



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIANO DOMINGOS TEIXEIRA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA MODELAGEM 3D COM USO  
DE SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM.**

FLORIANÓPOLIS

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIANO DOMINGOS TEIXEIRA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA MODELAGEM 3D COM USO  
DE *SOFTWARE* EM PLATAFORMA BIM.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
de Santa Catarina como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Fernando Pelisser, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Teixeira, Juliano Domingos

Compatibilização de projetos através da modelagem 3D com  
uso de software em plataforma BIM / Juliano Domingos  
Teixeira ; orientador, Fernando Pelisser - Florianópolis,  
SC, 2016.  
103 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

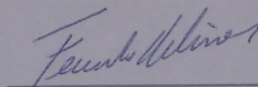
1. Engenharia Civil. 2. compatibilização. 3. BIM. I.  
Pelisser, Fernando. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DA MODELAGEM 3D COM USO  
DE SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de junho de 2016.

Banca examinadora:



Professor Fernando Pelisser, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Professora Liseane Padilha Thives, Dra.

Universidade Federal de Santa Catarina

Bruno Guerreiro Fistarol

Engenheiro Civil

Dedico este trabalho ao meu avô, Domingos Ferreira, pelo seu exemplo de vida e de profissionalismo. Pessoa na qual foi a inspiração para minha escolha na carreira de Engenheiro Civil.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente àqueles que fizeram parte diretamente de minha educação, sempre fazendo o possível e o impossível para me ver realizado: minha mãe, Maristela Vidal Bueno de Camargo; meu pai, Julio Cesar Teixeira; e meu padrasto, Renato Bueno de Camargo Junior.

Agradeço aos meus avós Maria das Graças Ferreira e Domingos Ferreira, pelo exemplo de vida, profissionalismo, humildade e dedicação. Vocês são inspiração na minha vida.

Agradeço ao meu irmão Henrique José Teixeira, pelo companheirismo e apoio.

Agradeço à minha namorada Clarissa Melo, pelo apoio incondicional e incentivo nos melhores e piores momentos.

Agradeço ao meu amigo Bruno Guerreiro Fistarol, pelo companheirismo e pelo apoio e ensinamentos sobre o *software* Revit.

Agradeço ao meu orientador, Fernando Pelisser, por ter confiado em meu trabalho.

Agradeço àqueles professores do departamento de Engenharia Civil nos quais tive o prazer de ter aula e que despertaram um maior amor pela minha profissão. Posso aqui destacar Liseane Padilha Thives, Luciana Rohde, Jano d'Araujo Coelho, Wellington Longuini Repette, Ivo José Padaratz, Leandro Fleck Fadel Miguel, Henrique Magnani de Oliveira, EneDir Ghisi e Daniel Domingues Loriggio.

*“Quando vires um homem bom, tenta imitá-lo; quando vires um homem mau, examina-te a ti mesmo.” (Confúcio).*

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo a compatibilização dos projetos estrutural, arquitetônico e hidrossanitário de uma residência unifamiliar de 236,93m<sup>2</sup>, utilizando-se o *software* Revit, da Autodesk, *software* este que utiliza a plataforma BIM (*Building Information Model*). Se trata de um estudo de caso, utilizando-se os projetos fornecidos em 2D, em plataforma CAD (*Computer Aided Design*) para execução de uma modelagem em 3D de todos os projetos. Com a modelagem 3D, obteve-se as incompatibilizações, gerando economia na obra, garantindo segurança estrutural – através da previsão dos furos necessários na estrutura em concreto armado ou alteração do projeto hidrossanitário –, e possibilitando uma apresentação do projeto em uma forma mais realista ao cliente.

**Palavras-chave:** compatibilização, BIM, Revit, CAD, modelagem.



## ABSTRACT

This conclusion work is aimed at aligning the structural, architectural and sanitary system projects of a single-family residence of 236,93m<sup>2</sup>, using Revit *software*, from Autodesk, *software* that uses the platform BIM (Building Information Model). It is a case study, using designs provided in 2D CAD platform (*Computer Aided Design*) for performing a 3D modeling of all projects. With 3D modeling, we obtained the incompatibilities, generating savings in the work, ensuring structural safety - through the prediction of the necessary holes in the concrete structure or change in the sanitary system design - and allowing a presentation of the project in a more realistic way to customer.

