Dentre as 102 incompatibilidades encontradas em todo o edifício, 34% foram entre os projetos elétrico e estrutural, seguidos dos projetos hidrossanitário e estrutural (30%), arquitetônico e estrutural (13%), arquitetônico e elétrico (9%), elétrico e hidrossanitário (8%) e arquitetônico e hidrossanitário (6%). Na análise das incompatibilidades por tipo, as mais comuns foram sobreposição de tubulação com estrutura (30%) e sobreposição de conexão com estrutura (28%). Portanto o uso de software com tecnologia BIM para projetos se justifica uma vez que o usuário consegue integralizar todos os projetos em um único arquivo, podendo identificar as interferências e compatibilizar os projetos de modo fácil e rápido.

Palavras-chave: Tecnologia BIM, Incompatibilizações, Autodesk Revit®.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo BIM comparado com processo tradicional.	11
Figura 2 – Curva de MacLeamy.	11
Figura 3 – Interface do Revit.	16
Figura 4 – Revit Architecture.	18
Figura 5 – Revit Structure.	19
Figura 6 – Revit MEP.	19
Figura 7 – Fluxograma de trabalho.	22
Figura 8 – Planta Baixa Apt. Tipo	23
Figura 9 – Planta Baixa Térreo.	24
Figura 10 – Planta de Locação	26
Figura 11 – Definição do traçado da laje dos pavimentos de apartamento tipo.	27
Figura 12 – Peças sanitárias em banheiros	29
Figura 13 – Planta Baixa Hidrossanitário Térreo	29
Figura 14 – Planta Baixa Hidrossanitário 1º Pavimento	30
Figura 15 – Planta Baixa Hidrossanitário 2º e 3º Pavimento	30
Figura 16 – Planta Baixa Tomadas Térreo	31
Figura 17 – Planta Baixa Iluminação Térreo.	32
Figura 18 – Planta Baixa Tomadas Apartamento Tipo	32
Figura 19 – Planta Baixa Iluminação Apartamento Tipo	33
Figura 20 – Ferramenta “Verificação de interferências”	34
Figura 21 – Planta de Forma Pavimento Tipo (a) e Cobertura (b)	36
Figura 22 – Modelagem da estrutura do edifício.	37
Figura 23 – Planta Baixa Pavimento Tipo (a) e Térreo (b)	38
Figura 24 – Configuração de parede usada no modelo	38
Figura 25 – Configuração de pisos de acabamento	39
Figura 26 – Configurações de janelas inseridas no modelo	40
Figura 27 – Modelo 3D arquitetônico	40
Figura 28 – Fachadas da edificação.	41
Figura 29 – Corte AA em perfil e em perspectiva.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Histórico Resumido do BIM.	13
Quadro 2 - <i>Softwares</i> com tecnologia BIM	13
Quadro 3 – Listagem das incompatibilizações da combinação Hidrossanitário x Estrutural ..	46
Quadro 4 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetura x Estrutural.....	47
Quadro 5 – Listagem das incompatibilizações da combinação Elétrico x Estrutural	48
Quadro 6 – Listagem das incompatibilizações da combinação Elétrico x Hidrossanitário.....	50
Quadro 7 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetônico x Hidrossanitário	51
Quadro 8 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetônico x Elétrico	51

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1.....	7
1.1	INTRODUÇÃO	7
1.2	Objetivo Geral	8
1.3	Objetivos específicos	8
1.4	JUSTIFICATIVA.....	9
1.5	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
1.6	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	9
2	CAPÍTULO 2.....	10
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1.1	Tecnologia BIM	10
2.1.2	Revit ®.....	16
2.1.3	Compatibilização de Projetos.....	20
3	CAPÍTULO 3.....	22
3.1	METODOLOGIA	22
3.1.1	Método de Trabalho	22
3.1.2	Estudo de Caso.....	23
3.1.3	Softwares Utilizados	24
3.1.4	Modelagem 3D.....	25
3.1.5	Compatibilizações	33
4	CAPÍTULO 4.....	35
4.1	MODELAGEM.....	35
4.1.1	Caracterização do projeto estrutural.....	35
4.1.2	Caracterização do projeto arquitetônico.....	37
4.1.3	Caracterização do projeto hidrossanitário	42
4.1.4	Caracterização do projeto elétrico.....	43
4.2	compatibilizações.....	45
5	CAPÍTULO 5.....	53
5.1	considerações finais	53
6	CAPÍTULO 6.....	55
6.1	Sugestões Para Trabalhos Futuros	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICE A – INCOMPATIBILIZAÇÕES.....	58

1 CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos segmentos de maior investimento econômico do Brasil, no entanto, por vezes torna-se restrito aos tradicionalismos e vícios construtivos, desistindo de tecnologias que poderiam reduzir custos e qualificar processos (TEIXEIRA, 2016).

No contexto atual da engenharia civil, um dos grandes desafios é o ganho de eficiência e produtividade com a redução de desperdícios e retrabalhos. Uma alternativa que pode ser eficaz para tais ganhos é a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), que trata-se de uma modelagem 3D, através de uma representação digital do projeto, o qual se utiliza de um banco de dados, permitindo incorporar informações para diversas aplicações dentro de um único modelo, possibilitando ao usuário a representação automática de plantas, cortes, fachadas ou tabelas de quantitativos, sendo muito útil também no processo de verificação e identificação de incompatibilizações entre projetos. A Autodesk (2016) define BIM como sendo:

A tecnologia BIM é um processo integrado que amplia consideravelmente a compreensão do empreendimento e viabiliza a visibilidade dos resultados. Essa visibilidade permite que todos os membros da equipe do empreendimento permaneçam coordenados, melhorem a precisão, diminuam o desperdício e tomem decisões fundamentadas nas etapas iniciais do processo – promovendo o sucesso do empreendimento (AUTODESK, 2016).

No entanto, segundo Dantas Filho (2015), para que se possa ter ganhos e benefícios a partir da implantação do BIM, é necessário enfrentar desafios do processo de implementação de cada agente envolvido, seja na fase de projeto ou na fase de construção.

Inicialmente, o processo de desenvolvimento de projetos era facilitado, pois envolviam menor número de profissionais geralmente dentro da mesma empresa ou escritório. Com o aumento da demanda e a expansão do setor, os profissionais passaram a se especializar em disciplinas específicas, originando a terceirização de processos (GONÇALVES JUNIOR, 2016). Unido a isso, a complexidade de projetos gerados pela evolução tecnológica e hábitos

aprimorados segmentou as etapas do desenvolvimento de projetos e distanciou, ao longo do tempo, a comunicação e a integração das equipes que tinham como objetivo proporcionar tomadas de decisões racionais (COSTA, 2013). Nessa linha, a compatibilização de projetos é uma necessidade da fase de planejamento das construções e que caracteriza-se por uma ação destinada ao controle e garantia da qualidade, tanto para projetos quanto para execução (NOVAES, 2001).

Uma opção é a utilização da metodologia BIM na compatibilização de projetos, sendo possível efetuar com agilidade diversas simulações, contemplando inúmeros cenários para antecipar dificuldades de execução da obra. É possível afirmar que os modelos feitos em BIM, são uma construção virtual do objeto arquitetônico, possibilitando quantificar, planejar, coordenar e recuperar informações a qualquer momento da vida da edificação. Somado a isso, a análise minuciosa de interferências acontece porque o BIM interage com elementos paramétricos que vão além da representação gráfica, pois traz todas as informações necessárias a cada item do projeto. Além de facilitar a visualização e compreensão do detalhamento do projeto, os *softwares* BIM indicam soluções integradas automaticamente. Essas soluções podem ser aplicadas a diversas áreas, como estrutural, hidráulica, arquitetônica, elétrica, orçamentária e de projeto (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

1.2 OBJETIVO GERAL

Modelar e compatibilizar os projetos arquitetônicos e complementares (estrutural, elétrico e hidrossanitário) de um edifício residencial multifamiliar, por intermédio de *software* em plataforma BIM, na cidade de Cascavel, Paraná.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modelar projeto arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário em plataforma BIM;
- Integralizar todos os projetos em um único arquivo;
- Identificar as incompatibilidades entre os projetos;

- Propor soluções de correções para as incompatibilidades encontradas.

1.4 JUSTIFICATIVA

O mercado atual da engenharia civil, nos diferentes âmbitos, demanda cada vez mais qualificação dos profissionais. Além disso, o setor exige a utilização de tecnologias atuais que possam proporcionar qualidade juntamente com agilidade, principalmente em processos como a compatibilização de projetos.

Somando-se a isso, o contexto econômico atual força a apropriação de métodos que diminuam gastos, desperdícios e retrabalho. Portanto, o presente estudo baseia-se na utilização de *software* de plataformas BIM para a solução de compatibilização de projetos. Sendo uma tecnologia inovadora, considerando que os *softwares* dessa plataforma ainda estão em fases de exploração por parte dos profissionais e estudantes. Incluindo ainda o incentivo que empresas de *softwares* BIM proporcionam a acadêmicos, professores e profissionais interessados, essa linha de pesquisa se torna relevante.

1.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são os resultados em se compatibilizar projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de um edifício residencial, utilizando *software* em plataforma BIM?

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada à compatibilização de um projeto arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico em plataforma BIM de um edifício localizado em Cascavel – Paraná, destinado a residências, com uma área construída 468,85 m² contando com três pavimentos.

Limita-se o estudo ao levantamento das incompatibilidades que serão encontradas por erros de compatibilização. Restringe-se a pesquisa aos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de todos os pavimentos.

2 CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Tecnologia BIM

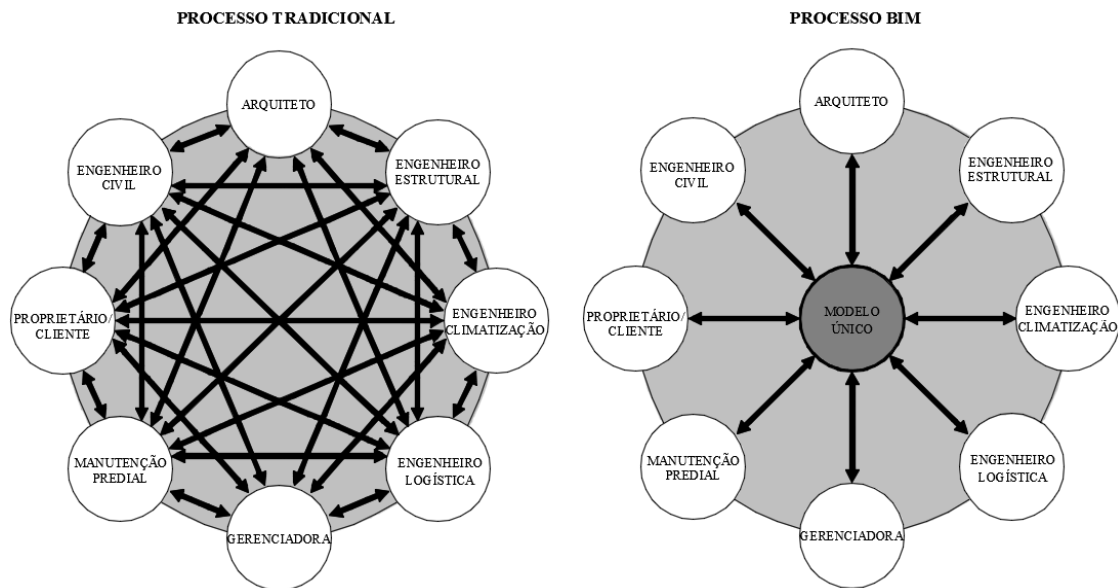
BIM significa “Modelagem da Informação da Construção” (Building Information Modeling). Coelho e Novaes (2008) descreve o sistema BIM como um produto derivado do sistema CAD, pois tem a possibilidade de gerenciar todas as informações necessárias para a conclusão do ciclo de vida de uma construção, por meio de informações intrínsecas contidas em um projeto, integralizando a modelagem 3D, de forma que as mudanças realizadas no modelo, reflitam nos documentos gerados. BIM não se trata especificamente de um desenvolvedor de *softwares* e sim de um sistema (STRAFACI, 2008).

Segundo Brito e Takii (2015), BIM surgiu como uma tecnologia inovadora para transformar o modo como um projeto é realizado e visualizado, com o intuito elaborar um projeto virtual de uma construção, através de um modelo tridimensional, simulando uma construção antes dela ser construída com todos os seus componentes e informações.

Diferentemente do sistema BIM, o CAD, apesar de possibilitar a modelagem de elementos em terceira dimensão utilizando-se o CAD 3D, não tem a capacidade de agregar um número grande de informações, gerando apenas uma reprodução geométrica dos elementos, exigindo a inserção de dados bidimensionais para acrescentar ao detalhamento final (DE GOES, 2011).

Portanto, segundo De Goes (2011), o sistema BIM pode ser considerado uma evolução do sistema CAD, de modo que a tecnologia BIM possibilita a elaboração de projetos em modelos 3D, de forma a permitir, que profissionais de áreas distintas, como arquitetonico, estrutural, elétrico, hidráulico, entre outros, possam trabalhar de forma conjunta em um único modelo, atribuindo informações que agregam novas formas de adiantar várias etapas de uma obra (Figura 1) (RIBEIRO, 2015).

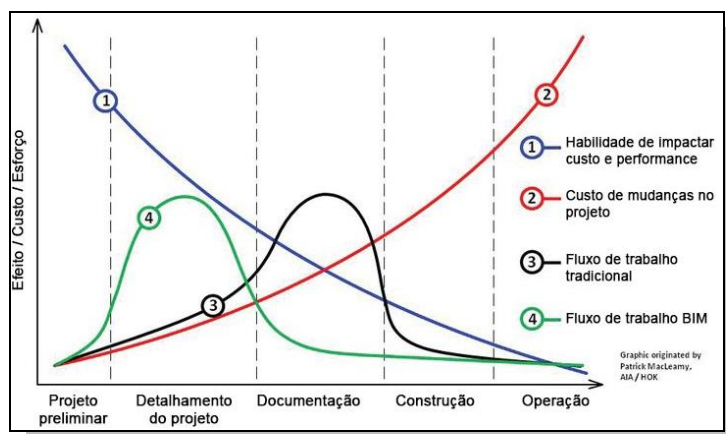
Figura 1 – Processo BIM comparado com processo tradicional.



Fonte: Adaptado de De Goes (2011).

Alguns estudos como da curva de MacLeamy apresentam comparações de processo de projeto tradicional e processo de projeto integrado em BIM. A Figura 2, apresenta resultado de experimento que avaliou o fluxo de trabalho em BIM em contraste com o fluxo de trabalho tradicional. No gráfico há 4 linhas, a preta representando o fluxo de trabalho tradicional, a verde o fluxo em BIM, a linha azul representa a capacidade da equipe de impactar no custo e desempenho ao longo da vida do projeto, a vermelha representa o custo das mudanças no projeto. O observasse é que conforme o projeto avança o custo de realizar mudanças aumenta e a habilidade da equipe de impactar nesse custo é menor (MATOS, 2015).

Figura 2 – Curva de MacLeamy.



Fonte: Matos (2015).

Com o uso aprofundado dessa tecnologia, a busca por criar modelos de construção virtual perfeitos da edificação é constante, observa-se que integrar os colaboradores nesse processo, possibilita esse objetivo. Contrapondo-se a isso, a exploração da nova plataforma envolve novos conceitos e suas aplicações, demandando profunda reforma cultural e operacional no setor, assim como massivos investimentos em equipamentos e pesquisa.

Além disso, esta nova plataforma de desenvolvimento de projetos está mudando paradigmas, a necessidade de se adaptar já faz parte do processo tradicional e, com isso, um novo e futuro cenário se faz evidente. Assim, desenvolvem-se novas profissões conforme o mercado demanda, como é o caso do gerente BIM, que desempenha um papel de integração dos projetos, coordenando equipes e etapas de trabalho.

2.1.1.1 Breve Histórico do BIM

O processo de implementação da tecnologia BIM teve início no fim dos anos 80. Na época, especialistas trabalhavam em pesquisas no setor de TI (Tecnologia da Informação) e no ano de 1987, surgiu o primeiro *software* BIM. A partir desse acontecimento, diversos estudos surgiram com iniciativas de arquitetos e engenheiros asiáticos, americanos e europeus. Nos anos 90, grandes empresas, como ONUMA, investiram massivamente para promover o desenvolvimento do sistema BIM, com o objetivo de utilizarem a tecnologia em seus projetos. Países como a Noruega e Finlândia, apostaram na tecnologia inovadora e hoje apresentam um nível de avanço da implantação do BIM em relação aos outros países (ADDOR et al, 2010).

Algumas empresas brasileiras começaram a implantar o sistema BIM a partir dos anos 2000, entretanto não são muitos os que utilizam a tecnologia em seus projetos, pois ainda enfrentam algumas dificuldades, tais como falta de profissional qualificado na área, falta de exigência na utilização do método por órgãos públicos e outros fatores (SOUZA, et. al., 2009).

Os *softwares* de plataforma BIM evoluíram com o passar dos anos, atingindo novos patamares. O Quadro 1 apresenta um histórico resumido dos acontecimentos relacionados ao sistema BIM (ISHIBARO, 2015).

Quadro 1 – Histórico Resumido do BIM.

Período	Eventos
Anos 60	Houve uma idealização da aplicação da computação gráfica em um projeto pelo Arquiteto Douglas C. Englebart, relatando sobre objetos paramétricos e banco de dados racional.
Anos 70	Pesquisas relacionadas à melhoria da computação gráfica 3D. Início das intenções de agregar informações ao modelo e realizar o gerenciamento de projetos pelo computador.
1982	Fundação do termo <i>Building Information Modeling</i> e da empresa Greaphisoft. Húngaro Gábor Bonjar lançou o <i>software</i> ArchiCAD
1986	Primeiro uso da expressão <i>Building Modeling</i> , no sentido do BIM, utilizado por Robert Aish, num projeto utilizando <i>software</i> RUCAPS.
1988	Universidade de Stanford inicia um incentivo a colaboração de estudantes de doutorado, com membros da indústria da construção civil no desenvolvimento de projetos 4D.
1993	Simulação com o <i>software Building Desing Advisor</i> de um modelo de edifício
2000-2002	Criação do <i>software</i> Revit ®, com níveis mais elaborados de projetos arquitetônicos do que os alcançados pelo <i>software</i> ArchiCAD. Autodesk compra a empresa desenvolvedora do Revit ®.
2002-2012	Crescente uso do Revit ® nos EUA e surgimento de versões para engenheiros estruturais e mecânicos. Incorporação da Troca de dados compatíveis com diversos <i>softwares</i> .

Fonte: Adaptado de De Goes (2011).

2.1.1.2 Softwares BIM

A Quadro 2 abaixo apresenta um resumo dos principais *softwares* que possuem tecnologia BIM no mercado e estão divididos por áreas de atuação (DE GOES, 2011).

Quadro 2 - *Softwares* com tecnologia BIM

Áreas de Atuação	Ferramentas BIM
Arquitetura	Revit Architecture
	ArchiCAD
	Vectorworks Architect
	Bentley Architecture
	Gehry Digital Project
	DDS-CAD Architect

Estrutura	Tekla Structures
	Revit Structures
	CAD/TQS
	Bentley Structural
	Allplan
	StruCAD
	ScaleCAD
	ProSteel 3D
Elétrica	Revit MEP
	AutoCAD MEP
	ArchiCAD MEP
	Bentley – Building Electrical Systems
	MagiCAD
	DDS-CAD Electrical
Hidráulica	Revit MEP
	ArchiCAD MEP
	Bentley Mechanical Systems
	MagiCAD
	DDS-HVAC
Gerenciamento de Projetos	Navisworks
Construção	ArchiCAD Constructor and Estimator
	DDS-CAD Building
Gestão da Manutenção	Bentley Facilities
	ArchiFM
	Rambyg
	Vizelia

Fonte: Adaptado de De Goes (2011).

2.1.1.3 Interoperabilidade

Atualmente, é comum a utilização de diferentes *softwares* de engenharia, nas várias etapas da elaboração de um projeto, gerando um problema corriqueiro nas trocas de informações entre os arquivos (RIBEIRO, 2015). Portanto, um dos objetivos de se desenvolver projetos em BIM é unir os diversos profissionais em todas as etapas do projeto, a partir de sistemas que conversam entre si e que apontam soluções de integração e análise de interferências automatizadas (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

A interoperabilidade é fundamental para a transmissão de dados entre plataformas distintas, permitindo que profissionais e *softwares* envolvidos na elaboração dos projetos

contribuam para o desenvolvimento do mesmo de forma adequada (EASTMAN et al., 2008). Como o envolvimento de diferentes *softwares* e profissionais em um único projeto, é imprescindível que os dados gerados possuam características intercambiáveis, ou seja, que os diversos aplicativos utilizados reconheçam o tipo de arquivo gerado. A interoperabilidade evita o retrabalho de duplicar elementos e dados já utilizados no arquivo, facilitando, de forma automática e sem dificuldades, o desenvolvimento do projeto entre *softwares* distintos (ANDRADE e RUSHCEL, 2009).

De acordo com Eastman (2008), para a troca de informações entre diferentes *softwares* BIM, há quatro formatos diferentes:

- Ligação direta;
- Padrão proprietário;
- Padrão público;
- XML.

O formato ligação direta permite um vínculo de um arquivo entre dois *softwares*, com base na interface de um ou dois programas. O padrão proprietário baseia-se nos formatos elaborados por empresas comerciais, tais como os arquivos DXF, da empresa Autodesk, porém nem sempre essa transição ocorre de forma totalmente satisfatória, podendo haver perda de dados no processo (DE GOES, 2011).

Um dos modos mais eficientes, é a utilização de um padrão público aceito por todos os *softwares*, sendo o IFC (*Industry Foundation Classes*) um formato de padrão mundial desenvolvido para realizar o intercâmbio entre *softwares* que utilizam a tecnologia BIM, sendo um formato com especificações normatizadas pelo sistema BIM, podendo ser utilizado em diversas áreas de atuação, tais como, gerenciamento, planejamento, elaboração do projeto, entre outros (DE GOES, 2011).

No Brasil, a utilização do formato IFC é pouco difundida pelo fato da maioria dos profissionais envolvidos na elaboração de projetos não utilizarem a tecnologia BIM e, mesmo os que utilizam a tecnologia, desconhecem do padrão IFC (SOUZA, et. al., 2009).

Segundo o que Souza *et al* (2009) demonstra em sua pesquisa, mesmo os escritórios que utilizam a tecnologia BIM para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos acabam repassando os arquivos em formato DWG para os escritórios responsáveis pelos projetos complementares, acarretando na perda de muitas informações paramétricas importantes, diminuindo o potencial do modelo BIM. Do mesmo modo que as informações contidas em um arquivo DWG tornam-se difíceis quando repassadas para um modelo virtual,

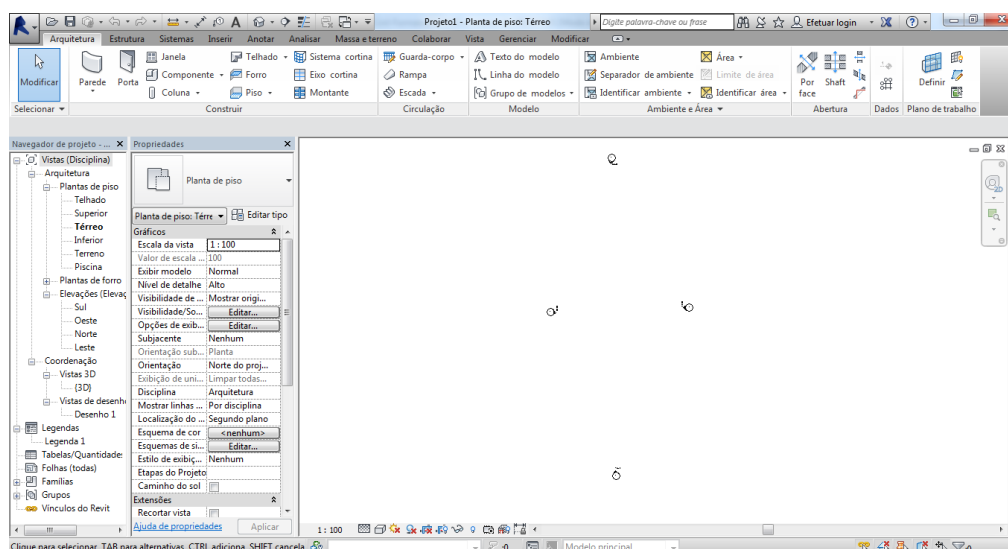
evidenciando, um déficit na utilização do modelo BIM, ficando restrito normalmente às informações arquitetônicas.