**Keywords:** compatibility, BIM, Revit, CAD, modeling.

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Etapas do Processo de Projeto.....	17
Tabela 2 – Incompatibilidades do relatório.....	79
Tabela 3 – Incompatibilidades detectadas durante a modelagem 3D.....	83

## Índice de Figuras

Figura 1 - Layout do Autodesk Revit.....	22
Figura 2 – Layout do <i>Software</i> AutoCAD .....	24
Figura 3 – Diferentes elementos utilizados em estruturas em concreto armado .....	27
Figura 4 - Ilustração de laje pré-moldada com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS.....	28
Figura 5 – Planta de formas do projeto estrutural: Térreo .....	29
Figura 6 – Planta de formas do projeto estrutural: Pavimento superior.....	30
Figura 7 – Planta de formas do projeto estrutural: Cobertura .....	31
Figura 8 – Planta de formas do projeto estrutural: Barrilete .....	32
Figura 9 – Planta de formas do projeto estrutural: Cobertura da caixa d'água.....	32
Figura 10 – Projeto arquitetônico: Planta baixa pavimento térreo.....	34
Figura 11 – Projeto arquitetônico: Planta baixa pavimento superior .....	35
Figura 12 – Projeto arquitetônico: Cobertura .....	36
Figura 13 – Projeto arquitetônico: Implantação.....	37
Figura 14 – Projeto arquitetônico: Fachada leste lateral esquerda .....	38
Figura 15 – Projeto arquitetônico: Fachada oeste lateral direita.....	38
Figura 16 – Projeto arquitetônico: Fachada sul frontal .....	39
Figura 17 – Projeto arquitetônico: Fachada norte fundos.....	40
Figura 18 – Projeto arquitetônico: Perspectiva sudeste .....	41
Figura 19 – Projeto arquitetônico: Perspectiva noroeste .....	41
Figura 20 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Pavimento térreo .....	43
Figura 21 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Pavimento superior.....	44
Figura 22 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Barrilete.....	45
Figura 23 – Projeto hidráulico: Isométrico 01 .....	46
Figura 24 – Projeto hidráulico: Isométrico 02.....	47
Figura 25 – Projeto hidráulico: Isométrico 03.....	48
Figura 26 – Projeto hidráulico: Isométrico 04.....	49
Figura 27 – Projeto hidráulico: Isométrico 05.....	50
Figura 28 – Projeto hidráulico: Isométrico 06.....	51
Figura 29 – Projeto hidráulico: Isométrico 07 .....	52
Figura 30 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento térreo .....	53
Figura 31 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento superior.....	54
Figura 32 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento cobertura.....	55
Figura 33 – Modelagem da seção da parede de 25cm .....	58
Figura 34 – Modelagem da seção da parede de 15cm .....	58

Figura 35 – Perspectiva isométrica sudoeste da estrutura .....	59
Figura 36 – Perspectiva isométrica noroeste da estrutura.....	60
Figura 37 – Perspectiva isométrica nordeste da estrutura.....	60
Figura 38 – Perspectiva isométrica sudeste da estrutura .....	61
Figura 39 – Perspectiva isométrica nordeste do projeto arquitetônico .....	62
Figura 40 – Perspectiva isométrica noroeste do projeto arquitetônico.....	62
Figura 41 – Perspectiva isométrica sudeste do projeto arquitetônico .....	63
Figura 42 – Perspectiva isométrica sudoeste do projeto arquitetônico .....	63
Figura 43 – Projeto arquitetônico: Fachada sul (frontal) .....	64
Figura 44 – Projeto arquitetônico: Fachada leste .....	64
Figura 45 – Projeto arquitetônico: Fachada oeste.....	65
Figura 46 – Perspectiva isométrica 1 de instalações hidráulicas .....	66
Figura 47 – Perspectiva isométrica 2 de instalações hidráulicas.....	66
Figura 48 – Perspectiva isométrica 3 de instalações hidráulicas.....	67
Figura 49 – Perspectiva isométrica 4 de instalações hidráulicas.....	67
Figura 50 – Perspectiva isométrica 5 de instalações hidráulicas.....	68
Figura 51 – Perspectiva isométrica 6 de instalações hidráulicas.....	68
Figura 52 – Perspectiva isométrica 7 de instalações hidráulicas.....	69
Figura 53 – Perspectiva isométrica 1 de instalações de esgoto .....	69
Figura 54 – Perspectiva isométrica 2 de instalações de esgoto .....	70
Figura 55 – Perspectiva isométrica 3 de instalações de esgoto .....	70
Figura 56 – Perspectiva isométrica 4 de instalações de esgoto .....	71
Figura 57 – Perspectiva isométrica 5 de instalações de esgoto .....	71
Figura 58 – Perspectiva isométrica 6 de instalações de esgoto .....	72
Figura 59 – Perspectiva isométrica 7 de instalações de esgoto .....	72
Figura 60 – Perspectiva isométrica sudoeste do projeto hidrossanitário completo.....	73
Figura 61 – Perspectiva isométrica noroeste do projeto hidrossanitário completo.....	74
Figura 62 – Perspectiva isométrica nordeste do projeto sanitário completo.....	75
Figura 63 – Perspectiva isométrica sudeste do projeto sanitário completo.....	76
Figura 64 - Perspectiva isométrica sudoeste do projeto de água fria e água quente .....	77
Figura 65 – Incompatibilização entre sapatas da estrutura .....	84
Figura 66 – Incompatibilização entre porta e pilar.....	84
Figura 67 – Incompatibilização entre caixa d'água e boiler .....	85

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	16
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	18
2.1 PROJETO	18
2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO	19
2.3 BIM	20
2.3.1 DIMENSÕES DO BIM	22
2.4 AUTODESK REVIT	22
2.5 AUTODESK AUTOCAD	24
<b>3. METODOLOGIA</b>	26
3.1 ETAPAS DO TRABALHO	26
3.2 SOFTWARES UTILIZADOS	27
3.2.1 AUTODESK REVIT	27
3.2.2 AUTODESK AUTOCAD	27
3.2.3 MICROSOFT EXCEL	27
3.3 O PROJETO EM ESTUDO	27
3.3.1 PROJETO ESTRUTURAL	27
3.3.1.1 PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL	29
3.3.2 PROJETO ARQUITETÔNICO	34
3.3.2.1 PLANTAS BAIXAS E PERSPECTIVAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	35
3.3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO	43
3.3.3.1 PROJETOS HIDRÁULICOS	44
3.3.3.2 PROJETOS DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS	54
3.4 MODELAGEM 3D E COMPATIBILIZAÇÃO	57
3.4.1 ETAPAS DA MODELAGEM	57
3.4.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	57
3.4.3 PARAMETRIZAÇÃO DE ELEMENTOS	58
3.4.4 MODELAGEM 3D	59
3.4.4.1 ESTRUTURA	60
3.4.4.2 ARQUITETÔNICO	62
3.4.4.3 HIDROSSANITÁRIO	66

<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS</b>	79
4.1	INCOMPATIBILIZAÇÕES	79
4.1.1	DETECÇÃO POR RELATÓRIOS DE INTERFERÊNCIAS	79
4.1.1.1	PILARES X TUBULAÇÃO	80
4.1.1.2	LAJES X TUBULAÇÃO	81
4.1.1.3	VIGAS X TUBULAÇÃO	82
4.1.1.4	TUBULAÇÃO X TUBULAÇÃO	83
4.1.2	DETECÇÃO NA MODELAGEM 3D	84
4.2	VANTAGENS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM <i>SOFTWARE</i> EM PLATAFORMA BIM	86
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	88
5.1	CONCLUSÕES	88
5.2	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	89
	<b>REFERÊNCIAS</b>	90
	<b>ANEXOS</b>	93
	ANEXO A - Relatório de Interferência entre: Pilares X Tubulação	93
	ANEXO B – Relatório de Interferência entre: Lajes X Tubulação	94
	ANEXO C - Relatório de Interferência entre: Vigas X Tubulação	96
	ANEXO D – Relatório de Interferência entre: Tubulação X Tubulação	103



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A construção civil trata de um dos setores com maior investimento da economia brasileira. Entretanto, muitas vezes é limitada aos tradicionalismos e vícios construtivos, abrindo mão de tecnologias que possam diminuir custos e gerar mais qualidade.

Durante o curso de Engenharia Civil, diferentes oportunidades de estágio e visitas a canteiros de obra foram possíveis. Com isso, foi evidenciada uma decepção: a automatização de processos, uso da informática, uso de novas tecnologias e de diferentes sistemas construtivos é rara na construção civil.

Ainda aproveitando as palestras oferecidas por diferentes órgãos estudantis do curso de Engenharia Civil da UFSC, como PET (Programa de Educação Tutorial), CALEC (Centro Acadêmico Livre de Engenharia Civil) e EPEC (Escritório Piloto de Engenharia Civil), foi perceptível que novos *softwares* estavam surgindo para realização de projetos, os *softwares* em plataforma BIM.

Os *softwares* de plataforma BIM tratam-se de uma forma diferente de projetar. Enquanto os *softwares* de plataforma CAD (*Computer Aided Design*) tratam-se de ferramentas de desenho, os *softwares* de plataforma BIM são constituídos por ferramentas de construção, nos quais é possível modelar a edificação, gerar quantitativos, realizar o orçamento e planejamento, analisar o desempenho da edificação do ponto de vista energético e até mesmo facilitar o gerenciamento das manutenções ao longo da vida útil do empreendimento.