2.1.2 Revit ®

O *software* Revit ®, foi desenvolvido pela PTC (*Parametric Technology Corporation*), criado especificamente para realização de projetos arquitetônicos com o objetivo de proporcionar aos profissionais a criação de um modelo paramétrico e 3D, com informações do modelo e da construção. A Autodesk comprou a empresa Massachusetts-based Revit Technologies Corporation no ano de 2002 e investiu em melhorias do *software* (VOLPATO, 2015).

O Revit ® é o *software* de maior importância no ramo da tecnologia BIM, segundo pesquisas do Instituto Bramante (2016). O Revit ® possui uma interface semelhante ao AutoCAD ®, como pode-se observar na Figura 3, facilitando a visualização do modelo e possibilitando ao usuário a navegar por diversas posições do projeto.

Figura 3 – Interface do Revit.



Fonte: Adaptado de De Goes (2011).

As funções para a elaboração dos projetos são diferentes das encontradas no AutoCAD, pois o Revit ®, não apresenta ferramentas geométricas como círculos, linhas, retângulos, entre outros, para a elaboração do modelo, mas sim objetos que realmente

compõem um projeto, tais como paredes, portas, janelas, pilares, vigas, eletrodutos. Outra diferença entre os *softwares* são os comandos para a modelagem, enquanto no AutoCAD deve-se adicionar a sequência de letras referente ao comando, seguido da tecla “Enter”, no Revit ®, basta o usuário digitar a sequência de letras que o comando é ativado automaticamente, ganhando em agilidade (BRITO e TAKII, 2015).

Até a versão de 2013, o Revit ® comercializava pacotes diferentes, divididos em três áreas de atuação, após essa versão eles foram integralizados em um único pacote (BRITO e TAKII, 2015):

- Revit Architecture;
- Revit Structure;
- Revit MEP.

2.1.2.1 Famílias

Segundo a Autodesk (2015), famílias em Revit ® nada mais são do que um conjunto de elementos que possuem propriedades paramétricas em comum, bem como uma representação gráfica semelhante, sendo que as variações presentes nas famílias são denominadas de Tipos e Modelos. Portanto, segundo Maritan (2013), tudo o que constitui um modelo (Parede, Janela, Porta, Eletrodutos, Calhas, entre outros) é considerado uma família.

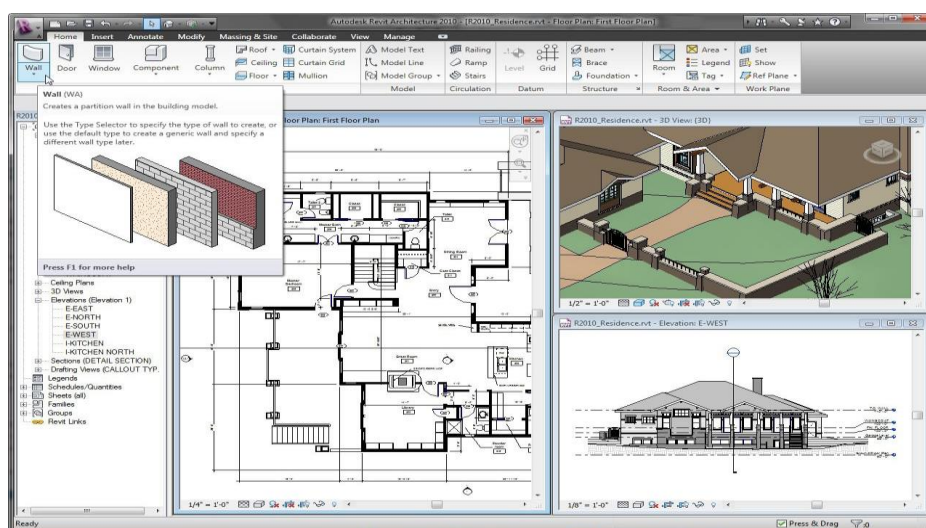
As famílias podem ser constituídas de parâmetros, como tipo de fabricante, dimensões, tipo de material, entre outros. Maritan (2013) classifica as famílias como sendo do tipo:

- Famílias do Sistema: São os componentes do projeto predefinidos pelo sistema, não sendo possível alterar as configurações e parâmetros já existentes, sendo possível alterar somente o tipo e não os modelos (MARITAN, 2013).
- Famílias Carregáveis: Diferentemente das Famílias do Sistema, podem ser baixados, instalados e carregados no modelo, podendo ainda ser modificado seus parâmetros no Revit ® (MARITAN, 2013).
- Famílias Locais: São elementos criados e utilizados dentro do modelo, não podendo copiados, nem exportados para arquivos carregáveis (MARITAN, 2013).

2.1.2.2 Revit Architecture

O Revit Architecture (Revit Arquitetura) tem foco no projeto arquitetônico, com a elaboração de um modelo baseado nas famílias de portas, janelas, paredes, escadas, telhados, entre outros componentes de um projeto arquitetônico, como pode-se observar na Figura 4. Os modelos são bem detalhados com informações de matérias utilizados, espessuras, tipo de fabricante, texturas, etc. O Revit ® possui facilidade quando comparado com o AutoCAD, que é realização de cortes e vistas automáticos (AUTODESK, 2015).

Figura 4 – Revit Architecture.

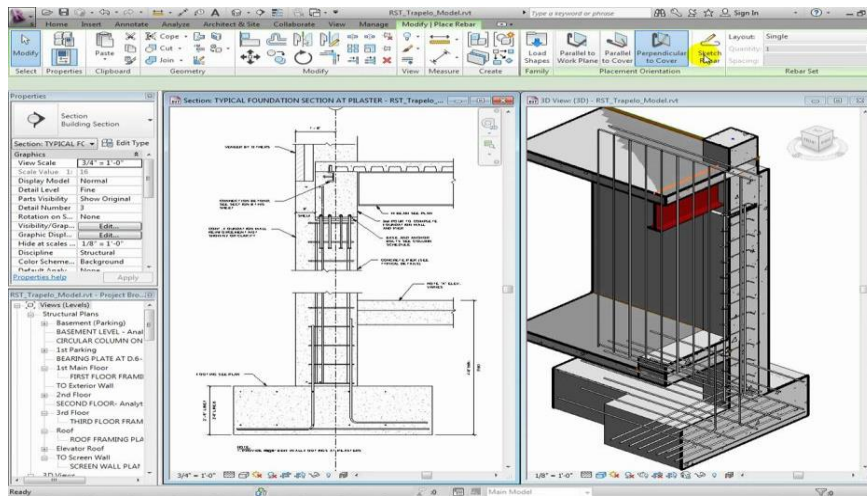


Fonte: Autores (2016).

2.1.2.3 Revit Structure

O Revit Structure (Revit Estrutural), tem como objetivo a modelagem e detalhamento de elementos estruturais, como vigas, pilares, lajes, treliças, entre outros componentes estruturais, possibilitando ao usuário análise, projetos e documentação de forma rápida e eficiente (Figura 5) (BRITO e TAKII, 2015).

Figura 5 – Revit Structure.

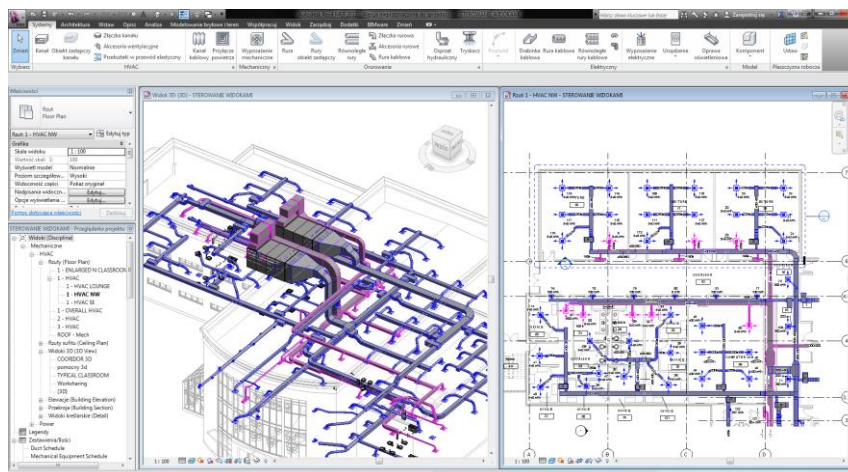


Fonte: Autores (2016).

2.1.2.4 Revit MEP

O Revit MEP é uma ferramenta que possibilita a elaboração de projetos de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos, por profissionais da área. Essa última ferramenta permite os profissionais a elaboração dos projetos complementares, com detalhamento das tubulações, eletrodutos, calhas, junções, equipamentos mecânicos e entre outros, gerando tabelas de quantitativos, quadros detalhados dos materiais utilizados, entre outros diversos documentos necessários de forma automática (Figura 6) (BRITO e TAKII, 2015).

Figura 6 – Revit MEP.



Fonte: Autores (2016).

2.1.3 Compatibilização de Projetos

O conceito de compatibilização de projetos consiste na análise, verificação e correção das interferências físicas, utilizando-se das diferentes soluções de projetos para uma obra (RODRIGUEZ, 2005).

A compatibilização de projetos de engenharia tende a crescer na construção civil, pois qualquer edifício depende de projetos como topográfico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, arquitetônico, entre outros. Em geral, esses projetos são desenvolvidos separadamente e podem ocasionar erros. A compatibilização baseia-se na sobreposição de projetos para detectar esses possíveis conflitos (SANTOS, 2013).

Unido ao aumento do número de projetos para se garantir bom desempenho das construções, o setor da construção civil tem se caracterizado pelo crescimento e pela expansão imobiliária, que criam aspectos agressivos de mercado e cada vez mais concorridos, demandando novos produtos e desempenho (DURANTE, 2013).

Os custos de se realizar a compatibilização de projetos representam de 1% a 1,5% da obra. Porém, a economia em despesas é de 5% a 10% deste mesmo custo. Essa economia é influência da diminuição de tempo, redução de desperdício e eliminação de retrabalho (SANTOS, 2013).

Em relação ao profissional que realiza a compatibilização de projetos, é necessário que possua sólidos conhecimentos em projetos e a organização necessária para gerenciar o trabalho de diferentes projetistas ou equipes (TEIXEIRA, 2016).

A grande maioria de empresas que trabalham com a compatibilização de seus projetos utiliza de metodologias convencionais simplificadas de sobreposição de “*layers*” de diferentes disciplinas em um único arquivo em plataforma CAD, ocultando ou “congelando” as *layers* que não fazem parte dos sistemas em análise, tudo isso em uma visão 2D, analisando a olho nu as possíveis interferências físicas. A compatibilização através de sobreposição de plantas em 2D tem fortes limitações, principalmente entre os projetos hidrossanitários e elétricos, isso devido a complicações de visibilidade de tubos, conexões e eletrodutos, fazendo com que se detecte apenas as incompatibilidades mais óbvias (COSTA, 2013).

Quando se discute o uso da plataforma BIM para a compatibilização de projetos, se fala em contar com o auxílio da tecnologia de modelagem de informações para automatizar a análise de interferências e os possíveis ajustes, antes de iniciar a execução da obra. Além disso, o BIM aplicado em todas as fases do projeto não só garante um trabalho com dados confiáveis, como também promove a integração dos profissionais. Quando os diversos

agentes dessa cadeia possuem uma visão global da edificação e se dedicam ao planejamento, alcançam-se soluções integradas entre as diversas áreas e torna os empreendimentos realizáveis (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

As análises nos modelos 3D de interferências são possibilitadas porque o BIM trabalha com elementos paramétricos que vão além da representação gráfica, pois traz todas as informações necessárias a cada item do projeto. Além da compatibilização geométrica, os sistemas que trabalham com a técnica BIM apontam também as interferências baseadas em normas a partir de configurações que habilitam os *softwares* a analisar o modelo nessas áreas, podem ser verificadas normas como a do Corpo de Bombeiros e de Prefeituras, entre outros. Certos programas têm funções de coordenação, que gerencia e controla as interferências até a solução desses conflitos. São gerados relatórios com os resultados de testes de conflitos e é possível compartilhar esses cenários com outros usuários, além de guardar as informações para utilizar em projetos semelhantes. Outros programas permitem que os usuários incluam funções nas verificações dos modelos, criando regras mais detalhadas e personalizem filtros para que o sistema faça diversas detecções, nisso inclui-se análises de rotas de fuga, acessibilidade, modelo contra os parâmetros do programa de necessidades, atendimento de normas de órgãos como de Prefeitura, Bombeiros e programas como Minha Casa Minha Vida (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

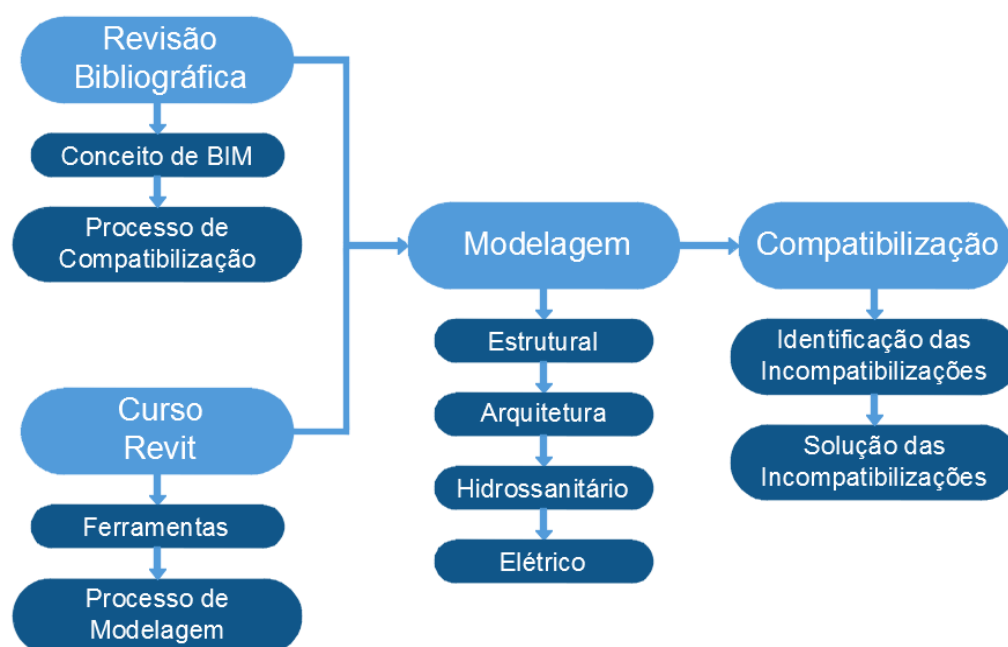
3 CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Método de Trabalho

Para o presente trabalho utilizou-se a sequência de atividades conforme se pode observar no fluxograma da Figura 7. Primeiramente realizou-se uma revisão bibliográfica para melhor aprendizado sobre o processo de compatibilização utilizando-se o conceito BIM, ainda nesta etapa, foram realizados cursos preparatórios, cujo objetivo principal, foi aprimorar as técnicas de desenvolvimento de projetos e ferramentas fornecidas pelo *software* Revit ®, a fim de modelar o edifício e utilizar as vantagens de um modelo BIM.

Figura 7 – Fluxograma de trabalho.



Fonte: Autores (2017).

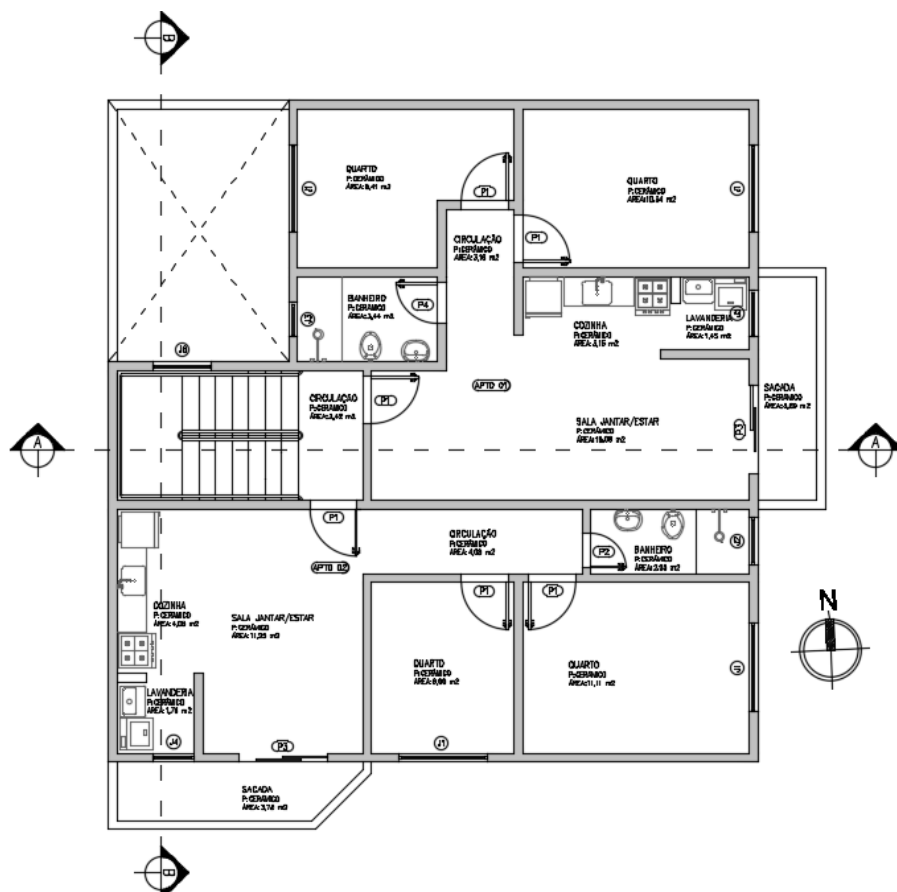
Na segunda parte da realização deste trabalho, utilizou-se o processo de criação de algumas famílias, as quais não foram disponibilizadas no pacote do *software* Revit ®. E por

fim, a identificação de incompatibilizações entre os projetos que posteriormente foram analisadas e corrigidas.

3.1.2 Estudo de Caso

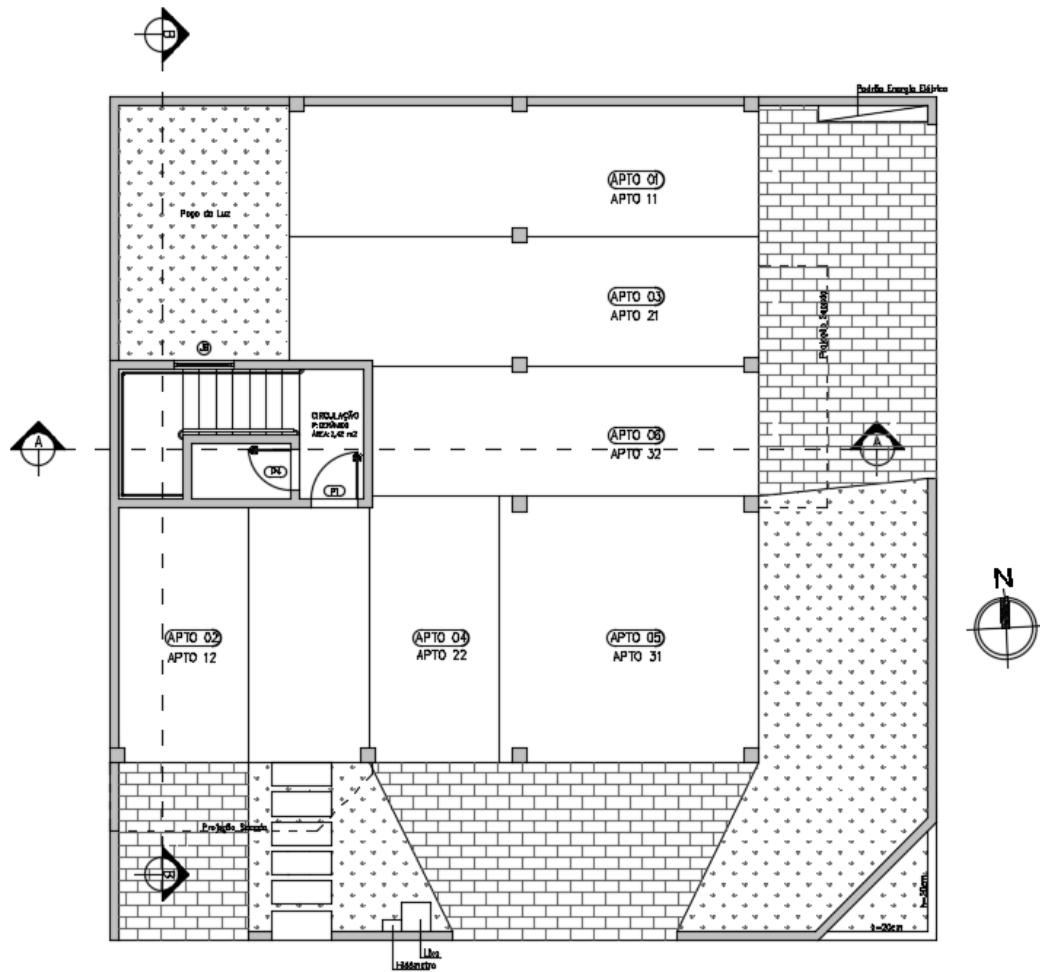
Os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural do edifício residencial multifamiliar, foram disponibilizados pelo engenheiro responsável pelo projeto para a realização do modelo 3D em *software* Revit[®], o qual possuía três pavimentos, sendo dois apartamentos por andar, totalizando seis apartamentos e um térreo composto por garagens. O projeto possui área total construída de 468,85 m², cada apartamento possui dois quartos, sala de estar, sala de jantar, cozinha, lavanderia e um banheiro, com área total de aproximadamente 55 m² (Figura 8), o térreo é composto por garagens, escada e área comum, totalizando 110,17 m² (Figura 9).

Figura 8 – Planta Baixa Apt.Tipo



Fonte: Autores (2016).

Figura 9 – Planta Baixa Térreo



Fonte: Autores (2016).

3.1.3 Softwares Utilizados

Para a realização do trabalho, os seguintes *softwares* foram utilizados para o desenvolvimento.

3.1.3.1 AutoCAD ®

Os projetos foram todos recebidos em arquivos no formato CAD, os quais foram separados por pavimento, formatando-se as plantas baixas do projeto para eliminar os detalhes

irrelevantes e manter somente as informações importantes para inserção no *software* Revit ®, com o objetivo de se iniciar o processo de modelagem.

3.1.3.2 Revit ®

O Revit ® foi o *software* utilizado para realizar a modelagem do edifício e de todos os elementos que compõem o projeto arquitetônico, como, plantas baixas, cortes, fachadas e entre outros, bem como a modelagem dos elementos dos projetos complementares, sendo eles, elétrico, hidrossanitário e estrutural. O *software* Revit ®, foi utilizado também para a identificação das incompatibilizações e correções das mesmas.