Um relatório da *Smart Market* publicado pela *McGraw Hill Construction* em junho de 2014 revelou que: 1) Três quartos das construtoras responderam positivamente sobre o investimento feito em BIM, e possuem ideias claras de como melhorar este retorno. Menores custos da construção, menores retrabalhos e redução dos erros de projeto são um dos cinco benefícios mais citados pelas empresas; 2) As construtoras pesquisadas esperam aumentar seus trabalhos em BIM em 50% em média. Os investimentos em BIM aumentam de acordo com o nível de engajamento, soma de experiências em BIM, habilidade no uso da tecnologia e



elevação do comprometimento na utilização da tecnologia; 3) Os investimentos nos dois anos vindouros se daria no desenvolvimento dos processos internos e externos de colaboração bem como na utilização de dispositivos móveis; 4) O Brasil está avançando mais rápido que o previsto no investimento em projeto de plataforma BIM, entretanto, trata-se de um nível mais baixo de uso do BIM que em outros países, mais desenvolvidos. (MATTOS, 2014)

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar a modelagem e compatibilização entre diferentes projetos de residência unifamiliar, utilizando-se o *software* Revit, da Autodesk.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Compatibilizar os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário (água fria, água quente, esgoto sanitário e pluvial);
- 2) Apontar incompatibilizações existentes entre os projetos citados e analisar o impacto destas na execução e no funcionamento da edificação;
- 3) Sugerir soluções para os problemas apontados;
- 4) Promover a qualidade de projetos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 PROJETO

Projeto é o esforço temporário com um objetivo pré-estabelecido, definido e claro. Tem início, meio e fim definidos, duração e recursos limitados, em uma sequência de atividades relacionadas. (AVELLAR E DUARTE, 2011)

Segundo Santos et al. (2009), para o sucesso de um projeto de construção é necessário o gerenciamento de diferentes recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital) que podem estar sujeitos a limitações e restrições, e o sucesso do planejamento e controle do projeto depende da eficiência do modelo computacional que é utilizado.

Não há um padrão entre os autores sobre as etapas de projeto. Na tabela 1 estão as etapas do processo de projeto, de acordo com diferentes fontes.

**Tabela 1 – Etapas do Processo de Projeto**

ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO			
Autores			
Melhado (1994)	NBR13531 (1995)	Tzortzopoulos (1999)	Rodríguez e Heineck (2002)
Idealização	Levantamento Programa de necessidades Estudo de viabilidade	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento
Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal
Projeto para produção	Projeto para execução	Projeto executivo	Projeto executivo
Acompanhamento do planejamento e execução	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra	Acompanhamento da execução e uso
Retroalimentação a partir da entrega e uso do produto	Acompanhamento de uso	Acompanhamento de uso	

**Fonte: Rodriguez (2005)**

De acordo com Rodriguez (2005), “nos últimos anos, a gestão do processo de projeto de edificações vem sendo formalizada principalmente pela aplicação de

conceitos relativos à gestão da qualidade, gestão de projetos, compatibilização de projetos e engenharia simultânea. Entretanto, para uma melhora efetiva do processo, há necessidade de desenvolver ferramentas gerenciais que relacionem esses conceitos e diretrizes como o dia-a-dia do desenvolvimento dos projetos de construção.”.

## **2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO**

Segundo Rodriguez (2005), a compatibilização de projetos consiste na análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto para uma obra.

A compatibilização de projetos de engenharia tende a crescer na construção civil, pois qualquer edificação exige projetos como topográfico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, de refrigeração, arquitetônico, entre outros. Geralmente estes projetos são feitos separadamente e podem haver conflitos entre eles. A compatibilização consiste na sobreposição de projetos para detectar estes conflitos. (SANTOS, 2013)

Os custos de compatibilização de projetos representam de 1% a 1,5% da obra. Porém, a economia em despesas é de 5% a 10% deste mesmo custo. Esta economia é gerada devido à economia de tempo, redução de desperdício e eliminação de retrabalho. (SANTOS, 2013)

Alguns exemplos de previsão de incompatibilidades são: caso haja um tirante fixado numa viga para sustentação de uma cobertura de terraço, prever esta carga na viga; prever furos na estrutura em concreto armado, pois com frequência a tubulação de esgoto necessita furar estas vigas; escolher o piso cerâmico em áreas molhadas, para que a paginação fique correta e o ralo encontre-se na quina das peças cerâmicas. (SANTOS, 2013)