3.1.4 Modelagem 3D

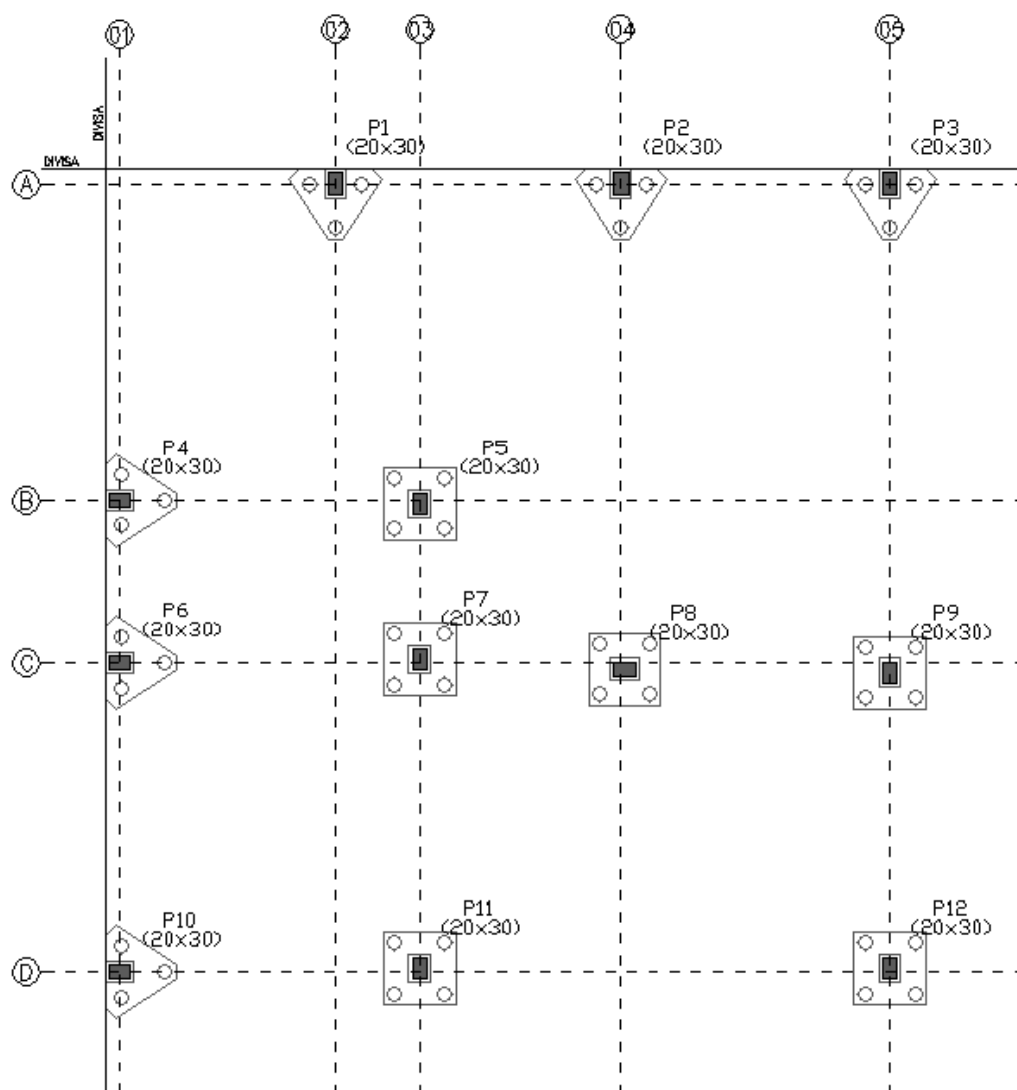
3.1.4.1 Importação dos arquivos em CAD

Os projetos originais foram cedidos pelo engenheiro responsável pelo projeto, e todos encontravam-se em formato *dwg*, os quais foram preparados para a importação no *software* Revit ®, estabelecendo coordenadas em comum.

3.1.4.2 Estrutura

O lançamento dos elementos estruturais deu-se, a partir das coordenadas dos eixos existentes na planta de locação dos pilares e com dimensões de acordo com o especificado em projeto (Figura 10). O processo de lançamento das fundações deu-se de forma análoga ao lançamento dos pilares, utilizando-se os eixos de coordenadas da planta de locação e definindo o tipo de fundação e profundidade das estacas.

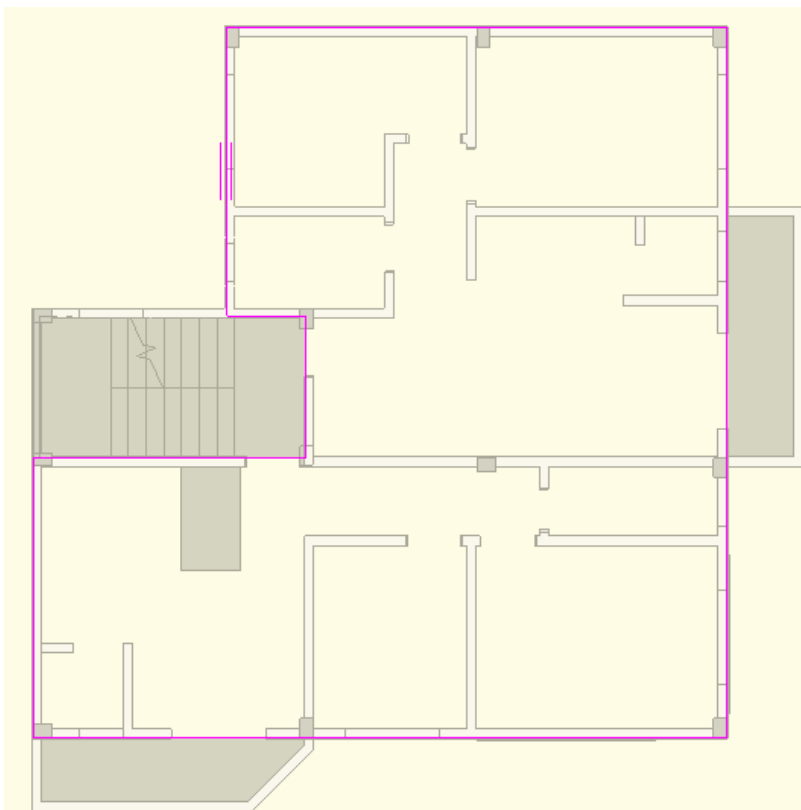
Figura 10 – Planta de Locação



Fonte: Adaptação do projeto (2016).

O lançamento das vigas procedeu-se de forma distinta aos lançamentos de pilares e fundações, pois utilizou-se das plantas de formas indicando seu caminho e dimensões de acordo com o especificado em projeto. Para o lançamento das lajes, o processo foi relativamente simples, apenas delimitando as áreas internas de cada pavimento e identificando a sua espessura, de acordo com o especificado em projeto, como pode-se observar na Figura 11 abaixo.

Figura 11 – Definição do traçado da laje dos pavimentos de apartamento tipo



Fonte: Autores (2016).

3.1.4.3 Arquitetura

O processo de modelagem arquitetônica deu-se posterior ao lançamento estrutural, de modo que o segundo não influenciou no lançamento do primeiro, pois a arquitetura foi modelada com base nas plantas dos projetos arquitetônicos existentes e não utilizando as plantas dos projetos estruturais para tal.

Iniciou-se o processo de modelagem pelo levantamento das alvenarias, definindo no *software* a parede utilizada, sendo que para cada família de parede, existe uma determinada espessura e material. As paredes foram modeladas de acordo com a espessura e pé-direito determinado em projeto.

Para o lançamento dos pisos, utilizou-se o processo semelhante ao utilizado para a modelagem das lajes, delimitando as áreas internas de cada ambiente, com a exceção de que as lajes são determinadas como pisos estruturais e os pisos como piso arquitetônico, determinando assim as espessuras média de cada camada que o compõem.

Posteriormente ao lançamento das alvenarias e pisos, deu-se início o lançamento das esquadrias, de acordo com o representado no projeto original, sendo essas famílias editáveis, de acordo com a necessidade de adequação.

A partir do lançamento das esquadrias, iniciou-se a modelagem do telhado, calhas e treliças. A modelagem das treliças e calhas deu-se por meio de extrusão e determinando o tipo de material utilizado na confecção das peças. Para o lançamento do telhado, utilizou-se da ferramenta Dynamo, com o auxílio de uma rotina de programação fornecida pelos desenvolvedores do *plugin* Onbox.

Por fim, modelaram-se os detalhes arquitetônicos das molduras presentes na fachada, utilizando-se a ferramenta extrusão.

3.1.4.4 Hidrossanitário

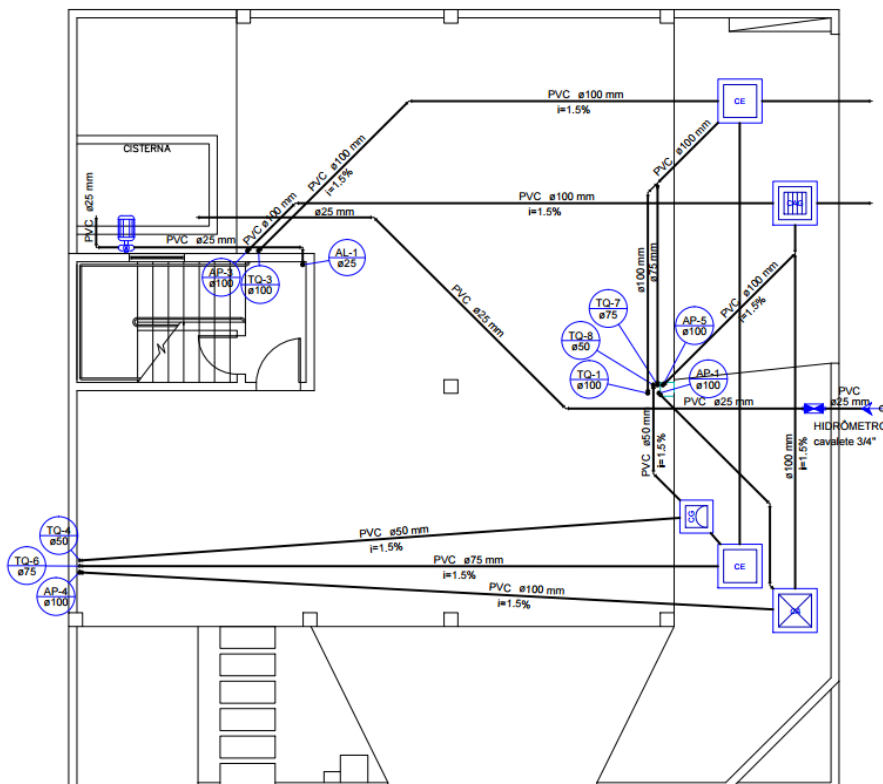
Para iniciar-se o processo de modelagem do projeto hidrossanitário, estudou-se previamente o projeto inicial, identificando todos os elementos e tubulações, bem como a inclinação necessária para as instalações sanitárias de esgoto. Para o lançamento da instalação hidrossanitária, importou-se as plantas baixas do projeto em *dwg* (Figura 13Figura 14 Figura 15) para o *software* Revit ®, e iniciou-se o processo de modelagem, utilizando-se das bibliotecas de tubulações e conexões disponibilizadas pela Tigre ®, assim como as peças sanitárias cedidas pela Celite ®. Após o posicionamento correto das peças sanitárias (Figura 12), iniciou-se o lançamento das tubulações, as quais foram divididas em água fria, água pluvial e esgoto sanitário.

Figura 12 – Peças sanitárias em banheiros



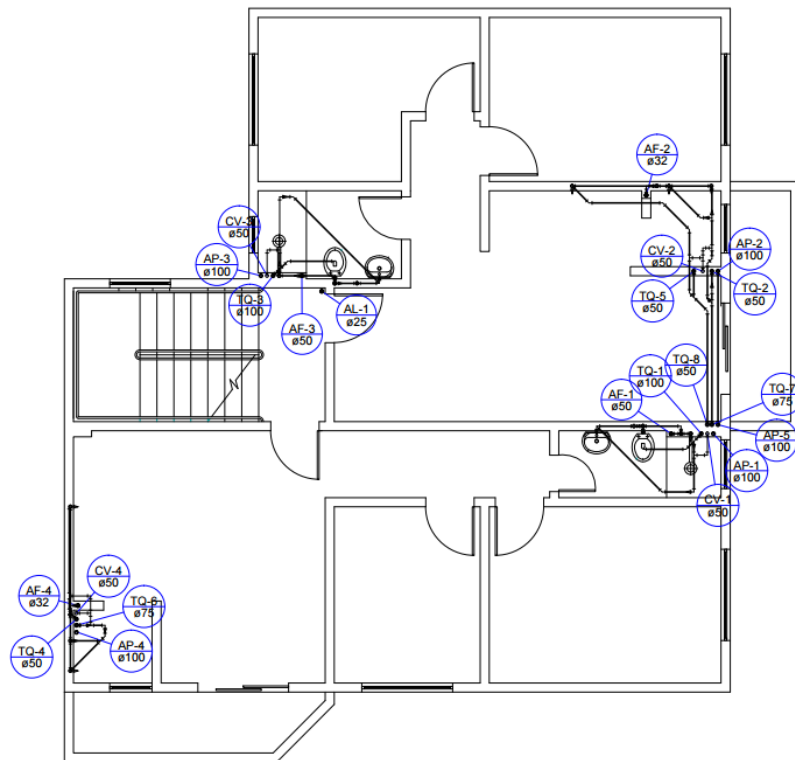
Fonte: Autores (2016).

Figura 13 – Planta Baixa Hidrossanitário Térreo



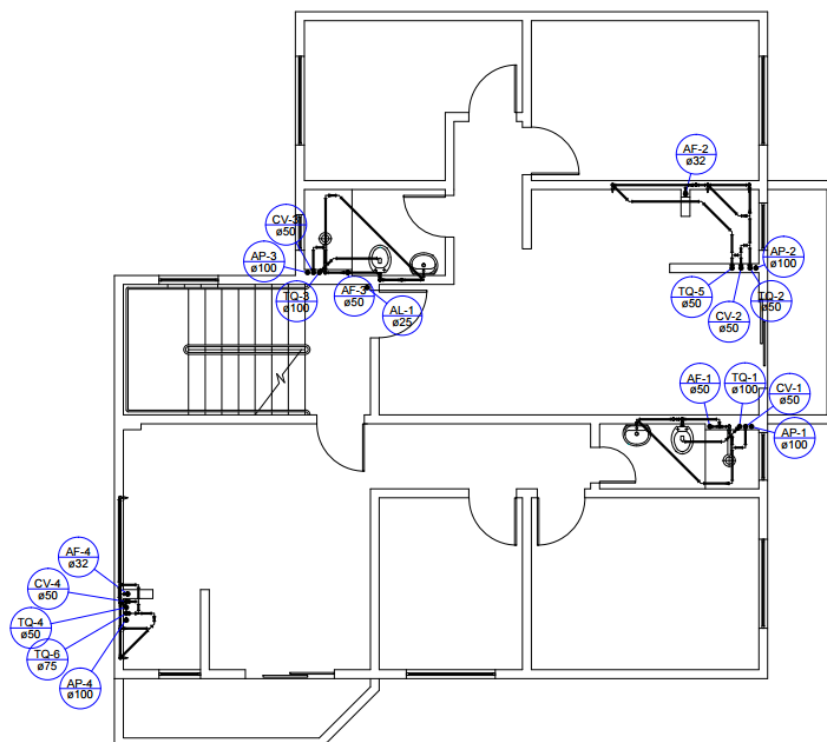
Fonte: Adaptação do projeto (2016).

Figura 14 – Planta Baixa Hidrossanitário 1º Pavimento



Fonte: Adaptação do projeto (2016).

Figura 15 – Planta Baixa Hidrossanitário 2º e 3º Pavimento

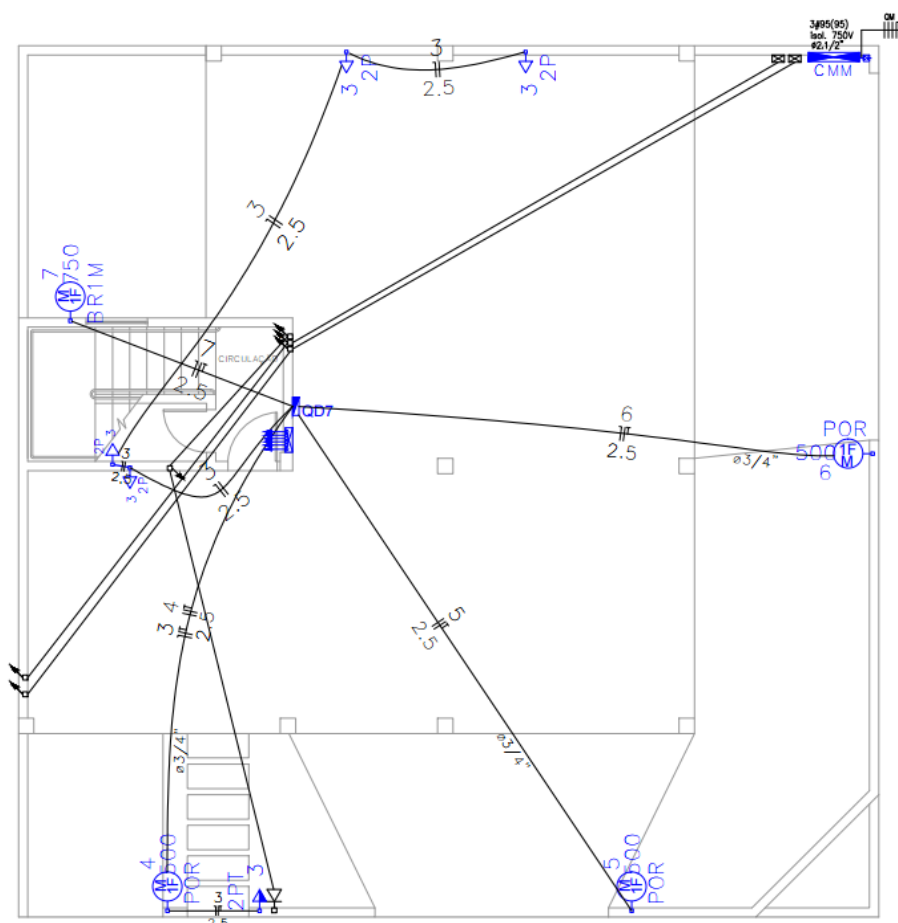


Fonte: Adaptação do projeto (2016).

3.1.4.5 Elétrico

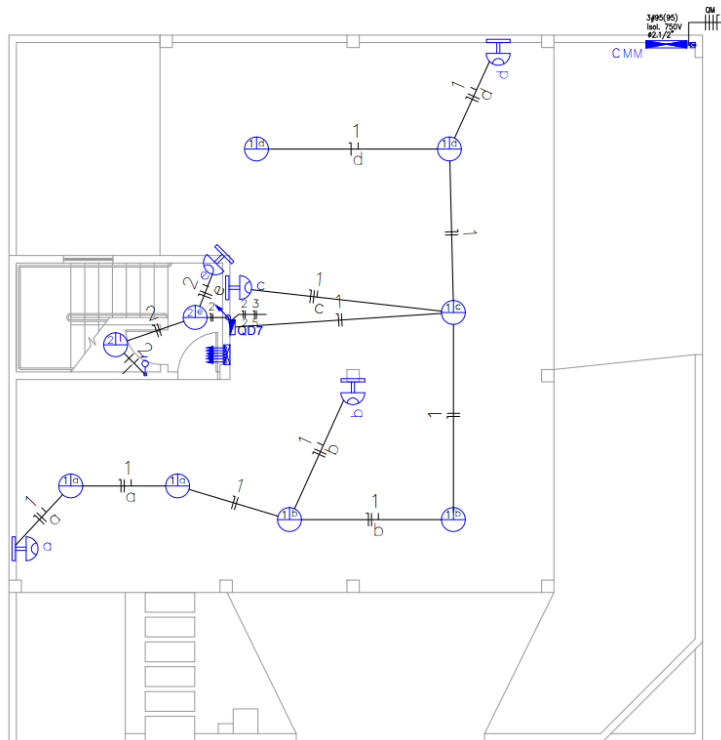
O processo de modelagem do projeto elétrico deu-se de forma análoga à modelagem do hidrossanitário, importando-se as plantas baixas do projeto específico (Figura 16, Figura 17, Figura 18 e Figura 19) e identificando todos os elementos necessários para o lançamento dos eletrodutos, luminárias, tomadas, sensores de presença, quadros de distribuição e medição, telefone e interfone.

Figura 16 – Planta Baixa Tomadas Térreo



Fonte: Adaptação do projeto (2016).

Figura 17 – Planta Baixa Iluminação Térreo



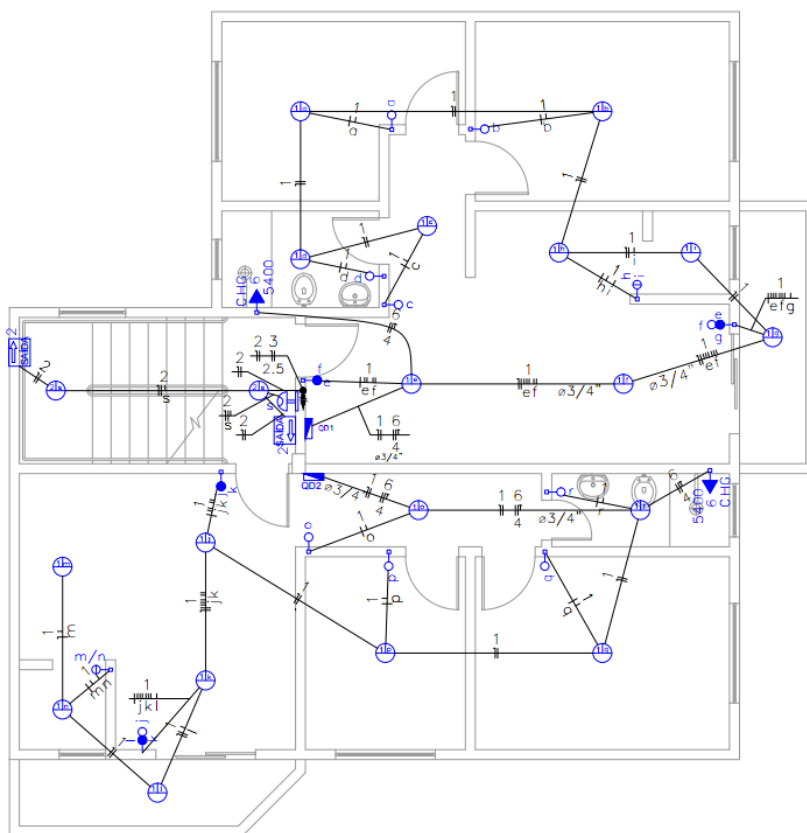
Fonte: Adaptação do projeto (2016).

Figura 18 – Planta Baixa Tomadas Apartamento Tipo



Fonte: Adaptação do projeto (2016).