O profissional no qual realiza a compatibilização de projetos necessita possuir sólidos conhecimentos em projetos e a organização necessária para gerenciar o trabalho de diferentes projetistas ou equipes. Este profissional é responsável por coordenar os projetistas e coordenar as alterações que podem ser necessárias para

que a sobreposição dos projetos não resulte em interferências indesejáveis. (SANTOS, 2013)

Com a compatibilização e ajustes entre os diversos desenhos, chega-se ao projeto executivo final. Com ele, a construtora elabora o orçamento da obra com uma ordem de grandeza mais próxima do real e pode iniciar o processo construtivo. (REDAÇÃO AECWEB / E-CONSTRUMARKET, 2016)

São recorrentes conflitos entre os profissionais de engenharia e os arquitetos, principalmente na área de instalações prediais, tais como elétrica, hidráulica, ar-condicionado e automação. (NAKAMURA, 2011)

Com a inclusão de novas tecnologias, os sistemas 3D ajudam na compatibilização de projetos, automatizando a compatibilização de interferências. (NAKAMURA, 2011)

“O processo mais comum atualmente para se compatibilizar um projeto é através da sobreposição das diferentes plantas e verificar a olho nu se existe alguma interferência. Porém, além de desgastante, esse processo pode ignorar alguns erros que só aparecem em vistas tridimensionais.” (COSTA, 2013).

Uma segunda metodologia, que tem se mostrado mais eficiente na resolução de problemas com incompatibilidades tem sido estudadas nas últimas três décadas, porém com pouco desenvolvimento no Brasil. Trata-se da metodologia/conceito BIM (*Building Information Modeling*), ou como é conhecida nacionalmente, Modelagem de Informação da Construção. Trata-se de um conceito inicialmente estudado por Charles Eastman que trabalha com a parametrização dos elementos da edificação, partindo de um modelo tridimensional, ao contrário de como são realizados atualmente os projetos, bidimensionalmente. A tridimensionalidade já é muito utilizada em projetos, porém somente como ferramenta para demonstração volumétrica da edificação acabada, destinada a fins puramente estéticos. (COSTA, 2013)

### **2.3 BIM**

Segundo o Portal Brasil Engenharia (2016), o BIM (*Building Information Model*) é um processo de projeto no qual diversos *softwares* reúnem em um arquivo

em comum todas as informações da obra e do projeto. Assim sendo, todas as disciplinas de projeto – elétrico, hidráulico, estrutural, dentre outros - podem ser sobrepostas para garantir que não existam interferências entre os projetos, reduzindo o tempo de obra. Com a tecnologia BIM ainda é possível ver como a obra irá ficar, antes mesmo de ela começar.

O BIM promove e exige uma mudança cultural no canteiro de obras. Todo o pessoal envolvido no projeto, do construtor ao fornecedor, irá trabalhar sob a mesma plataforma (BUBNIAK, 2013).

Com relação ao orçamento, Burgardt, Kindle e Reis (2011) afirmam que com a automatização de cálculos proporcionada pelo BIM, há redução de prazos e ampliação do nível de detalhamento e da precisão dos orçamentos. Essa agilidade proporciona a possibilidade de realizar estudos com diferentes cenários, soluções alternativas e analisar o impacto das alterações de escopo no custo de forma rápida. Acredita-se que com o uso do BIM, o orçamentista passa a atuar mais focado nos custos unitários, e menos na elaboração de quantitativos.

Com um projeto realizado em BIM, ainda é possível economizar no custo de maquetes físicas, que tem um custo significativo, pois o próprio projeto será uma maquete 3D virtual. Além disso, é possível aumentar o nível de informações fornecidas aos clientes. Segundo Eduardo Toledo dos Santos, professor da Escola Politécnica da USP, as maquetes virtuais ampliam as possibilidades do comprador, permitindo que sejam realizados passeios virtuais nos cômodos do imóvel e espaços comuns. Ainda como vantagem, tem-se a diminuição da discrepância entre as peças publicitárias utilizadas para venda e a realidade pós-obra. Os modelos para publicidade passarão a ser produzidos a partir do próprio projeto em BIM (BURGARDT; KINDLE; REIS, 2011).

Com uso de BIM para desenvolvimento de projetos, não só o fluxo de informações é alterado, mas também as interfaces entre os projetistas e o coordenador de projetos. Em outras palavras, com a plataforma BIM, o projeto deixa de ser um processo linear e paralelo e torna-se integrado. (BURGARDT; KINDLE; REIS, 2011).

### 2.3.1 DIMENSÕES DO BIM

Por trás do uso de BIM, está a ideia de ter todas as informações de um projeto, obra ou edificação em uma mesma plataforma. (MATTOS, 2014)

Com isso, surgiram as dimensões do Bim, nas quais dividem as diferentes atividades na mesma plataforma.

BIM 3D: O BIM 3D é a consolidação dos projetos da obra num mesmo ambiente virtual, em três dimensões, com todos os elementos projetados. Uma das vantagens do BIM 3D é a chamada “*clash detection*” (detecção de conflitos), como por exemplo, porta fora de lugar, tubulação que colide com estrutura, etc.

BIM 4D: No BIM 4D é acrescentado o cronograma de obra ao projeto. Com isso, é possível acompanhar o avanço físico da obra e realizar o planejamento.

BIM 5D: No BIM 5D é acrescentado o orçamento da obra ao projeto. Cada elemento recebe um vínculo representando o custo. Qualquer alteração física no modelo 3D do projeto altera também o orçamento.

BIM 6D: Na 6ª dimensão do BIM é feita a análise energética da edificação. A sexta dimensão também é relacionada à sustentabilidade. Nesta etapa, realizam-se simulações para maior economia de energia e certificados *Green Buildings*.

BIM 7D: O BIM 7D é relacionado ao uso e manutenção da edificação, até a demolição. Neste uso do BIM, é feito controle de garantia de equipamentos, planos de manutenção, custos de operação e até mesmo a análise de como se dará a demolição.

## 2.4 AUTODESK REVIT

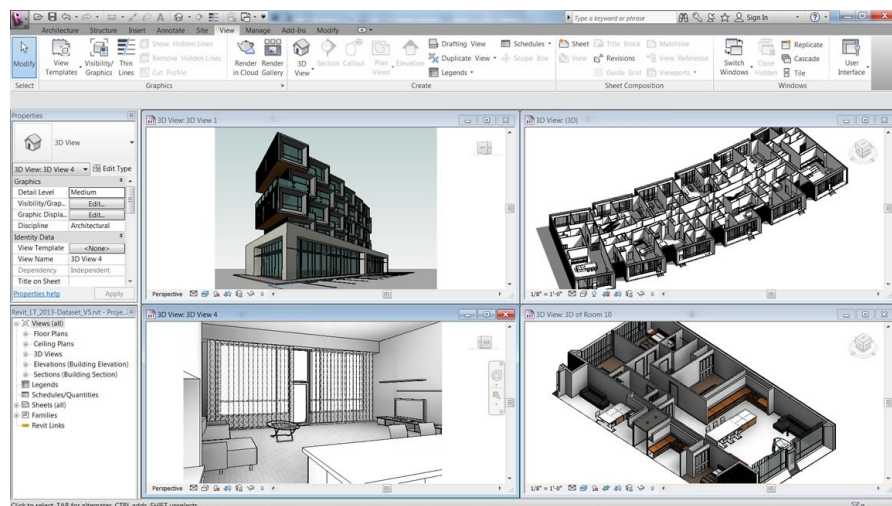
Segundo o Instituto Bramante (2016), o Revit é o *software* mais importante do segmento BIM. De acordo com este autor, no Revit não se cria mais uma série de desenhos, imagens e tabelas, como se fazia nos *softwares* CAD (*Computer Aided Design*) para execução de um projeto. No Revit, se cria um modelo digital central único, e através desse modelo, se extrai todas as informações necessárias para execução e manutenção da obra.

“Criado em 1997 pelos principais desenvolvedores da PTC – Parametric Technology Corporation –, o Revit foi inicialmente desenvolvido especificamente para projetos arquitetônicos com a pretensão de permitir a profissionais projetar e documentar edifícios através da criação de um modelo paramétrico tri-dimensional que contenha informações geométricas e não-geométricas do desenho e da construção – o que posteriormente passaria a ser conhecido como Building Information Modeling. No ano de 2002, a Autodesk comprou a Massachusetts-based Revit Technologies Corporation, e através de muita pesquisa desenvolveu melhorias ao *software*.”. (VOLPATO, 2015).

O *software* Autodesk Revit é dividido em três modalidades de projeto: *Architecture*, para projetos arquitetônicos; *Structure*, para projeto estrutural; e *MEP*, para projetos elétricos, hidráulicos e de instalações mecânicas. Com este cenário, numa situação ideal, cada projetista executa seu projeto sobre o modelo do projeto arquitetônico. (ERON COSTIN, 2012).