Figura 19 – Planta Baixa Iluminação Apartamento Tipo



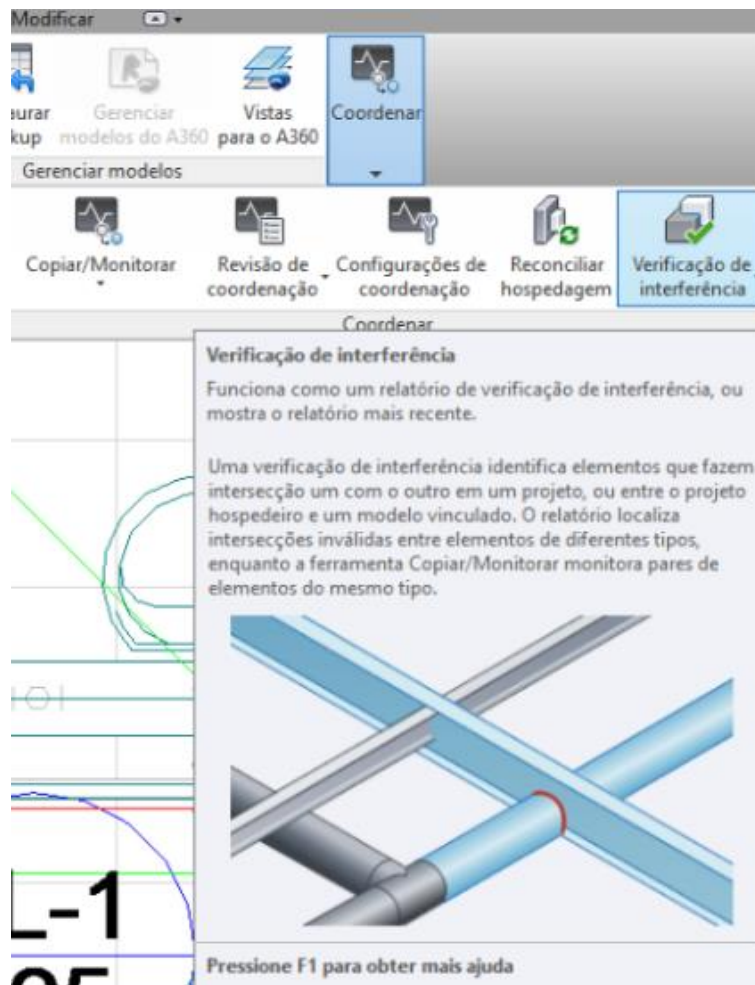
Fonte: Adaptação do projeto (2016).

A maioria dos elementos utilizados no projeto de modelagem foram modificados a partir das famílias existentes no *software* Revit®, e outras mais específicas, tais como, quadro de medição e sensores de presença foram modelados a partir da ferramenta “modelagem no local”, pois não possuía família própria no *software*.

3.1.5 Compatibilizações

O processo de compatibilização entre os projetos deu-se basicamente de dois modos para a identificação das incoerências e incompatibilidades, primeiramente por meio de visualização 3D e posteriormente utilizando-se da ferramenta “Verificação de interferência” (Figura 20) disponível no *software* Revit®, o qual verifica as interferências de acordo com os tipos de elementos desejados, tais como, estruturas e tubulações.

Figura 20 – Ferramenta “Verificação de interferências”



Fonte: Autores (2016).

4 CAPÍTULO 4

4.1 MODELAGEM

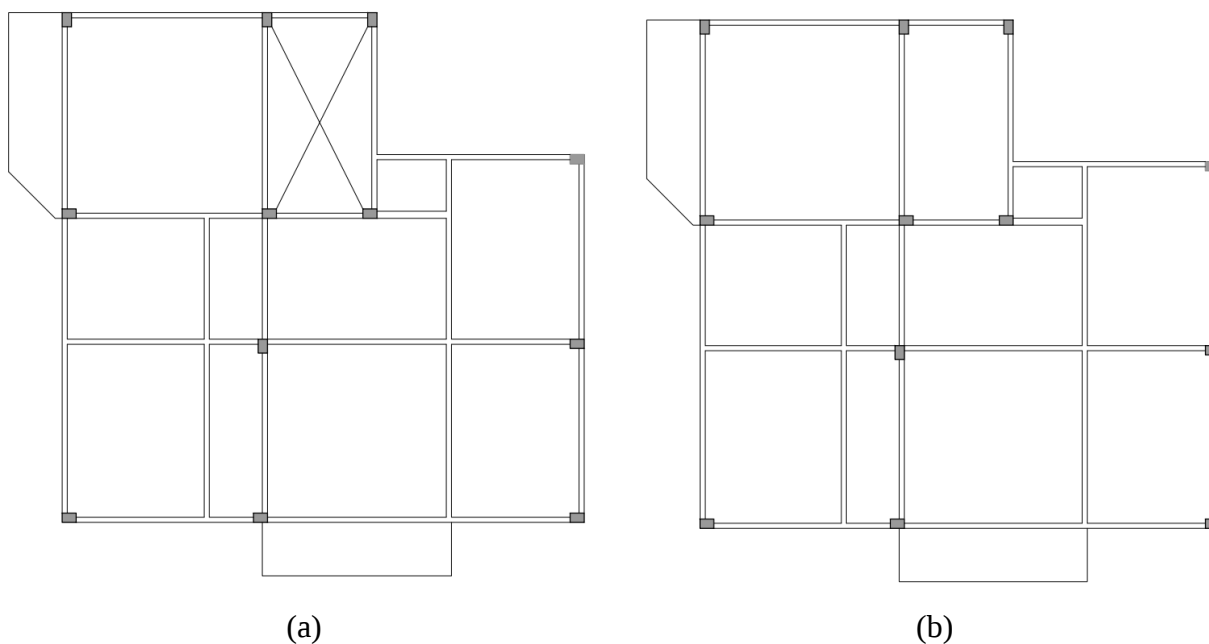
O processo de modelagem do edifício foi subdividido em três principais áreas, sendo elas, arquitetura, estrutural e instalações (elétricas e hidrossanitárias).

4.1.1 Modelagem projeto estrutural

A estrutura do edifício residencial é constituída por pilares e vigas pré-moldados, lajes treliçadas e fundação moldada *in loco* de bloco sobre estacas, sendo que todos os elementos estruturais possuem concreto C25 e aços CA-50 e CA-60, conforme especificado em projeto.

Os projetos estruturais foram disponibilizados todos no formato *dwg* (AutoCAD ®) e suas plantas, em primeiro momento, foram preparadas para a inserção no *software* Revit ®, retirando informações desnecessárias para a modelagem, tais como, nomenclatura dos elementos, tabelas de armaduras e demais anotações, conforme pode-se observar na Figura 21, de modo que possibilitou a inserção dos elementos estruturais através da representação gráfica 2D importada.

Figura 21 – Planta de Forma Pavimento Tipo (a) e Cobertura (b)



Fonte: Adaptação do projeto (2017).

A modelagem do projeto estrutural em Revit[®] foi relativamente simples, pois os elementos estruturais são todos em concreto armado e em virtude disso, não houve dificuldades na elaboração de novas famílias para as lajes, vigas, pilares e fundação, de modo que o próprio *software* Revit[®] possui em sua biblioteca, os elementos básicos necessários para a modelagem, que foram adaptados para atender a demanda da presente modelagem. A Figura 22 abaixo apresenta o projeto estrutural modelado em Revit[®].

Figura 22 – Modelagem da estrutura do edifício

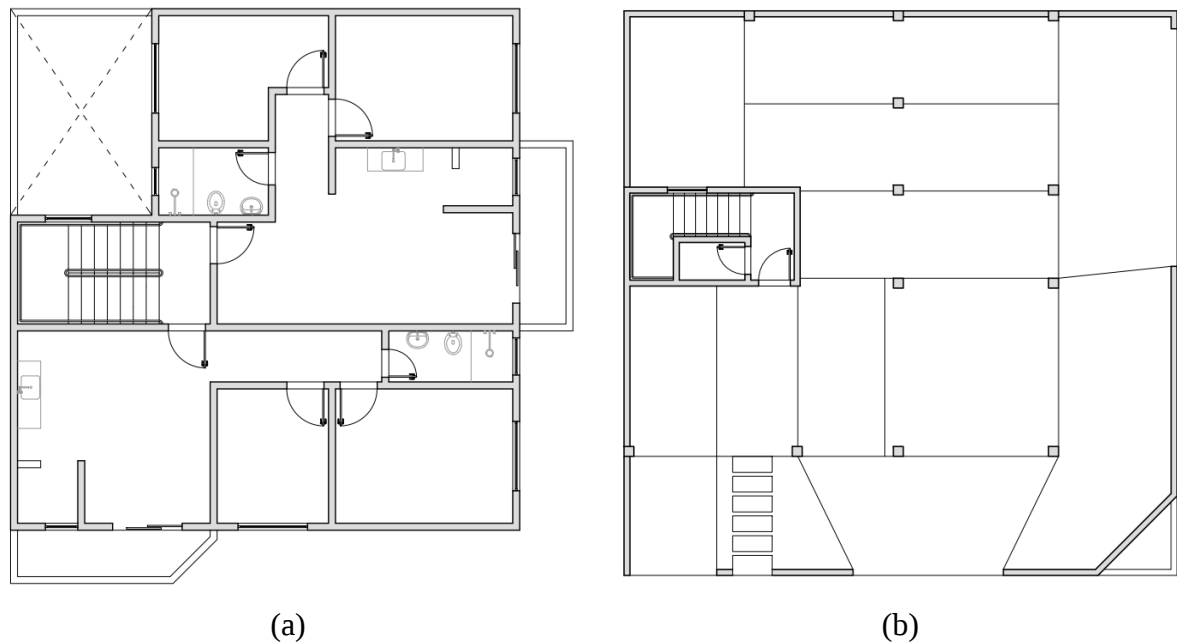


Fonte: Autores (2017).

4.1.2 Modelagem do projeto arquitetônico

Para a modelagem arquitetônica do edifício em *software* Revit®, primeiramente realizou-se o processo de preparação das pranchas, que inicialmente foram disponibilizadas em *dwg* (AutoCAD®), como pode-se observar na Figura 23, efetuando a eliminação de dados desnecessários, tais como, indicação dos ambientes, nomenclatura de esquadrias, tabelas, e demais informações irrelevantes para a elaboração do modelo no *software* Revit®.

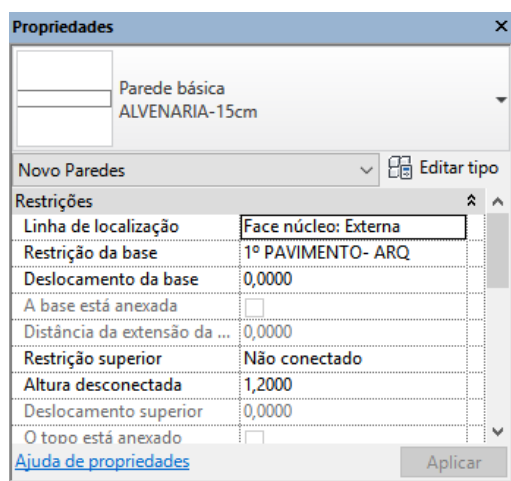
Figura 23 – Planta Baixa Pavimento Tipo (a) e Térreo (b)



Fonte: Adaptação do projeto (2017).

Após a importação das plantas do AutoCAD®, procedeu-se a modelagem arquitetônica do projeto, iniciou-se pelo lançamento das paredes respeitando o projeto original. Utilizou-se de modelos de famílias já existentes, modificando apenas a espessura e altura em que o elemento está vinculado (Figura 24). As dimensões das paredes obedeceram ao especificado em projeto, sendo que a espessura de todas as paredes foi de 15 cm, e a altura variável de acordo com o pavimento.

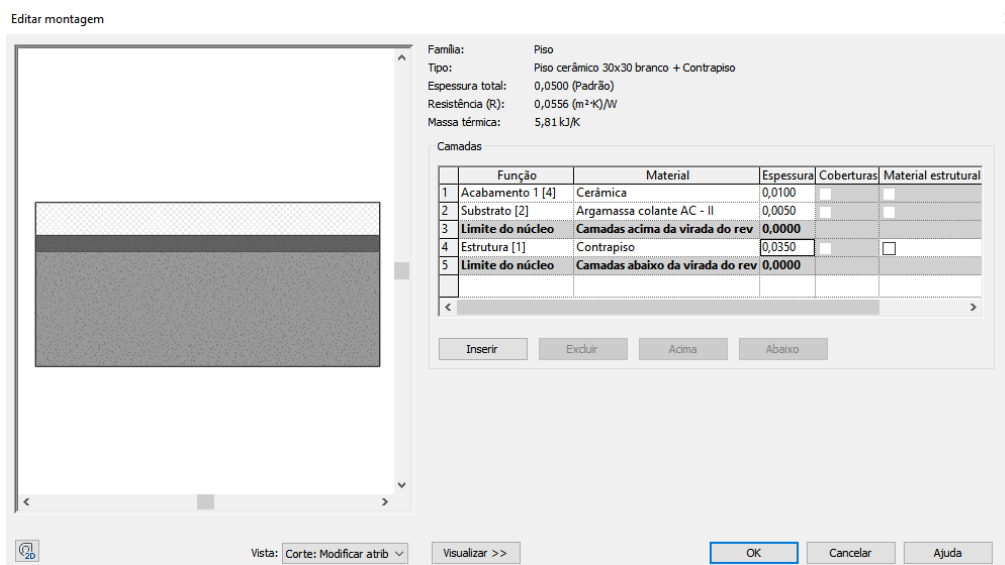
Figura 24 – Configuração de parede usada no modelo



Fonte: Autores (2017).

O lançamento do piso de acabamento foram lançados sobre as lajes previamente lançadas no projeto estrutural, o piso de todos os pavimentos possui revestimento cerâmico e utilizou-se famílias já existentes na biblioteca do *software* Revit®, modificando as dimensões do piso conforme especificado no projeto e inserindo o revestimento cerâmico (Figura 25).

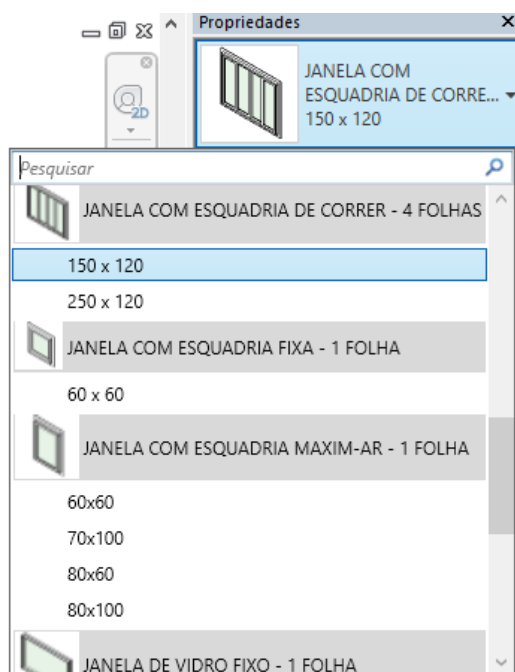
Figura 25 – Configuração de pisos de acabamento



Fonte: Autores (2017).

Após a inserção dos elementos anteriores, iniciou-se o lançamento das esquadrias (portas e janelas), as quais necessitaram uma atenção um pouco maior, devido à variedade de largura e tipos de esquadrias presentes no projeto, portando criou-se algumas famílias a partir das existentes, de modo a atender todos os tipos de portas e janelas especificadas (Figura 26).

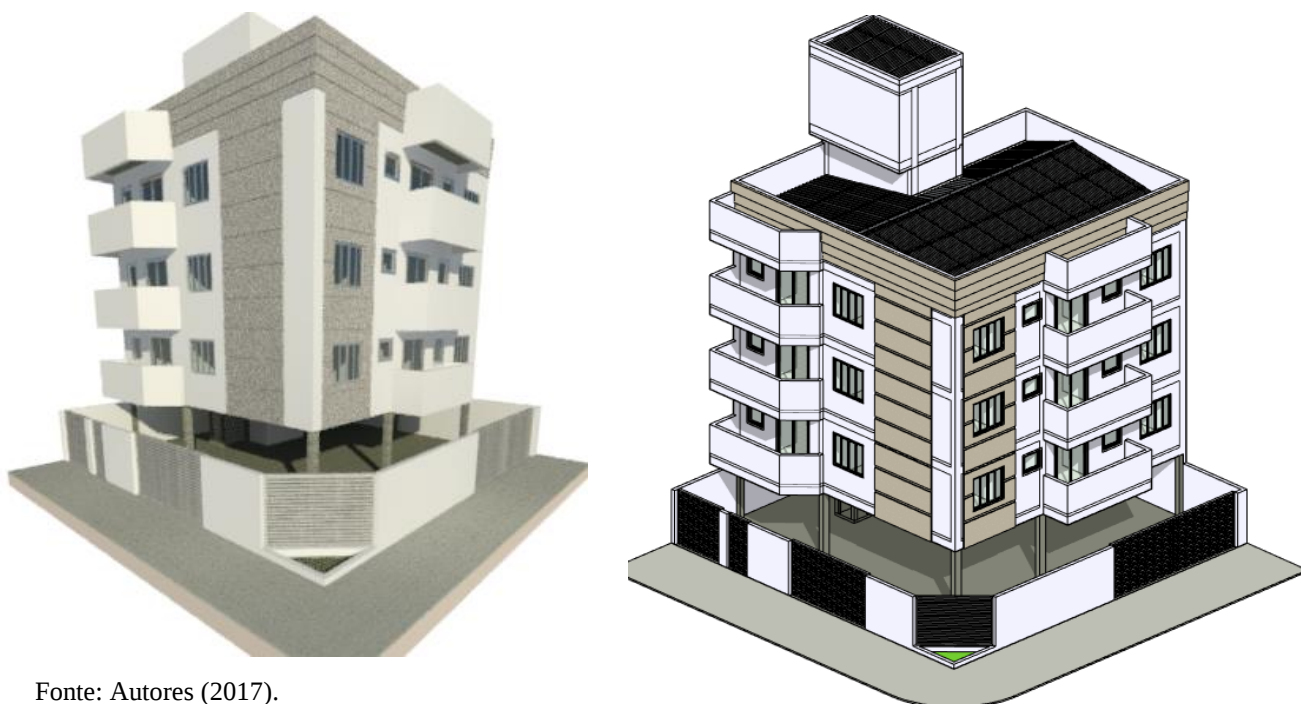
Figura 26 – Configurações de janelas inseridas no modelo



Fonte: Autores (2017).

Pode-se observar na Figura 27 e Figura 28, o projeto arquitetônico em perspectiva modelado com todos os elementos que o compõem e as fachadas da edificação.

Figura 27 – Modelo 3D arquitetônico



Fonte: Autores (2017).

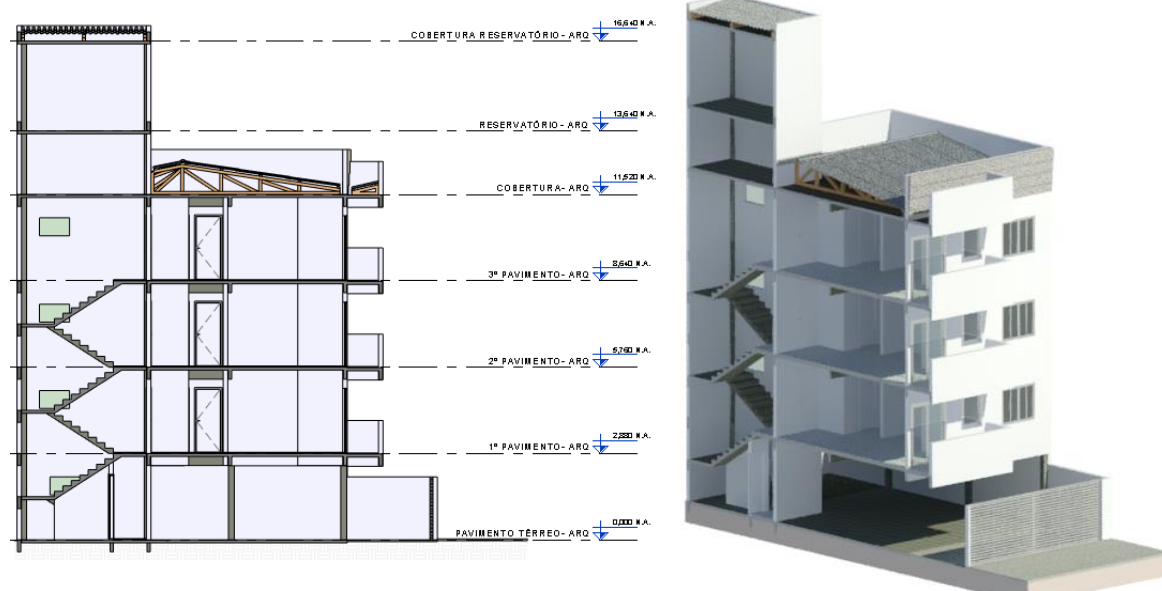
Figura 28 – Fachadas da edificação



Fonte: Autores (2017).

A Figura 29 apresenta o corte AA da arquitetura em perfil e em perspectiva criados a partir do modelo em Revit ®:

Figura 29 – Corte AA em perfil e em perspectiva



Fonte: Autores (2017).

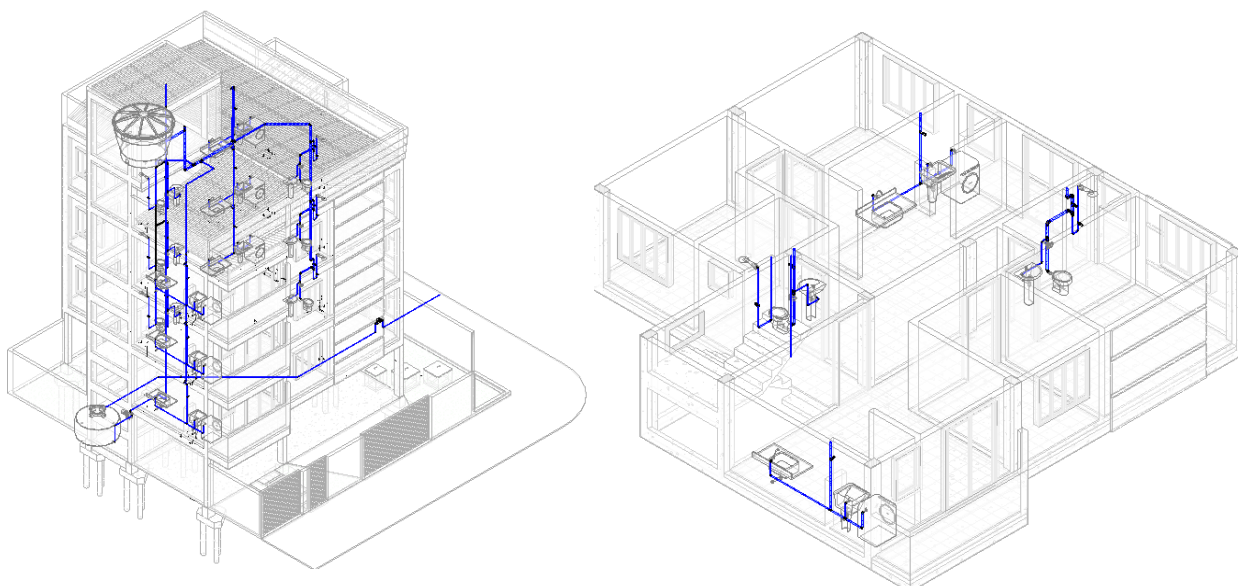
4.1.3 Modelagem do projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário é composto pelas instalações de água fria, água pluvial e esgoto. O projeto de instalação de água fria é constituído pelo sistema de alimentação predial indireto, com reservatório inferior e superior.

Para o processo de modelagem das instalações hidrossanitárias foi utilizado as bibliotecas de tubos e conexões disponibilizadas pela Tigre ®, bem como as peças sanitárias disponibilizadas pela Deca ®.

Primeiramente realizou-se a modelagem das tubulações de água fria nos apartamentos tipos, identificando e posicionando os pontos de utilização nos banheiros, cozinhas e lavanderias, conforme especificado em projeto, e consequentemente a distribuição das tubulações e seus respectivos diâmetros, posteriormente, efetuou-se a modelagem das tubulações de água fria no térreo, posicionando todos os elementos, tais como, as tubulações referentes ao alimentador predial, cavalete, registro, reservatório inferior, conjunto moto-bomba e tubulação de recalque e por fim a modelagem das tubulações referentes ao reservatório superior e suas prumadas.