Segundo Ferramacho (2016), quando o projeto é feito num sistema tradicional de desenho com o AutoCAD – principal *software* do sistema CAD (*Computer Aided Design*) - a possibilidade de se cometer erros é muito maior. Já com o uso do Autodesk Revit, a chance de erro é mínima, pois o *software* possui tecnologia para projetar a obra completa.

**Figura 1 - Layout do Autodesk Revit**



**Fonte: Autodesk (2016)**

Segundo Duarte (2016), uma das principais vantagens de uso do Revit está relacionada à velocidade de execução do projeto, obtenção de quantitativos e

totalização de custos. Em termos de desenho, por exemplo, é possível obter automaticamente os cortes, elevações e visualizações 3D renderizadas.

Uma das grandes vantagens do Revit é a vantagem de trabalhar com componentes paramétricos:

“Todos os elementos construtivos projetados no Autodesk Revit *Architecture* tem parâmetros associados aos mesmos. Num programa que roda numa plataforma BIM, os objetos passam a conter informações anexadas aos mesmos (alguns chamam de objetos inteligentes), informações estas usadas por outros projetistas que estão envolvidos no projeto. Estes objetos carregam anexadas as informações necessárias para a execução de um projeto, através de tabelas e vistas perspectivadas (vistas em 3D), e não apenas vistas em projeção (ou vistas 2D). Modificações feitas em uma tabela, ou em qualquer prancha ou partes do desenho, são automaticamente atualizadas em tudo que se relaciona ao projeto.” (DUARTE, 2016).

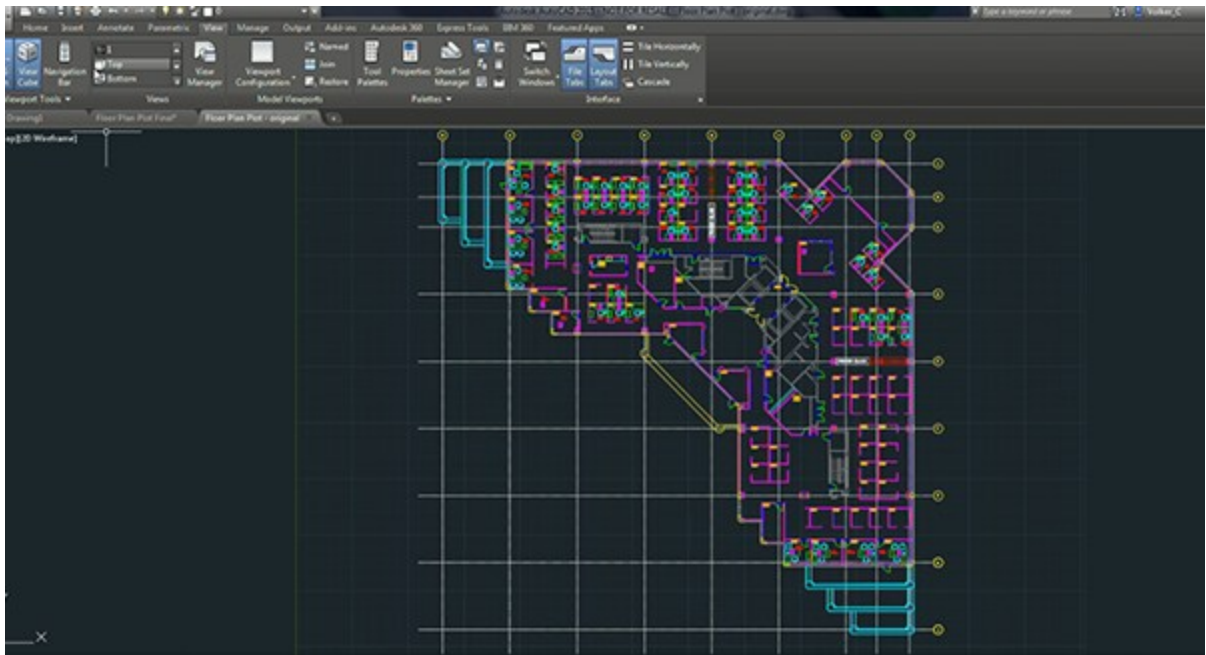
## 2.5 AUTODESK AUTOCAD

CAD (também podendo ser traduzido como “projeto e desenho auxiliados por computador”) se constitui do uso da tecnologia para realização de projetos ou para documentar projetos, substituindo o rascunho manual. O AutoCAD foi o *software* pioneiro em plataforma CAD e é o aplicativo CAD com maior uso. (AUTODESK, 2016)

O AutoCAD é comercializado pela Autodesk desde 1982, e nas versões atuais, permite ao usuário a realização de desenhos 2D com a utilização de gráficos vetoriais e em 3D com modelagem de superfícies sólidas. No AutoCAD também é possível realizar customizações de funções, programáveis em “AutoLISP”, que é uma variação do Visual Basic. (VOLPATO, 2015)



**Figura 2 – Layout do Software AutoCAD**



**Fonte: Autodesk (2016)**

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 ETAPAS DO TRABALHO

Para a elaboração do presente trabalho, primeiramente foram realizados cursos dos *softwares* Revit *Architecture*, *Struture* e MEP, para possibilitar a modelagem da edificação e compatibilização dos projetos.