Figura 30 – Perspectiva das instalações de água fria



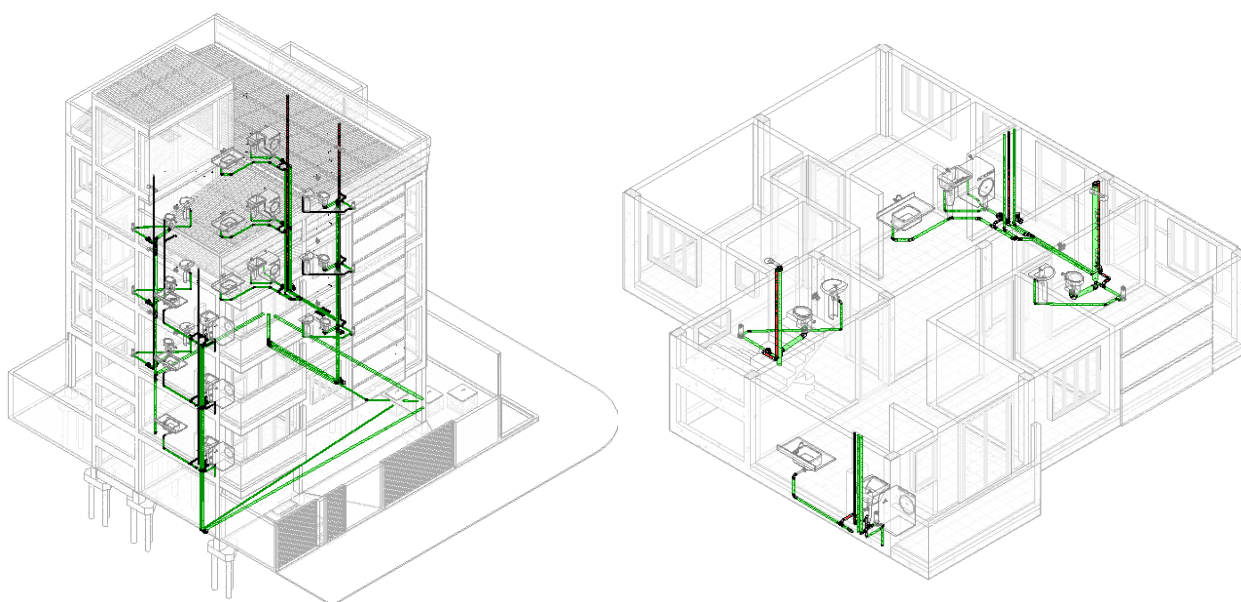
Fonte: Autores (2017).

Sucessivamente realizou-se a modelagem das tubulações de água pluvial, as quais constituíam-se basicamente pelo posicionamento das calhas, tubulações verticais e caixas de

areia. As calhas e as caixas sanitárias foram modeladas no local utilizando-se a ferramenta extrusão. Todas as inclinações das tubulações seguiram conforme o especificado em projeto.

E por fim, procedeu-se a modelagem do sistema de esgoto, contendo todos os componentes do sistema predial de esgoto sanitário, assim como as tubulações de ventilação e distribuição das caixas de gordura e caixas de passagem. As tubulações de esgoto foram modeladas conforme as informações contidas no projeto original, respeitando os diâmetros das tubulações, traçado e tamanhos de caixas de gordura e passagem, bem como sua declividade nos trechos horizontais.

Figura 31 - Perspectiva das instalações sanitárias



Fonte: Autores (2017).

4.1.4 Modelagem do projeto elétrico

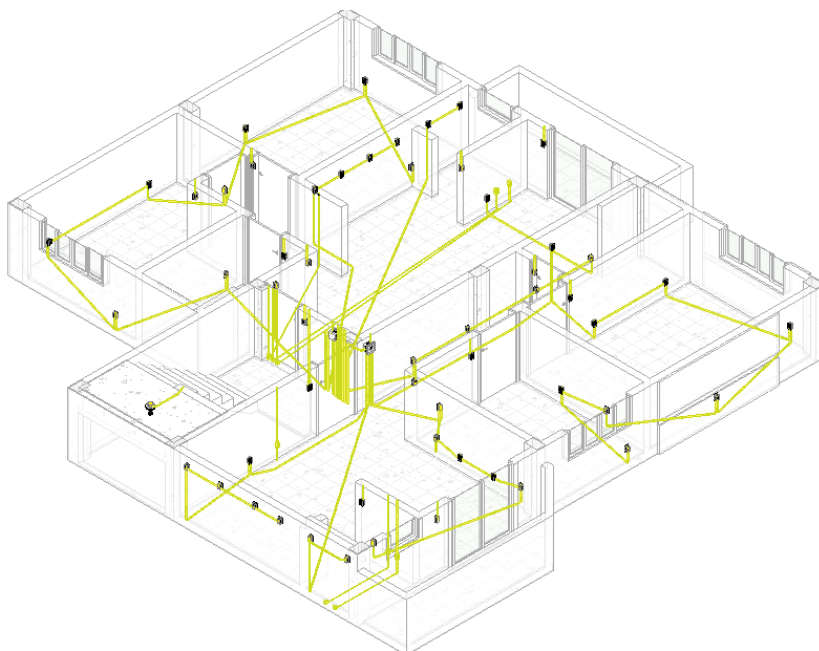
Diferentemente do projeto hidrossanitário, a modelagem do projeto elétrico, deu-se, em sua maior parte, pela utilização das bibliotecas contidas no próprio *software* Revit ® e disponíveis gratuitamente para *download*, sendo alguns itens modelados no local com as ferramentas de modelagem do *software*, tais como, quadros de distribuição, interruptor, entre outros.

O processo de modelagem iniciou-se com um novo arquivo de Revit ® e gerando um vínculo do modelo arquitetônico para ter as referências de paredes, pisos, esquadrias e tetos

no Revit ®, posteriormente foram carregadas as plantas elétricas de tomadas e iluminações para se identificar os pontos de inserção dos elementos, após a identificação dos pontos de utilização foram carregadas às famílias de componentes elétricos, tais como luminárias com lâmpadas, interruptores, tomadas, sensores de presença, entre outros, sendo que alguns componentes foram modelados no local, como o quadro de distribuição geral de luz e força. Após esse processo, os componentes foram inseridos em cada ponto de referência do térreo e dos apartamentos tipo do 1º pavimento e iniciou-se o traçado dos eletrodutos no modelo, tomando o cuidado para seguir fielmente ao projeto base.

Depois de modelada a parte elétrica do térreo e dos apartamentos tipos foi gerado um grupo de componentes que anexou todos os elementos elétricos dos apartamentos do 1º pavimento para serem copiados para os andares superiores, sendo apenas corrigidas as prumadas. Por fim foram inseridos os eletrodutos da cobertura e reservatório e seus pontos de utilização. A Figura 32 apresenta a modelagem das instalações elétricas para o 1º pavimento em vista de perspectiva até uma altura de 1,5 m do piso, apresentando as tomadas, eletrodutos, interruptores, luminária do patamar da escada, quadro de distribuição dos apartamentos em evidência e a parte arquitetônica como segundo plano.

Figura 32 - Perspectiva das instalações elétricas



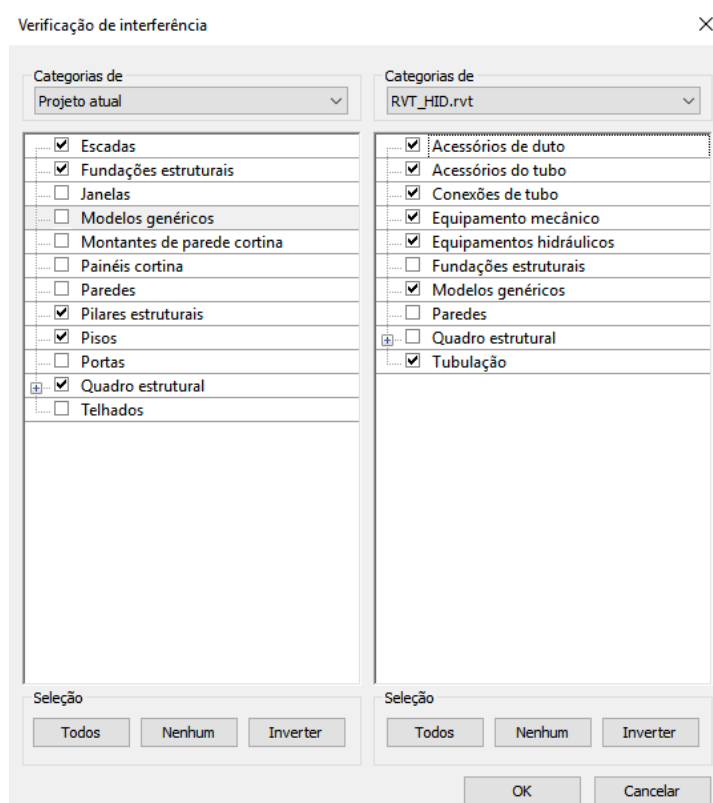
Fonte: Autores (2017).

4.2 COMPATIBILIZAÇÕES

As incompatibilizações foram identificadas nas várias etapas de modelagem do edifício. Os Quadro 3, Quadro 4, Quadro 5, Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8 apresentam as incompatibilizações de acordo com as combinações dos sistemas modelados (Hidrossanitário x Estrutural, Elétrico x Estrutural, Arquitetônico x Estrutural, Elétrico x Hidrossanitário, Arquitetônico x Hidrossanitário e Arquitetônico x Elétrico). As imagens referentes a cada incompatibilização podem ser observadas no Anexo A.

A detecção das incompatibilizações utilizando-se o relatório de interferências do *software* Revit ® foram obtidas com a utilização da ferramenta “verificação de interferências”, no qual o usuário pode escolher entre as várias disciplinas que deseja confrontá-las, conforme pode-se observar no exemplo da Figura 33.

Figura 33 – Ferramenta Verificação de Interferências



Fonte: Autores (2017).

Quadro 3 – Listagem das incompatibilizações da combinação Hidrossanitário x Estrutural

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Cobertura	1	Tubulação de alimentação da água fria em sobreposição com o pilar	Deslocamento da tubulação para passar ao lado do pilar
2	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Cobertura	1	Tubulação de água fria do barrilete em sobreposição com o pilar	Deslocamento horizontal da tubulação para passar ao lado do pilar
3	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto da pia da cozinha em sobreposição com as vigas do Apts. Tipo 01	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
4	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto do tanque da lavanderia em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
5	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto da máquina de lavar roupas em sobreposição com as vigas do Apts. Tipo 01	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
6	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	2° Pav. a Cob.	3	Tubulação de água fria em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
7	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de ventilação da cozinha em sobreposição com as vigas dos Apt. Tipo 02	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
8	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto da cozinha em sobreposição com as vigas dos Apt. Tipo 02	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
9	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto do tanque da lavanderia em sobreposição com as vigas dos Apt. Tipo 02	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
10	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Tubulação de esgoto máquina de lavar roupas em sobreposição com as vigas dos Apt. Tipo 02	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação ao lado da viga
11	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Térreo	1	Tubulação de esgoto das cozinhas dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga	Desvio da tubulação para passar abaixo da viga
12	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Térreo	1	Tubulação de esgoto das lavanderias dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga	Desvio da tubulação para passar abaixo da viga

13	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Térreo	1	Tubulação de água pluvial em sobreposição com a viga e pilar	Desvio da tubulação para passar abaixo da viga e ao lado do pilar
14	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Térreo	1	Tubulação de alimentação de água fria em sobreposição com o bloco de fundação	Mudança na direção da tubulação para passar ao lado do bloco de fundação
15	Hidrossanitário x Estrutural	Sobreposição de Tubulação - Estrutura	Térreo	1	Prumada da tubulação de água pluvial em sobreposição com o bloco de fundação	Desvio da tubulação antes de chegar ao cálice do bloco de fundação para passar ao lado do mesmo
Total				31		

Fonte: Autores (2017).

Quadro 4 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetura x Estrutural

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Arquitetura x Estrutural	Sobreposição de Esquadrias - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Janela dos banheiros dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com o pilar	Deslocamento horizontal da janela para não sobrepor o pilar
2	Arquitetura x Estrutural	Sobreposição de Esquadrias - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Portas de entrada dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com pilar	Deslocamento horizontal da porta para não sobrepor o pilar
3	Arquitetura x Estrutural	Sobreposição de Esquadrias - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Portas de entrada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com pilar	Deslocamento horizontal da porta para não sobrepor o pilar
4	Arquitetura x Estrutural	Desalinhamento de Parede - Estrutura	1° Pav. a Cob.	4	Paredes internas dos Apts. Tipo 01 desalinhadas com a viga.	Alinhamento da parede em relação à viga
Total				13		

Fonte: Autores (2017).

Quadro 5 – Listagem das incompatibilizações da combinação Elétrico x Estrutural

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto em sobreposição com o bloco de fundação	Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado do bloco de fundação
2	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto em sobreposição com bloco de fundação	Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado do bloco de fundação
3	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Eletroduto em sobreposição com pilar	Deslocamento do eletroduto para contornar o pilar.
4	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Eletroduto do ramal de entrada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com o pilar	Passagem do eletroduto ao lado do pilar e requadro.
5	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Eletroduto das tomadas das cozinhas dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com o pilar	Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado do pilar e requadro.
6	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da iluminação da garagem em sobreposição com o pilar	Deslocamento do eletroduto para passar ao lado do pilar.
7	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto do sensor de presença da garagem em sobreposição com o pilar.	Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado do pilar e requadro.
8	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento dos eletrodutos para passar acima da viga.
9	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto do motor do portão em sobreposição com a viga baldrame e bloco de fundação	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
10	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para tomada da garagem, em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
11	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da rede de televisão que vai para a prumada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.

12	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da rede telefônica que vai para a prumada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
13	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da rede telefônica que vai para a prumada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
14	Elétrico x Estrutural	Sobreposição de Conexão - Estrutura	Térreo	1	Caixa de passagem dos interfones dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com viga baldrame	Deslocamento da caixa de passagem para passar acima da viga baldrame
15	Elétrico x Estrutural	Sobreposição de Conexão - Estrutura	Térreo	1	Curva do eletroduto que vai para as tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
16	Elétrico x Estrutural	Sobreposição da Conexão - Estrutura	Térreo	1	Conexão do eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para o motor do portão em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
17	Elétrico x Estrutural	Sobreposição de Conexão - Estrutura	Térreo	1	Conexão do eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para as tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.
18	Elétrico x Estrutural	Sobreposição de Conexão - Estrutura	Térreo	1	Caixa de passagem da rede de televisão em sobreposição com viga baldrame	Deslocamento das caixas de passagem para passar acima da viga baldrame.
19	Elétrico x Estrutural	Sobreposição da Conexão - Estrutura	Térreo	1	Caixa de passagem da rede telefônica em sobreposição com a viga baldrame	Deslocamento das caixas de passagem para passar acima da viga baldrame.
20	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto do sensor de presença da garagem em sobreposição com a viga	Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.
21	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Eletroduto das lâmpadas dos quartos dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga	Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.
22	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	1° ao 3° Pav.	3	Eletroduto das lâmpadas dos banheiros dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga	Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.

23	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da rede de televisão em sobreposição com a viga	Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado da viga e requadro.
24	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto da rede telefônica em sobreposição com a viga	Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado da viga e requadro.
25	Elétrico x Estrutural	Sobreposição Eletroduto - Estrutura	Térreo	1	Eletroduto que vai para o sensor de presença na garagem em sobreposição com a viga	Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado da viga e requadro.
Total				35		

Fonte: Autores (2017).

Quadro 6 – Listagem das incompatibilizações da combinação Elétrico x Hidrossanitário

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição Eletroduto - Tubulação	Térreo	1	Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a tubulação de alimentação	Deslocamento vertical da tubulação para passar abaixo do eletroduto
2	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição Eletroduto - Tubulação	Térreo	1	Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a tubulação de esgoto dos banheiros dos Apts. Tipo 01	Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado da tubulação de esgoto sanitário
3	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição Eletroduto - Tubulação	Térreo	1	Eletroduto da rede de televisão em sobreposição com a tubulação de água pluvial.	Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado da tubulação de esgoto sanitário
4	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição de Conexão - Tubulação	1º Pav.	1	Caixa de passagem da rede de televisão em sobreposição com a tubulação de esgoto do tanque da lavanderia.	Deslocamento horizontal da prumada do eletroduto para passar ao lado tubulação de esgoto
5	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição Eletroduto - Tubulação	1º Pav.	1	Eletroduto da iluminação da garagem em sobreposição com a tubulação de água pluvial	Deslocamento da direção do eletroduto para passar ao lado da tubulação de água pluvial
6	Elétrico x Hidrossanitário	Sobreposição Eletroduto - Tubulação	1º ao 3º Pav.	3	Eletroduto das tomadas dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a tubulação de ventilação	Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da tubulação de esgoto
Total				8		

Fonte: Autores (2017).

Quadro 7 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetônico x Hidrossanitário

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Arquitetônico x Hidrossanitário	Sobreposição Tubulação - Treliza	Cobertura	3	Tubulação do barrilete ramificado em sobreposição com a treliza de madeira do telhado	Passagem das tubulações sobre as aberturas da treliza
2	Arquitetônico x Hidrossanitário	Tubulação exposta	1° ao 3° Pav.	3	Prumada da tubulação de água fria das cozinhas e lavanderias dos Apts. Tipo 01 exposta	Previsão de uma parede falsa para passagem da tubulação
Total				6		

Fonte: Autores (2017).

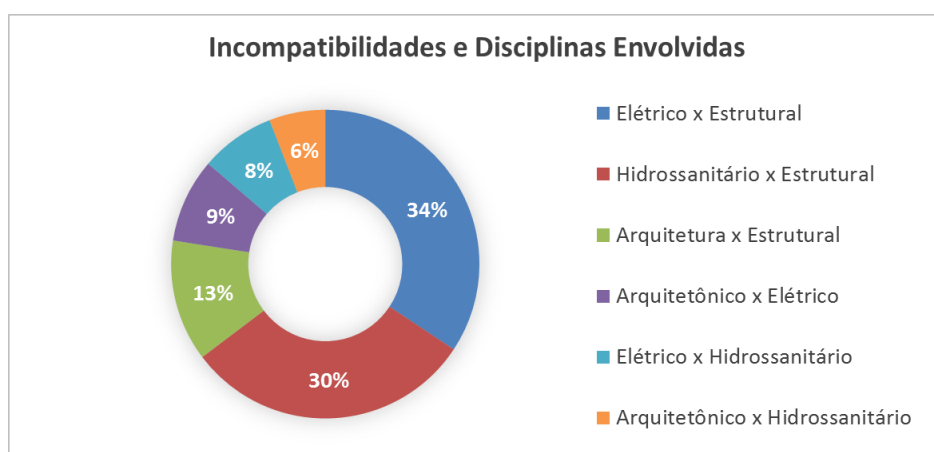
Quadro 8 – Listagem das incompatibilizações da combinação Arquitetônico x Elétrico

Item	Sistema	Tipo	Pavimento	Repetição	Descrição	Solução
1	Arquitetônico x Elétrico	Sobreposição Eletroduto - Esquadria	1° ao 3° Pav.	9	3 Eletrodutos de prumadas em sobreposição com as portas de entrada dos Apts. Tipo 01	Deslocamento horizontal dos eletrodutos para passar ao lado da porta
Total				9		

Fonte: Autores (2017).

Dentre as 102 incompatibilizações identificadas, 35 foram entre os projetos elétrico e estrutural. Fato este que se explica devido à desatenção na elaboração do projeto elétrico em relação às características do projeto estrutural do empreendimento, utilizando-se apenas o projeto arquitetônico para sua elaboração. Outra interferência bastante significativa foi entre os projetos hidrossanitário e estrutural, explicada pelo mesmo motivo da anterior (Figura 34)

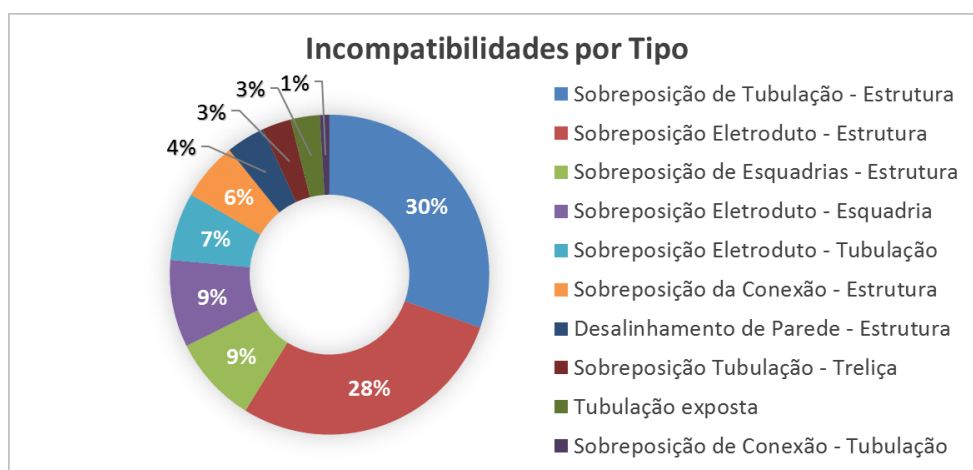
Figura 34 – Incompatibilidades e disciplinas envolvidas



Fonte: Autores (2017).

Analisando-se os tipos de incompatibilidades (Figura 35), observa-se que as interferências mais comuns são do tipo sobreposição de tubulação com estrutura e sobreposição de eletroduto com estrutura. Isto se deve ao fato de que as incompatibilidades mais comuns foram entre os projetos elétrico e hidrossanitário com estrutura.

Figura 35 – Incompatibilidade por tipo



Fonte: Autores (2017).

5 CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as informações obtidas neste trabalho, é possível observar que o uso da tecnologia BIM é mais do que uma tendência do mercado, mas também uma necessidade dele, uma vez que processos como o de se compatibilizar projetos se tornam mais confiáveis e rápidos de se realizar.

O processo de modelagem da informação da construção com software Revit ® se mostra complexo para o aprendizado, exigindo horas de dedicação dos usuários. Além disso, mesmo a disponibilidade de se obter o software seja gratuita para universitários e professores, o uso das versões mais recentes é restrito para computadores de última geração. Contudo, a modelagem é um avanço no processo de se projetar trazendo benefícios significativos para elaboração de projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário, pois é possível visualizar em 3D os elementos da construção. Além disso, modelando em Revit ®, pode-se obter levantamento de quantitativos, verificação interferências, facilidade em alteração de projetos, entre outros. Mostrando assim, que a implantação do sistema e estudo do software será um diferencial no mercado da engenharia civil.

Verifica-se com o presente estudo a possibilidade de se integralizar projetos de diferentes disciplinas em um único modelo, como ocorrido no estudo de caso, possibilitando a verificação visual das incompatibilidades, uma vez que todos os modelos se encontravam vinculados a um único arquivo. Favorecendo a visualização do modelo virtual e a captura das imagens de interferência.

A identificação das incompatibilidades entre os projetos pelo método utilizado, possibilita aos profissionais maior confiabilidade a esse processo, pois há uma verificação automática do sistema, minimizando falhas humanas. Com isso, é possível reduzir improvisos em obra, diminuir desperdícios e retrabalho.

O grande número de incompatibilidades entre os projetos elétrico e hidrossanitário com o estrutural superou as demais combinações, demonstrando descuido nos lançamentos das instalações por parte dos projetistas.

A partir da visualização das incompatibilidades, foram propostas soluções adequadas para se corrigir as interferências no estudo de caso. Esse processo, possibilita os profissionais compatibilizarem suas modelos ainda em fase de projeto.

6 CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Obtenção de orçamentos a partir de projetos em plataforma BIM;
- ✓ Verificação econômica proporcionadas por compatibilizações de projetos em plataforma BIM;
- ✓ Comparação de resultados visuais de projetos feitos em plataforma BIM e plataforma CAD;
- ✓ Comparação de tempo de concepção de projetos feitos em plataforma BIM e plataforma CAD;
- ✓ Verificação de viabilidade de substituição de uso de software CAD para software BIM;

REFERÊNCIAS

- ADDOR, M. R. A.; CASTANHO, M. D. de A.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A. L. **Colocando o “i” no BIM**. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf> Acesso em: 12 de nov. de 2016.
- ANDRADE, M. L. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceito, Cenários das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**. São Carlos, SP. 2009.
- AUTODESK Revit 2015. **Autodesk Revit Architecture**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/adsk/servlet/item?siteID=1003425&id=11098507>> Acesso em: 12 de nov. de 2016.
- BRITO, C. R.; TAKII, T. **Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM**. 2015. TCC (Curso de Engenharia Industrial Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. **VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo, 2008.
- COSTA, E. N. **Avaliação Da Metodologia Bim Para A Compatibilização De Projetos**. Universidade Federal De Ouro Preto. Ouro Preto. 2013.
- DANTAS FILHO, J. B. P. et al. Bim Em Construtora. Prototipagem E Compatibilização. **VII Encontro De Tecnologia de Informação E Comunicação na Construção**, Recife, Novembro 2015.
- DE GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo. 2011.
- DURANTE, F. K. **O uso da Metodologia BIM (Building Information Modeling) para Gerenciamento de Projetos: Gerente BIM**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2013.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- GONÇALVES JUNIOR, F. **Guia Para Compatibilização De Projetos Com BIM**. [S.l.]: AltoQI, 2016.
- INSTITUTO BRAMANTE. **Conheça o software Autodesk Revit Architecture**. Disponível em: <<http://www.institutobramante.com.br/conheca-o-software-revit-architecture/>> Acesso em: 08 jun. 2016.

ISHIBARO, W. **Análise da transição do uso de software CAD à plataforma BIM**. 2015. TCC (Curso de Engenharia de Infraestrutura) - Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville.

MARITAN, F. “Famílias/ Categorias?”. **BIM Revit**. 2013. Disponível em: <<http://www.bimrevit.com/2013/03/familias-categorias.html>> Acesso em: 12 de nov de 2016.

MATOS, W. S. **Engenhariaetc.wordpress.com**, Setembro 2015. Disponível em: <engenhariaetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim/comment-page-1/#comment-89>. Acesso em: Outubro 2016.

NOVAES, C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios. **Workshop Nacional Gestão do Processo Ed Projeto na Construção de Edifícios**, 2001.

RIBEIRO, G. N. **Aplicação de ferramentas BIM em um projeto de cobertura do estádio Professor Dário Rodrigues Leite**. Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá. 2015.

RODRIGUEZ, M. A. A. Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações. **Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis**, Florianópolis, 2005.

SANTOS, A. **www.cimentoitambe.com.br**, 2013. Disponível em: <www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>. Acesso em: Setembro 2016.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. L. R.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, 4, n. 2, Novembro 2009.

STRAFACI, A. **What Does BIM Mean For Civil Engineers? Road and highway projects can benefit from design using building information modeling**. Disponível em <[://www.cenews.com/article.asp?id=3232](http://www.cenews.com/article.asp?id=3232)>. Acesso em: 13 nov. 2016.

TEIXEIRA, J. D. **Compatibilização De Projetos Através Da Modelagem 3D Com Uso De Software Em Plataforma Bim**. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis. 2016.

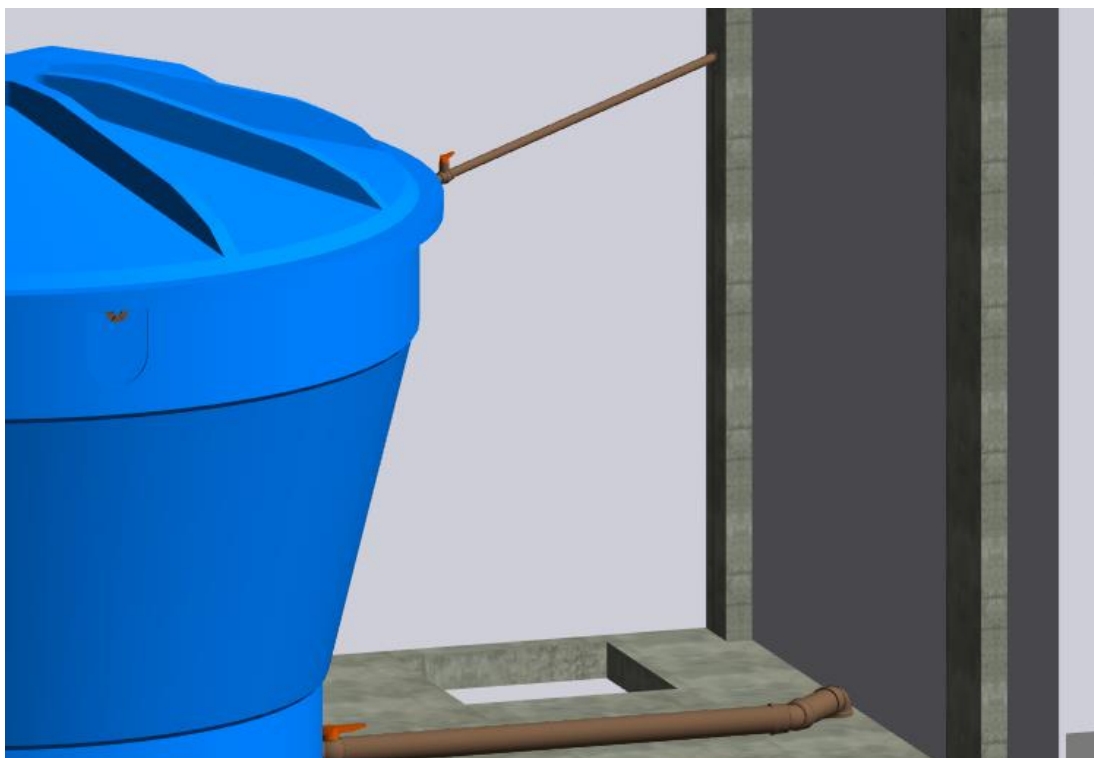
VOLPATO, M. P. **Modelagem, Compatibilização de projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM**. 2015. 151f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

APÊNDICE A – INCOMPATIBILIZAÇÕES

A seguir, pode-se observar as imagens referentes às incompatibilizações identificadas na modelagem e com o auxílio da ferramenta “verificação de incompatibilidades”, apresenta-se também as soluções para as interferências, sendo que as mesmas estão enumeradas de acordo com os Quadros 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

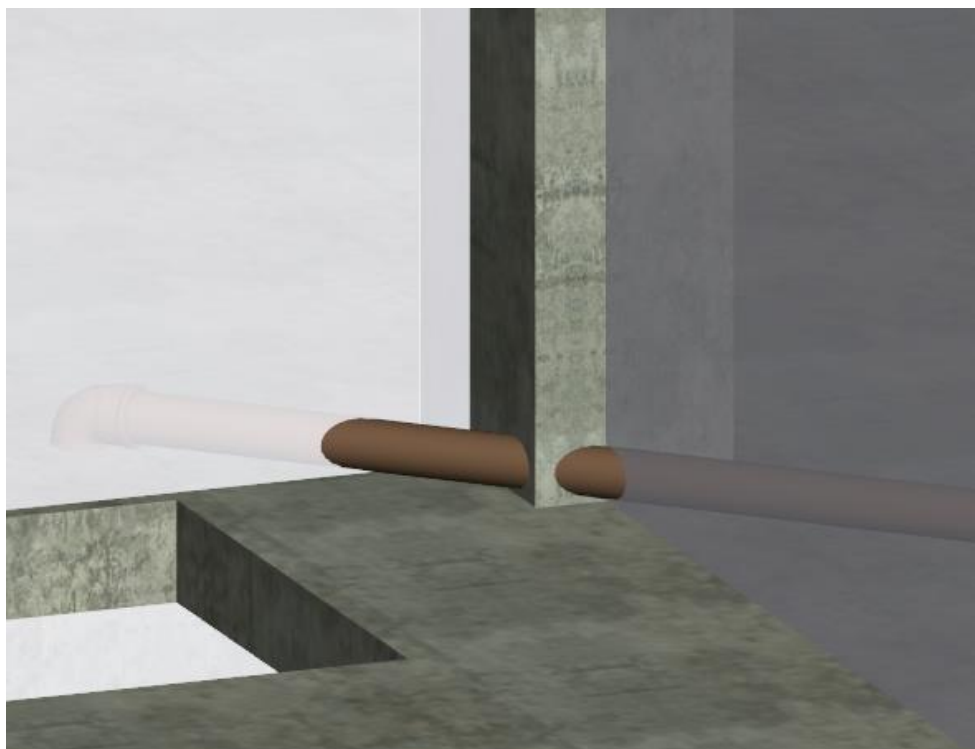
- Hidrossanitário x Estrutural

Incompatibilização 1: *Tubulação de alimentação da água fria em sobreposição com o pilar.*



Solução 1: Deslocamento da tubulação para passar ao lado do pilar.

Incompatibilização 2: Tubulação de água fria do barrilete em sobreposição com o pilar.

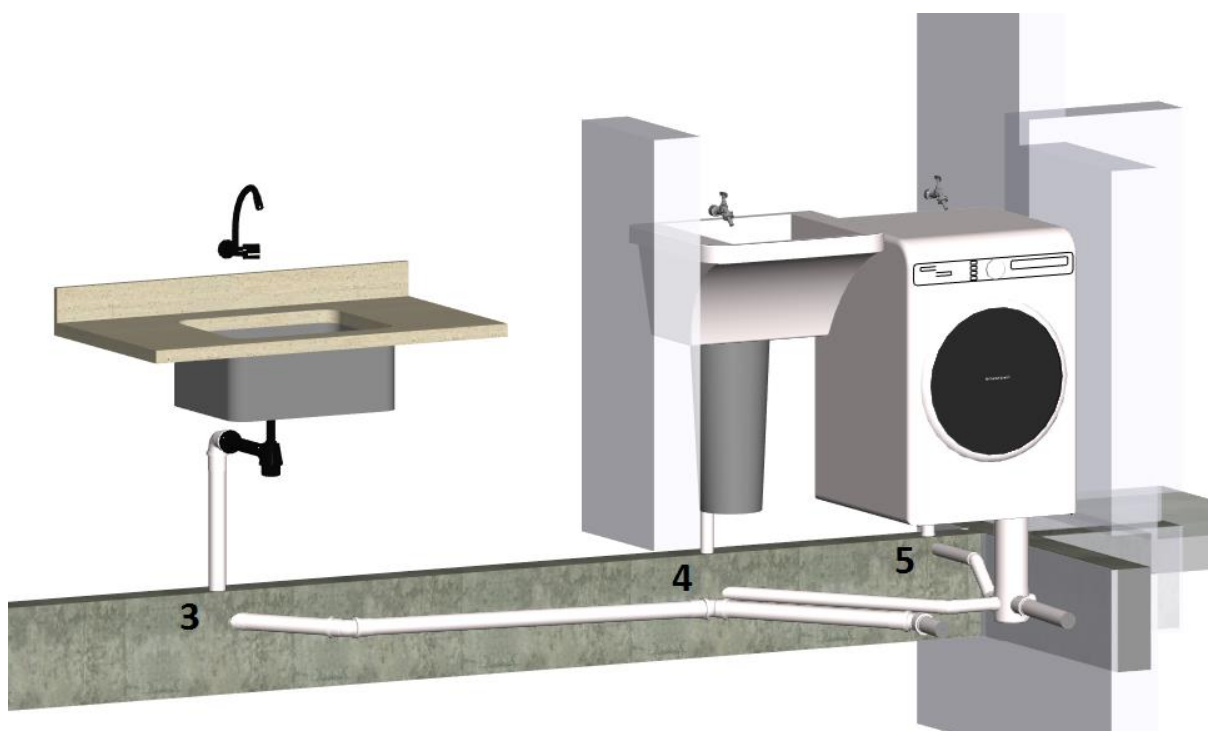


Solução 2: Deslocamento horizontal da tubulação para passar ao lado do pilar.

Incompatibilização 3: Tubulação de esgoto da pia da cozinha em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01.

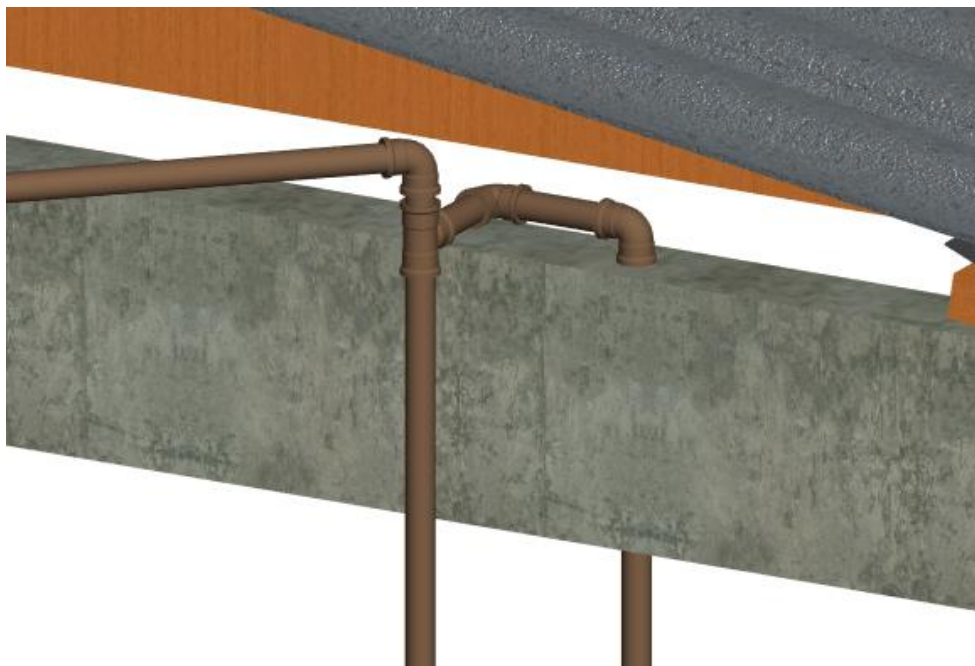
Incompatibilização 4: Tubulação de esgoto do tanque em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01.

Incompatibilização 5: Tubulação de esgoto da máquina em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01.



Solução 3, 4 e 5: Previsão de uma parede falsa para passagem das tubulações ao lado da viga.

Incompatibilização 6: Tubulação de água fria em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 01.



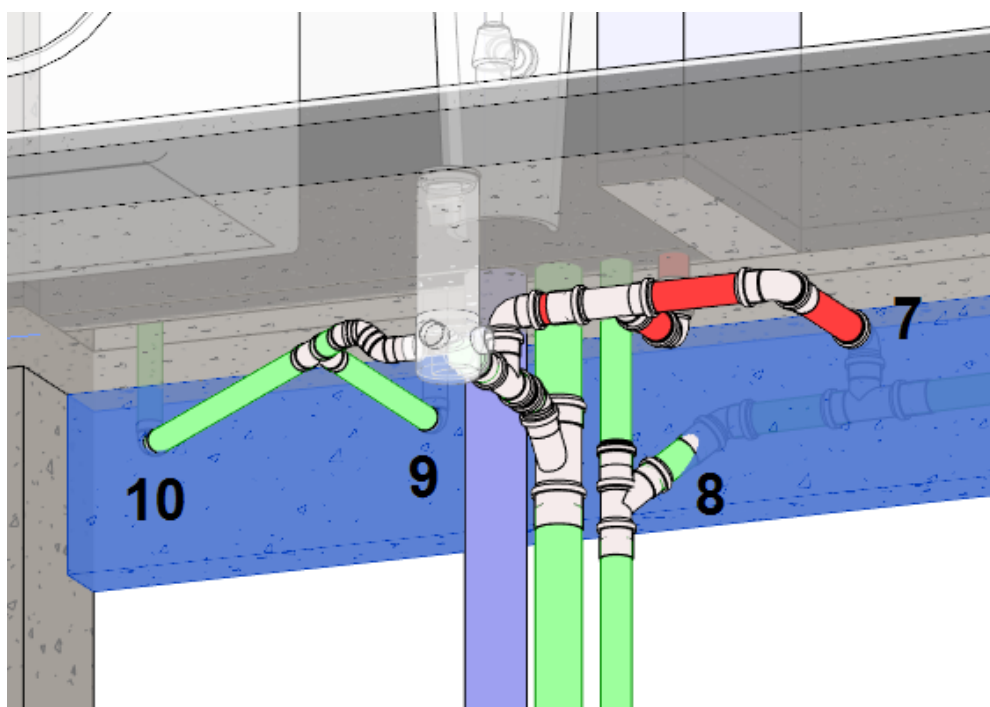
Solução 6: Previsão de uma parede falsa para passagem de tubulação ao lado da viga.

Incompatibilização 7: Tubulação de ventilação da cozinha em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 02.

Incompatibilização 8: Tubulação de esgoto da cozinha em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 02

Incompatibilização 9: Tubulação de esgoto do tanque em sobreposição com as vigas dos Apts. Tipo 02.

Incompatibilização 10: Tubulação esgoto da máquina de lavar em sobreposição com as vigas do Apts. Tipo 02.

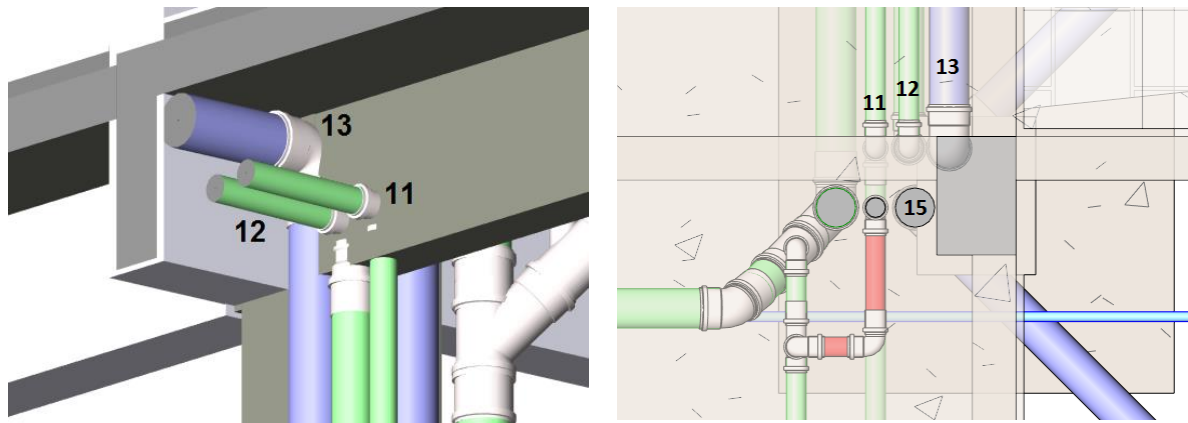


Solução 7, 8, 9 e 10: Previsão de uma parede falsa para passagem de tubulação ao lado da viga.

Incompatibilização 11: Tubulação de esgoto das cozinhas dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga.

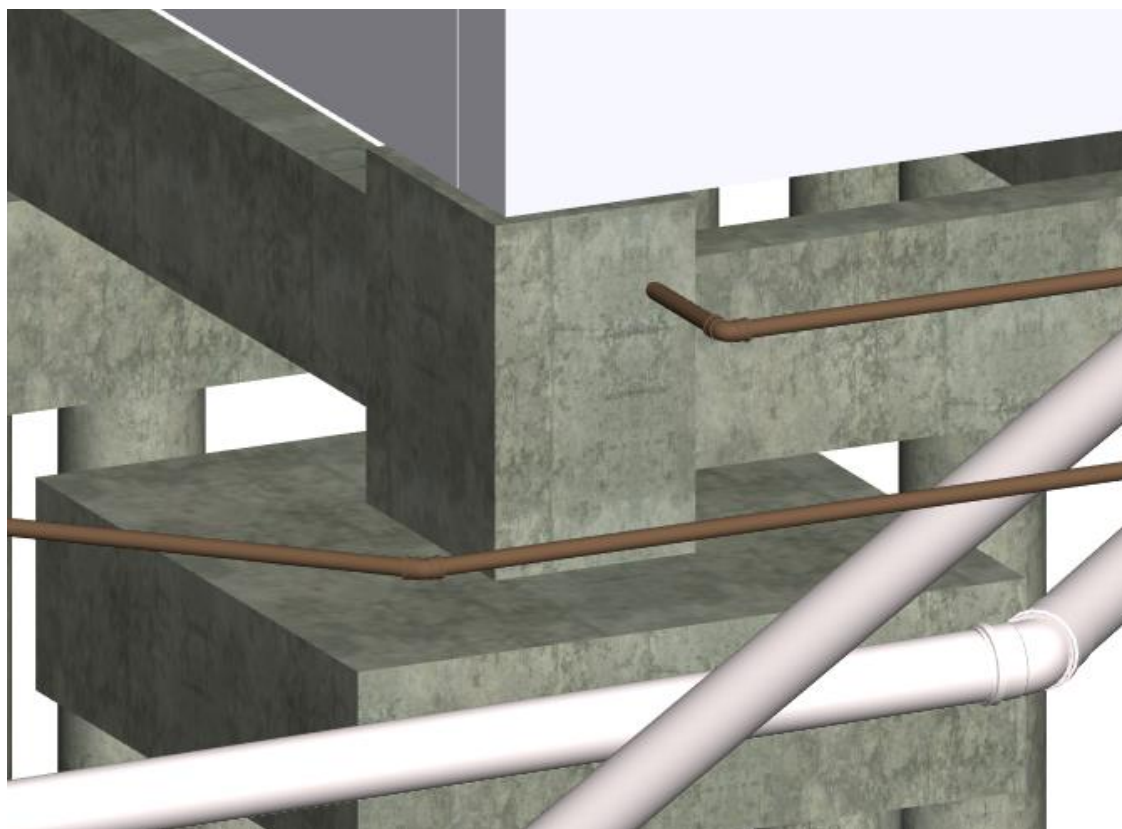
Incompatibilização 12: Tubulação de esgoto das lavanderias dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga.

Incompatibilização 13: Tubulação de água pluvial em sobreposição com a viga e pilar.



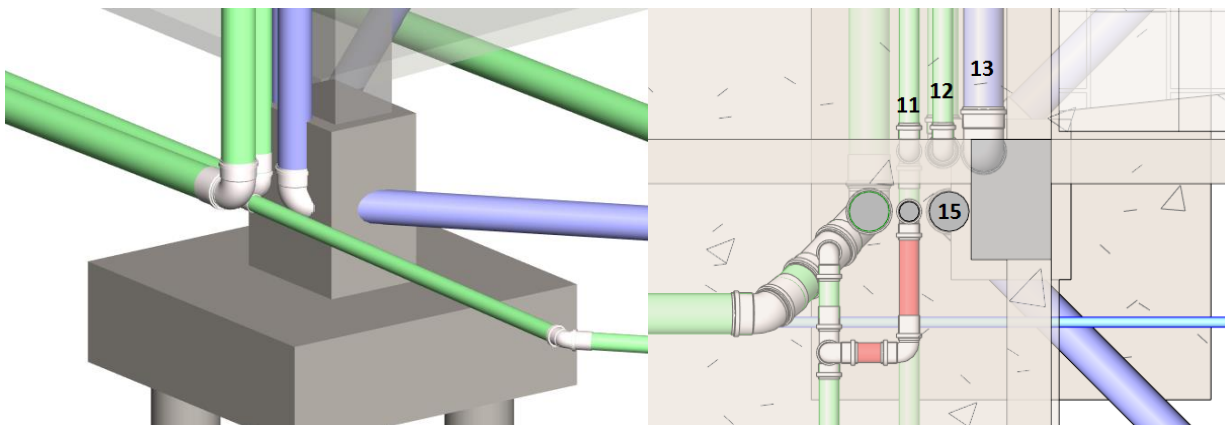
Solução 11, 12 e 13: Desvio das tubulações para passar abaixo da viga e ao lado do pilar.

Incompatibilização 14: Tubulação de alimentação de água fria em sobreposição com o bloco de fundação.



Solução 14: Mudança na direção da tubulação para passar ao lado do bloco de fundação.

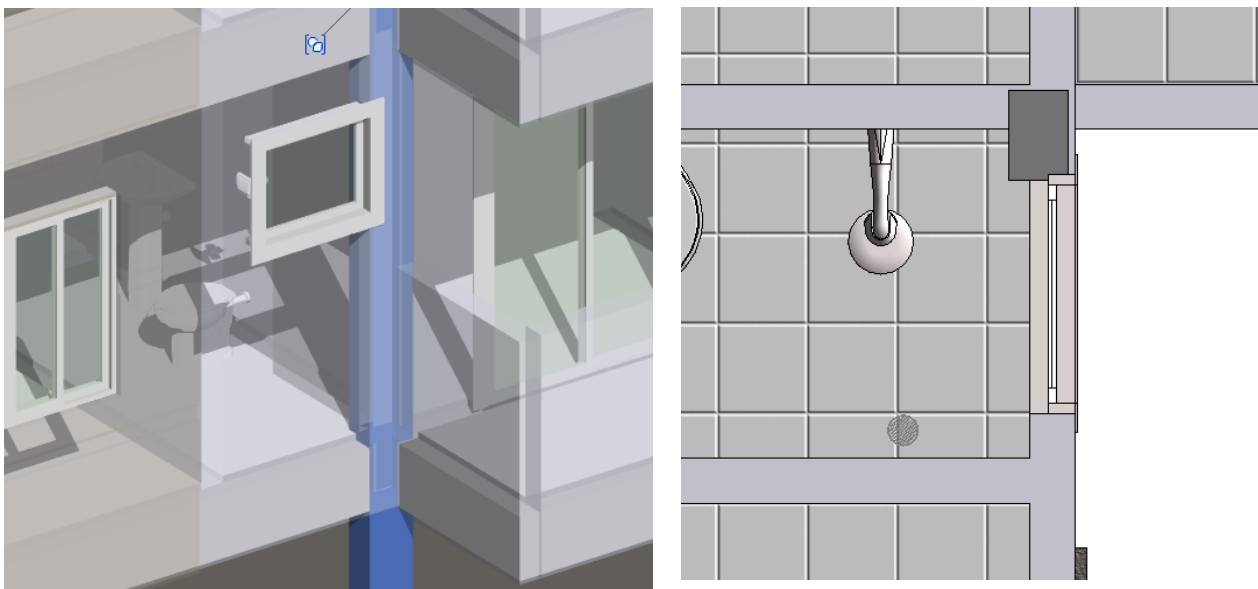
Incompatibilização 15: *Prumada da tubulação de água pluvial em sobreposição com o bloco de fundação.*



Solução 15: Desvio da tubulação antes de chegar ao cálice do bloco de fundação para passar ao lado do mesmo.

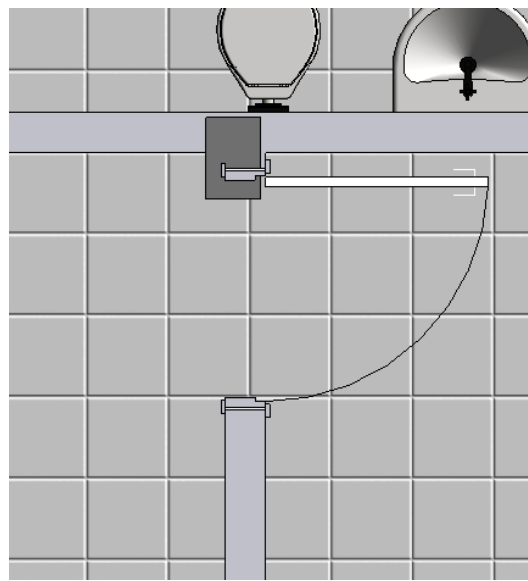
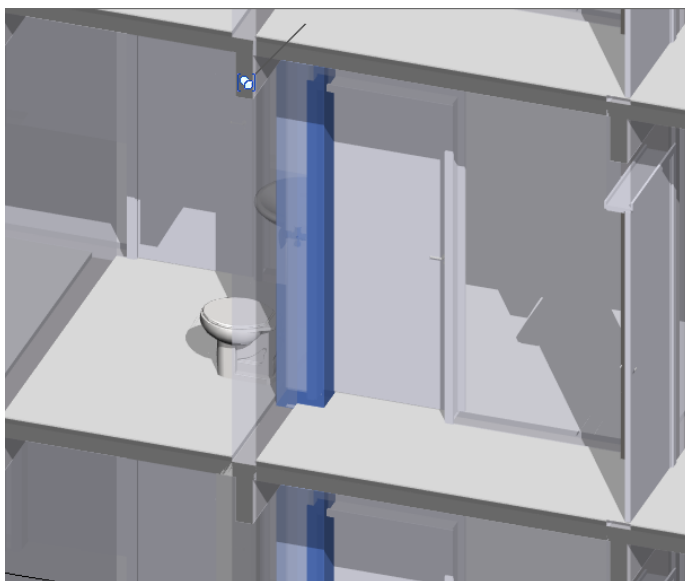
- Arquitetura x Estrutural

Incompatibilização 1: *Janelas dos banheiros dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com o pilar.*



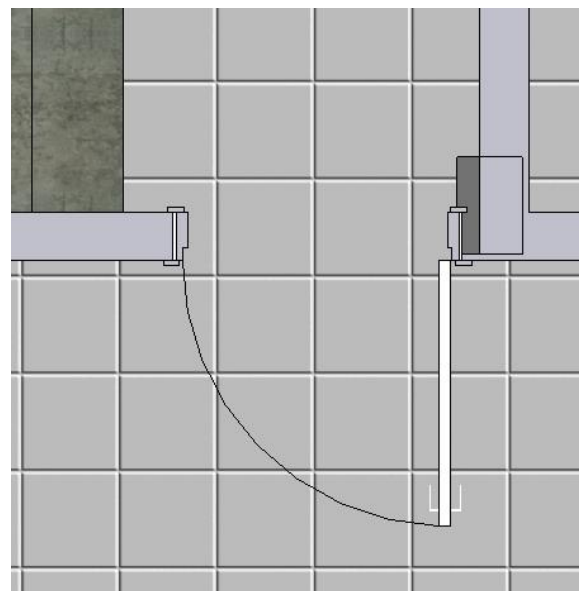
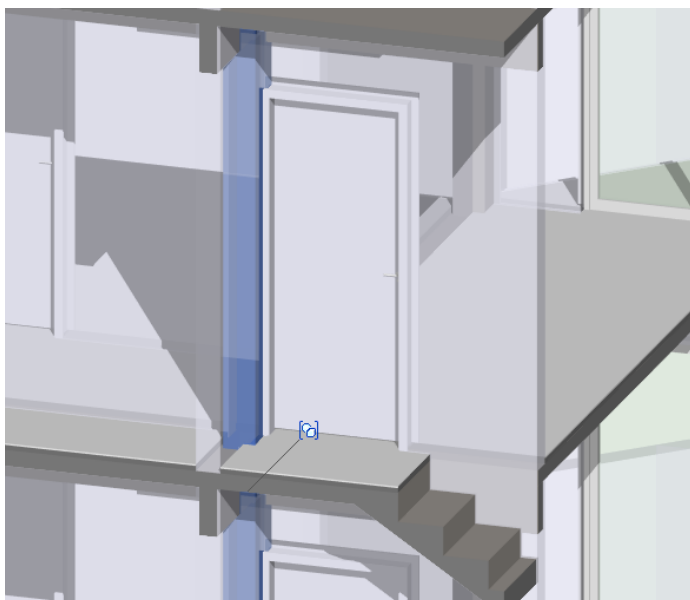
Solução 1: Deslocamento horizontal da janela para não sobrepor o pilar.

Incompatibilização 2: Portas de entrada dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com pilar.



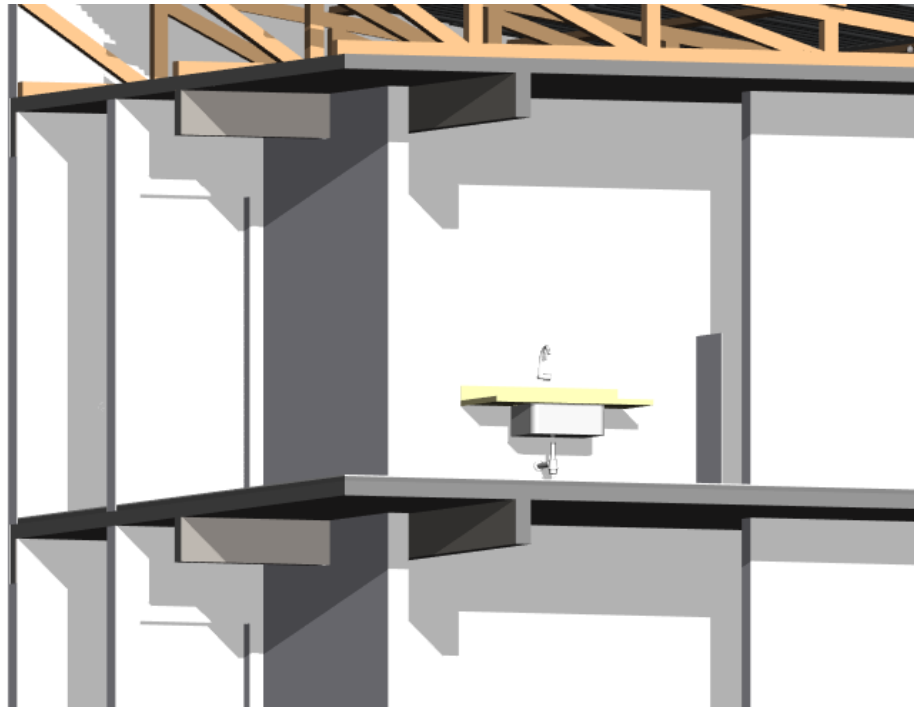
Solução 2: Deslocamento horizontal da porta para que não sobrepor o pilar.

Incompatibilização 3: Portas de entrada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com pilar.



Solução 3: Deslocamento horizontal da porta para que não sobrepor o pilar.

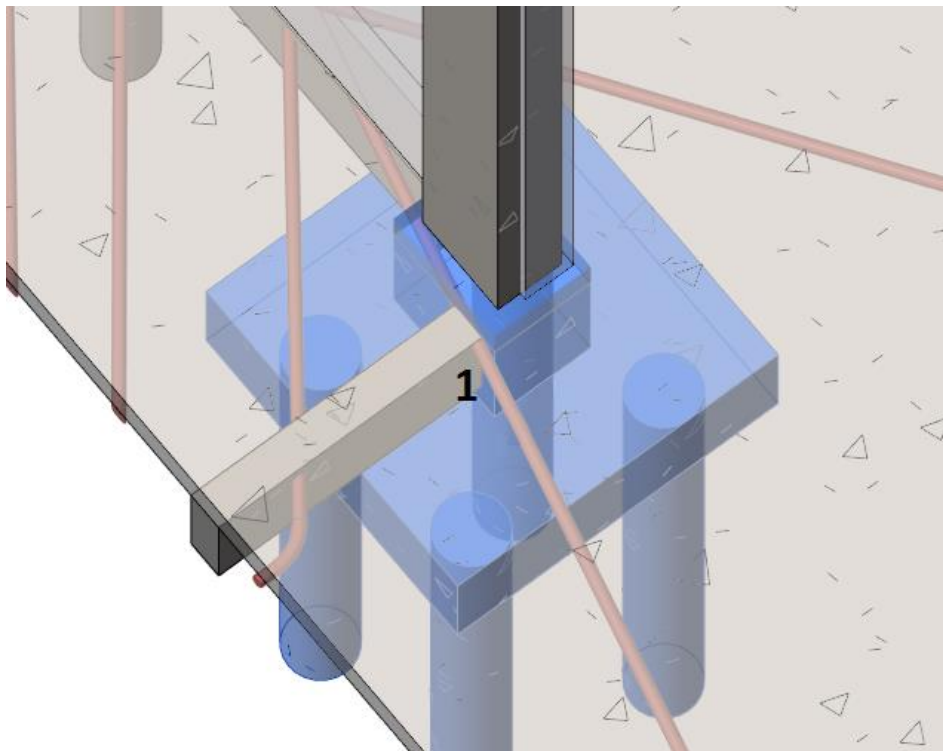
Incompatibilização 4: Paredes internas dos Apts. Tipo 01 desalinhadas com a viga.



Solução 4: Alinhamento da parede em relação à viga

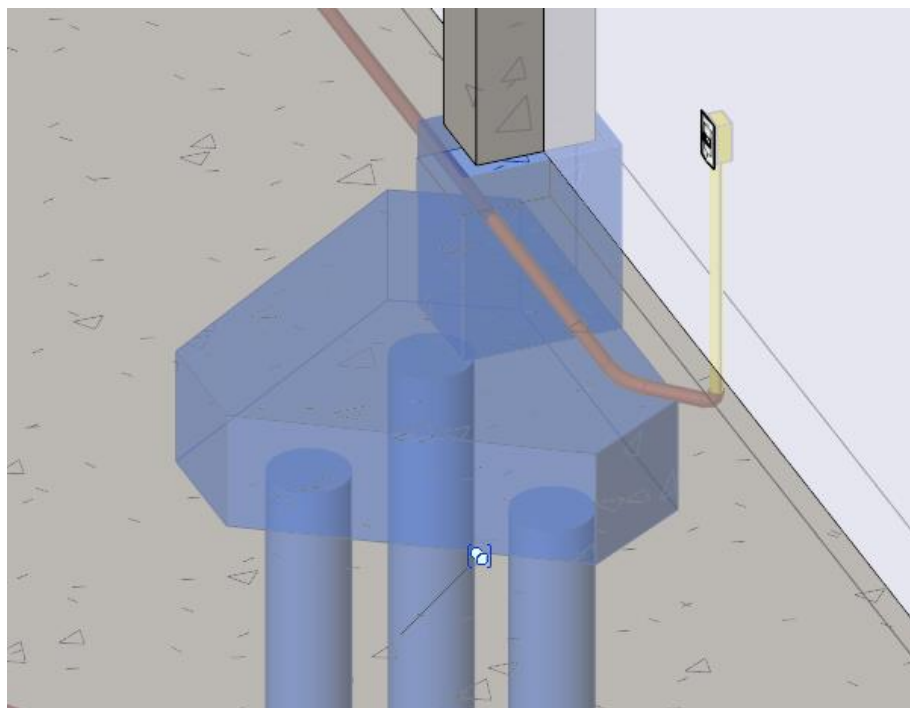
- Elétrico x Estrutural

Incompatibilização 1: Eletroduto em sobreposição com o bloco de fundação.



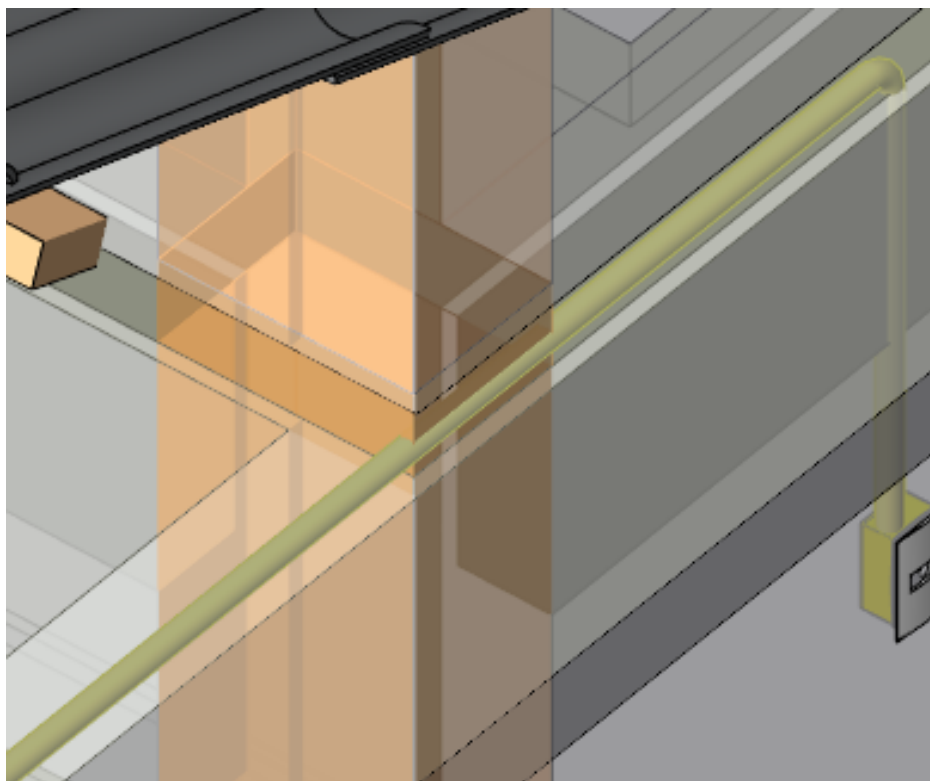
Solução 1: Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado do bloco de fundação.

Incompatibilização 2: Eletroduto em sobreposição com o bloco de fundação.



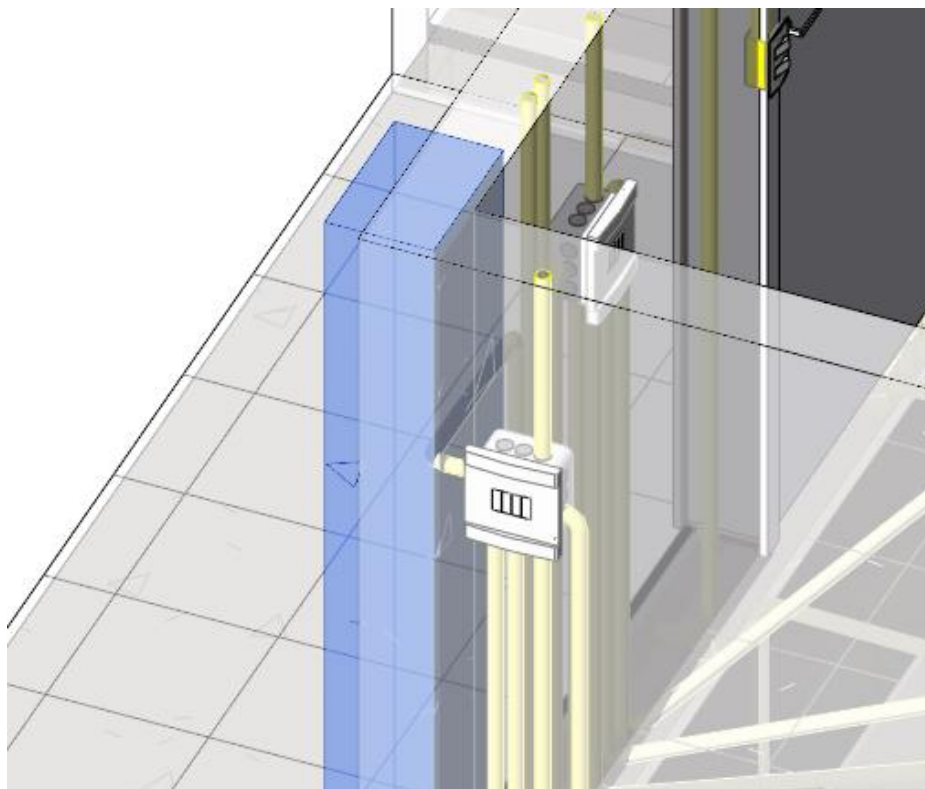
Solução 2: Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado do bloco de fundação.

Incompatibilização 3: Eletroduto em sobreposição pilar.



Solução 3: Deslocamento do eletroduto para contornar o pilar.

Incompatibilização 4: Eletroduto do ramal de entrada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com o pilar.

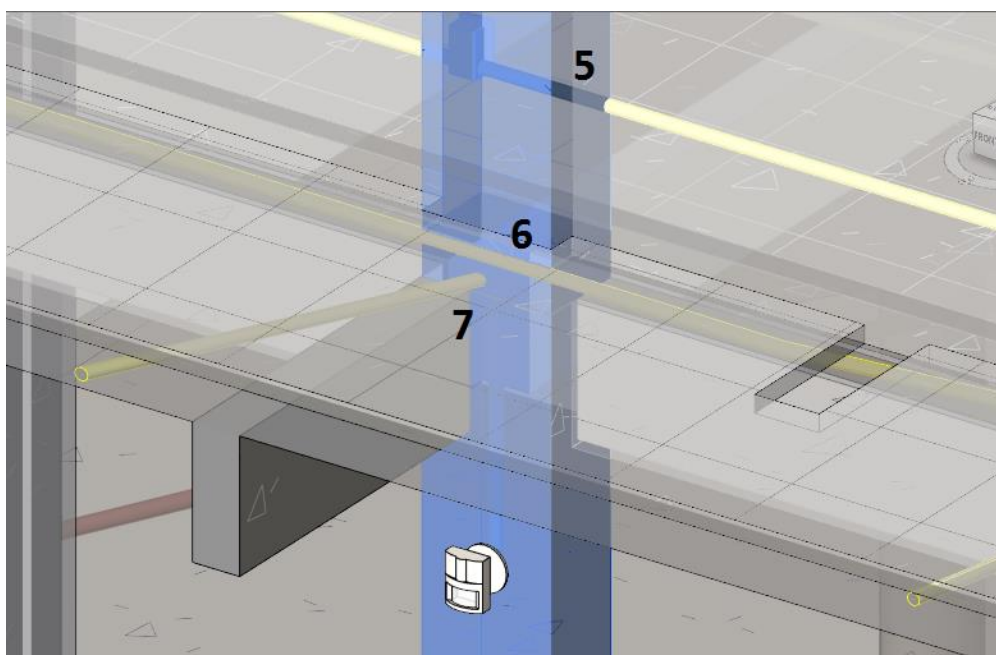


Solução 4: Passagem do eletroduto ao lado do pilar e requadro.

Incompatibilização 5: Eletroduto das tomadas das cozinhas dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com o pilar.

Incompatibilização 6: Eletroduto da iluminação da garagem em sobreposição com o pilar.

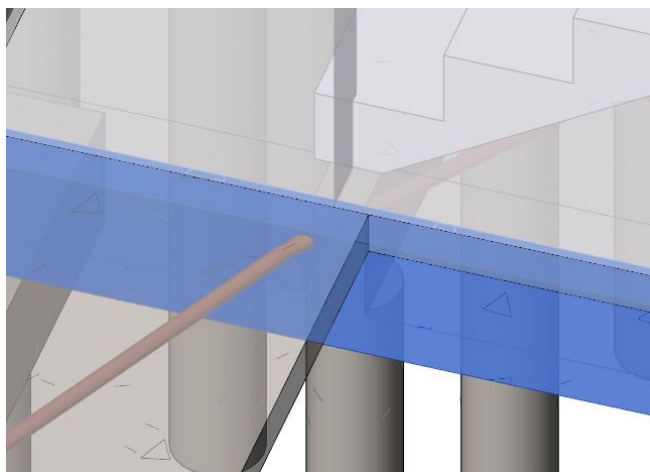
Incompatibilização 7: Eletroduto do sensor de presença da garagem em sobreposição com o pilar.



Solução 5, 7: Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado do pilar e requadro.

Solução 6: Deslocamento do eletroduto para passar ao lado do pilar.

Incompatibilização 8: Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame.



Solução 8: Deslocamento dos eletrodutos para passar acima da viga.

Incompatibilização 9: Eletroduto do motor do portão em sobreposição com a viga baldrame e bloco de fundação.

Incompatibilização 10: Eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para tomada da garagem, em sobreposição com a viga baldrame.

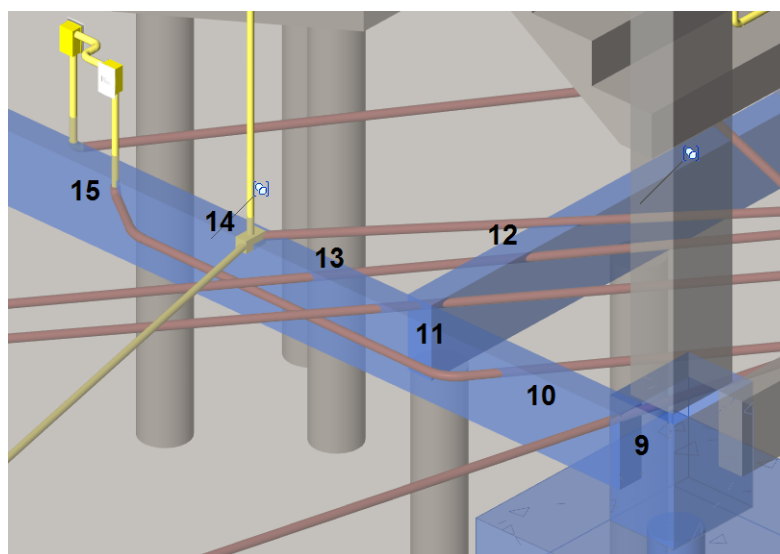
Incompatibilização 11: Eletroduto da rede de televisão que vai para a prumada dos Apt. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame.

Incompatibilização 12: Eletroduto da rede telefônica que vai para a prumada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame.

Incompatibilização 13: Eletroduto da rede telefônica que vai para a prumada dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a viga baldrame.

Incompatibilização 14: Caixa de passagem dos interfones dos Apt. Tipo 02 em sobreposição com viga baldrame

Incompatibilização 15: Curva do eletroduto que vai para as tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame.



Solução 9, 10, 11, 12, 13 e 15: Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.

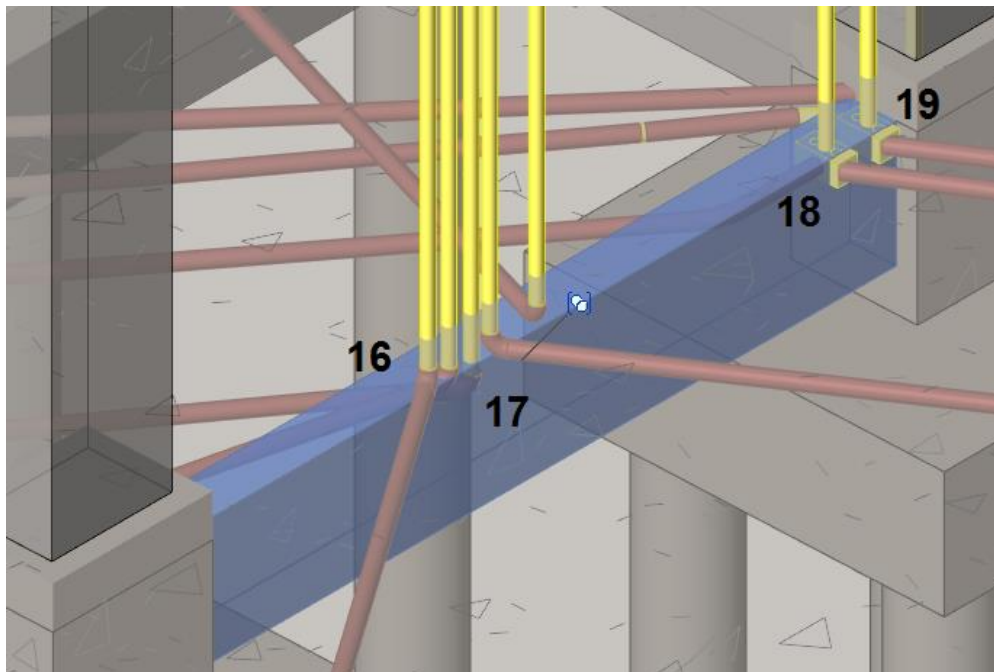
Solução 14: Deslocamento da caixa de passagem para passar acima da viga baldrame.

Incompatibilização 16: Conexão do eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para o motor do portão em sobreposição com a viga baldrame.

Incompatibilização 17: Conexão do eletroduto que sai do quadro de distribuição geral e vai para as tomadas da garagem em sobreposição com a viga baldrame.

Incompatibilização 18: Caixa de passagem da rede de televisão em sobreposição com viga baldrame.

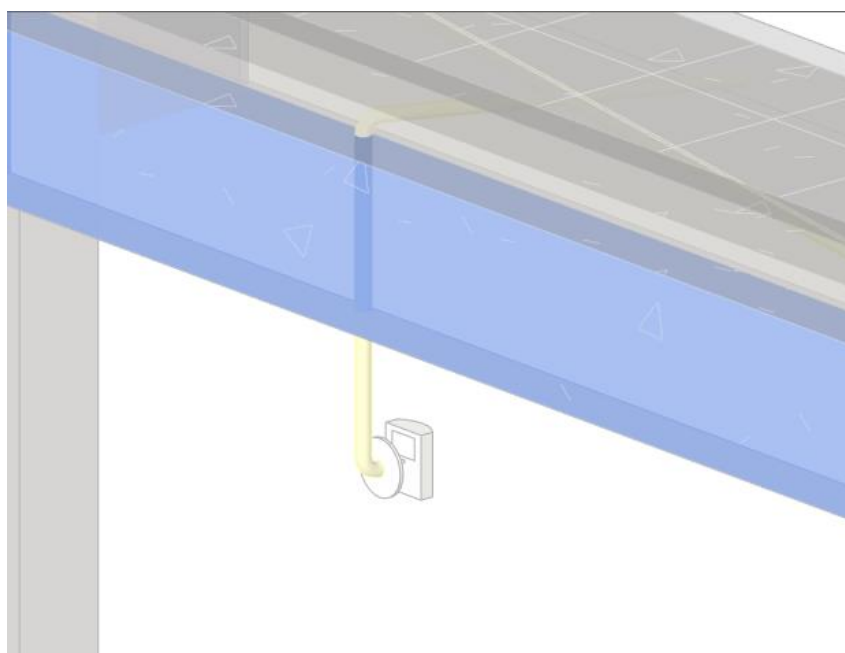
Incompatibilização 19: Caixa de passagem da rede telefônica em sobreposição com a viga baldrame.



Solução 16 e 17: Deslocamento do eletroduto para passar acima da viga.

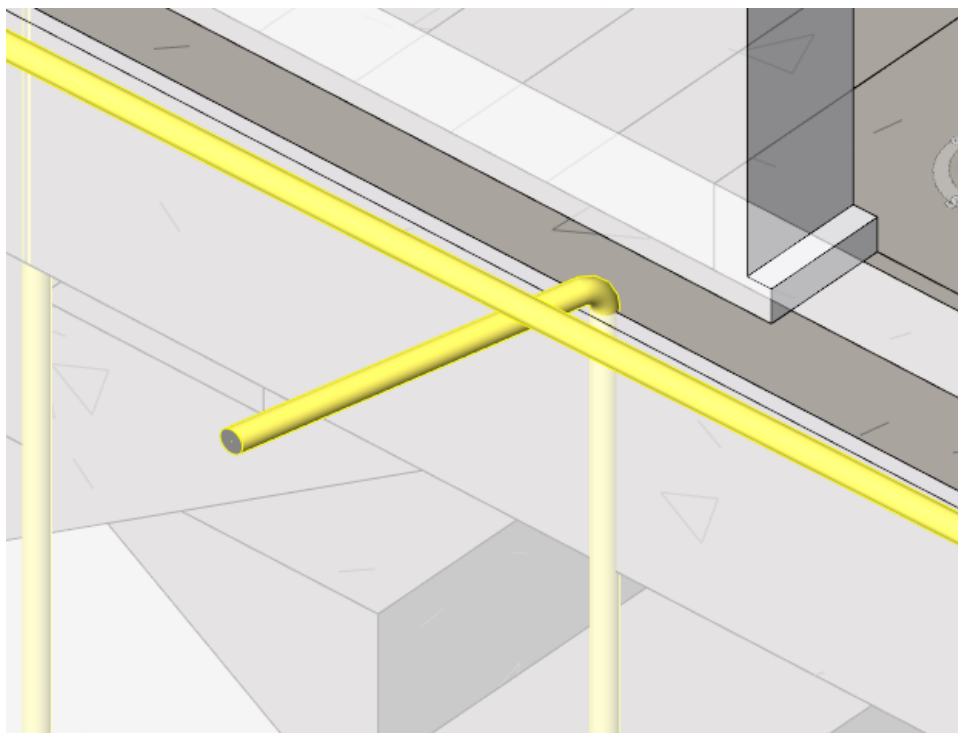
Solução 18 e 19: Deslocamento das caixas de passagem para passar acima da viga baldrame.

Incompatibilização 20: Eletroduto do sensor de presença da garagem em sobreposição com a viga.



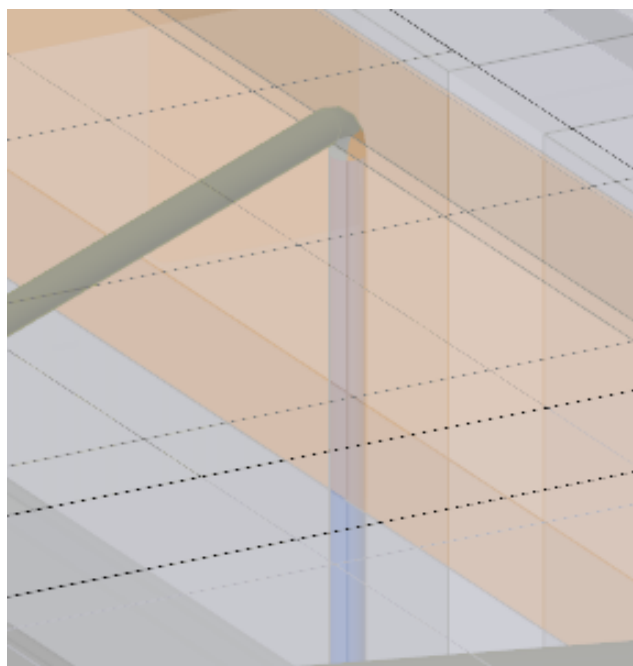
Solução 20: Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.

Incompatibilização 21: Eletroduto das lâmpadas dos quartos dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga.



Solução 21: Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.

Incompatibilização 22: Eletroduto das lâmpadas dos banheiros dos Apts. Tipo 01 em sobreposição com a viga.

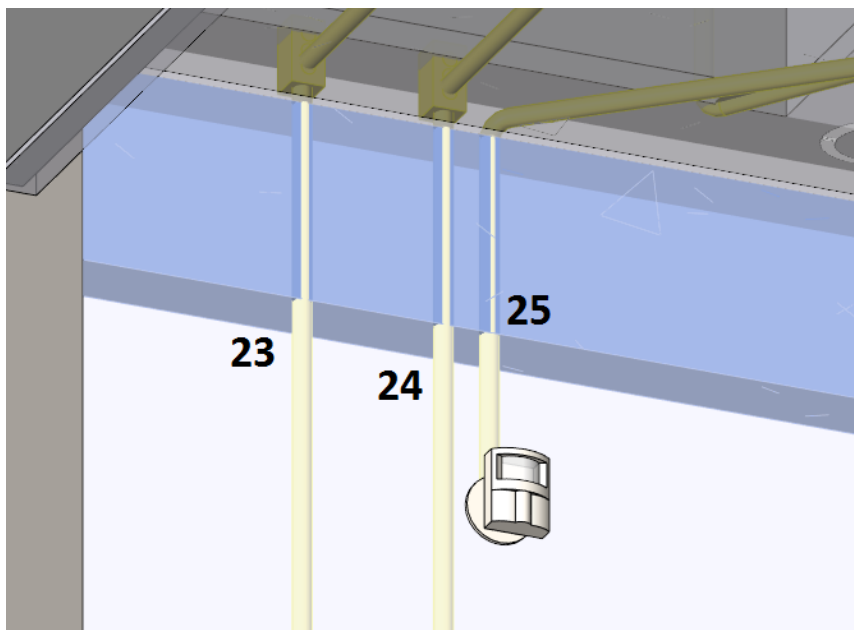


Solução 22: Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da viga e requadro.

Incompatibilização 23: Eletroduto da rede de televisão em sobreposição com a viga.

Incompatibilização 24: Eletroduto da rede telefônica em sobreposição com a viga.

Incompatibilização 25: Eletroduto que vai para o sensor de presença na garagem em sobreposição com a viga.

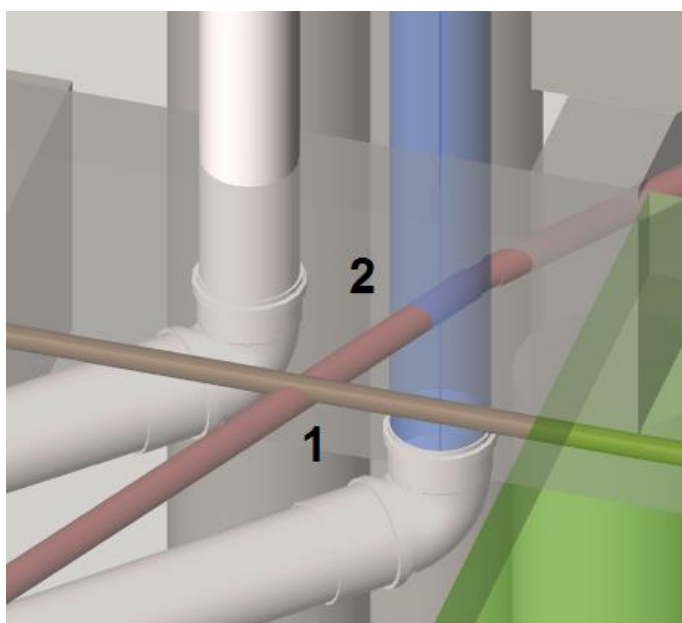


Solução 23, 24 e 25: Deslocamento dos eletrodutos para passarem ao lado da viga e requadro.

- Elétrico x Hidrossanitário

Incompatibilização 1: Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a tubulação de alimentação.

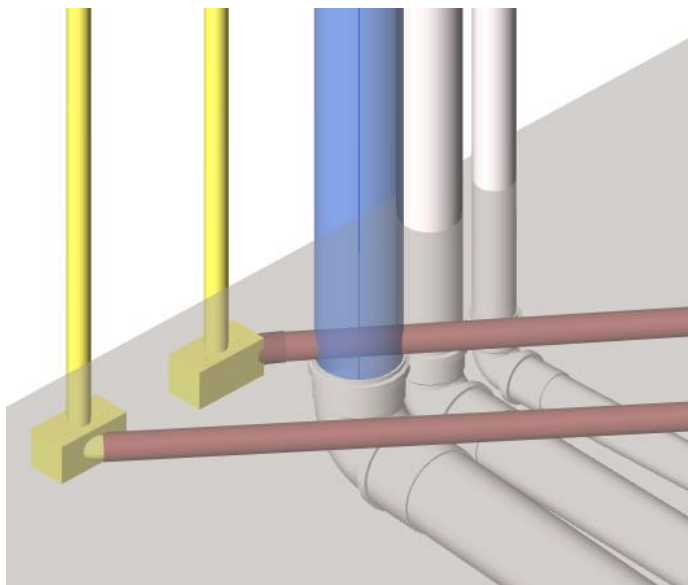
Incompatibilização 2: Eletroduto das tomadas da garagem em sobreposição com a tubulação de esgoto dos banheiros dos Apts. Tipo 01.



Solução 1: Deslocamento vertical da tubulação para passar abaixo do eletroduto.

Solução 2: Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado da tubulação de esgoto sanitário.

Incompatibilização 3: Eletroduto da rede de televisão em sobreposição com a tubulação de água pluvial.

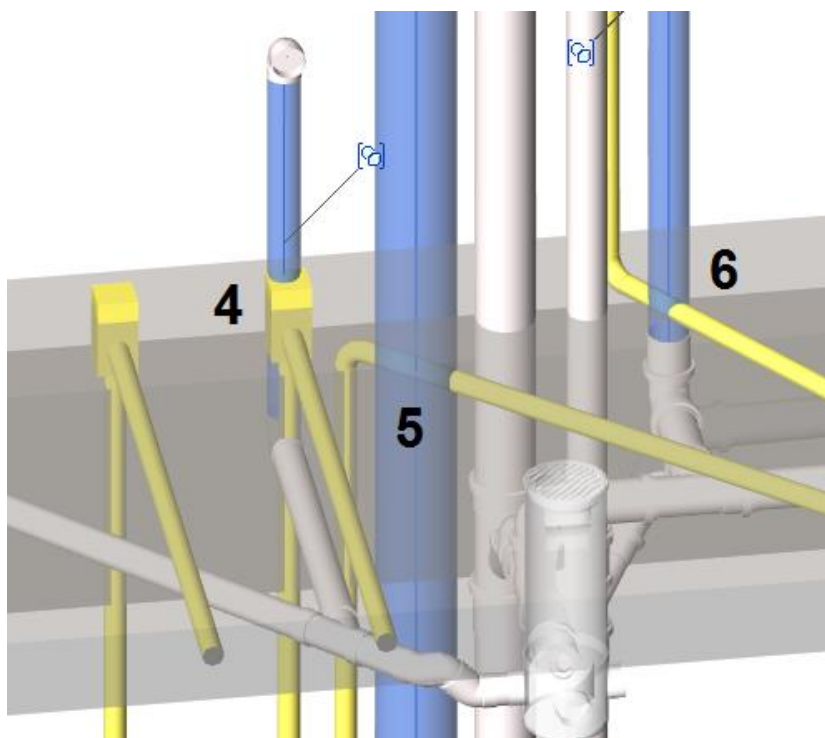


Solução 3: Deslocamento horizontal do eletroduto para passar ao lado da tubulação de água pluvial.

Incompatibilização 4: Caixa de passagem da rede de televisão em sobreposição com a tubulação de esgoto do tanque da lavanderia.

Incompatibilização 5: Eletroduto da iluminação da garagem em sobreposição com a tubulação de água pluvial.

Incompatibilização 6: Eletroduto das tomadas dos Apts. Tipo 02 em sobreposição com a tubulação de ventilação.



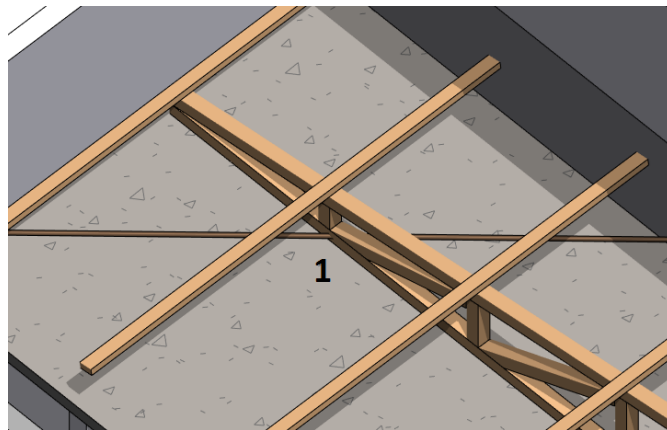
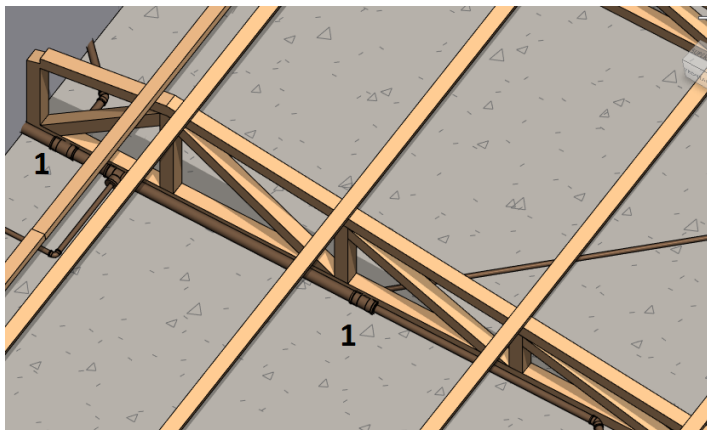
Solução 4: Deslocamento horizontal da prumada do eletroduto para passar ao lado tubulação de esgoto.

Solução 5: Deslocamento da direção do eletroduto para passar ao lado da tubulação de água pluvial.

Solução 6: Deslocamento do eletroduto para passar ao lado da tubulação de esgoto.

- Arquitetura x Hidrossanitário

Incompatibilização 1: *Tubulação do barrilete ramificado em sobreposição com a treliça de madeira do telhado.*



Solução 1: Passagem das tubulações sobre as aberturas da treliça.

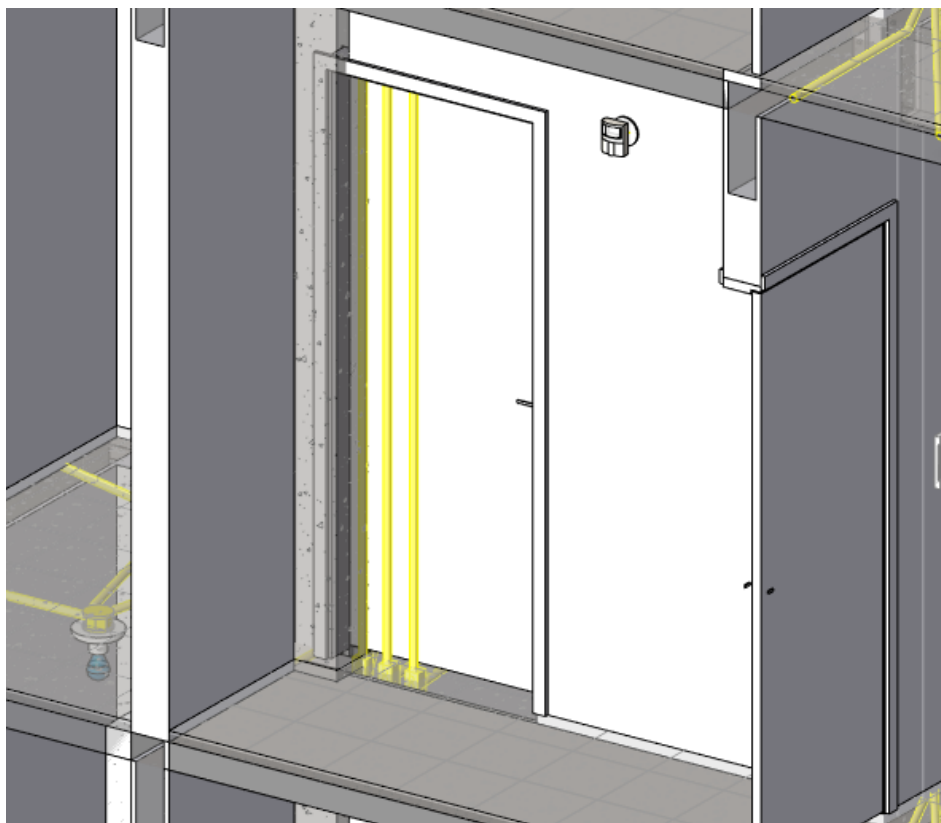
Incompatibilização 2: *Prumada da tubulação de água fria das cozinhas e lavanderias dos Apt. Tipo 01 exposta.*



Solução 2: Previsão de uma parede falsa para passagem de tubulação.

- Arquitetura x Hidrossanitário

Incompatibilização 1: 3 Eletrodutos de prumadas em sobreposição com as portas de entrada dos Apt. Tipo 01.



Solução 1: Deslocamento horizontal dos eletrodutos para passar ao lado da porta.