Após os cursos e conhecimento dos *softwares*, foi feita a fundamentação teórica, utilizando-se artigos, sites da área de projetos e engenharia civil, e monografias (TCCs, dissertações e teses) para referência.

Num terceiro momento, foi feita uma busca por projetos. Como objetivo, tinha-se um projeto de residência unifamiliar de médio/alto padrão, com a preferência da obra ainda estar na fase de projeto. A justificativa desse tipo de projeto se dá pelos seguintes motivos: caso fosse escolhido um projeto predial (multifamiliar) de múltiplos andares, provavelmente as incompatibilizações se repetiriam em todos os pavimentos; e a preferência por não existir a obra é pelo fato de que as incompatibilizações irão ser corrigidas ainda na fase de projeto para gerar economia na obra.

Com isso, efetuou-se uma busca nas redes sociais e entrou-se em contato com diferentes escritórios de arquitetura e engenharia, até que o projeto alvo deste estudo foi encontrado.

Com o projeto, iniciou-se a compatibilização em si dos projetos fornecidos pelos profissionais de arquitetura e engenharia. Nesta etapa, a edificação foi modelada em 3D, iniciando-se pela modelagem da estrutura, seguida pelo projeto arquitetônico e de instalações.

Após a modelagem, foram detectados os pontos de incompatibilizações e quantificados em uma tabela. Com todos estes pontos detectados, foram feitas as recomendações para que os projetistas façam as adaptações necessárias para que a edificação num todo funcione corretamente.

## **3.2 SOFTWARES UTILIZADOS**

Para a execução deste Trabalho de Conclusão de Curso foram necessários diversos *softwares*, citados a seguir:

### **3.2.1 AUTODESK REVIT**

Principal *software* para execução deste Trabalho de Conclusão de Curso, o Autodesk Revit foi citado na Fundamentação Teórica deste documento. Nele, foram lançados todos os projetos fornecidos e compatibilizados.

### **3.2.2 AUTODESK AUTOCAD**

O Autodesk AutoCAD – principal *software* de plataforma CAD (*Computer Aided Design*) foi utilizado para primeira visualização dos projetos fornecidos pelos profissionais de arquitetura e engenharia e preparação dos projetos para lançamento no Autodesk Revit.

### **3.2.3 MICROSOFT EXCEL**

*Software* indispensável para formulação de planilhas e tabelas, o Microsoft Excel foi utilizado para criação de todas as tabelas no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

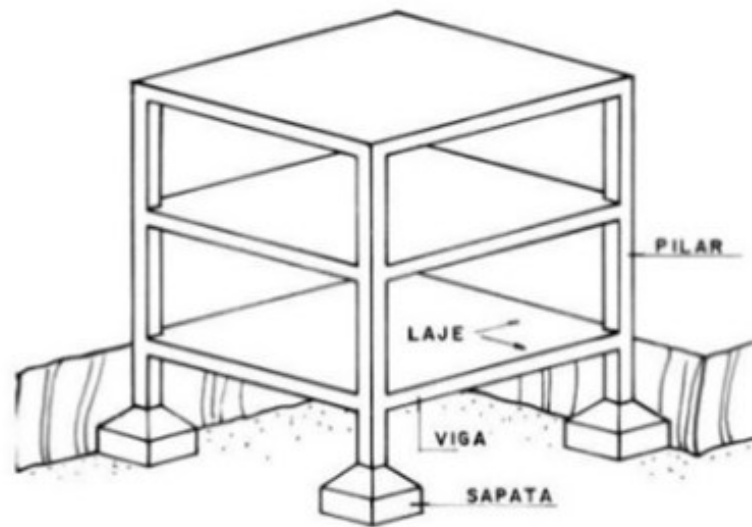
## **3.3 O PROJETO EM ESTUDO**

Os projetos fornecidos pelos profissionais de engenharia e arquitetura que atuaram neste projeto foram: estrutural, arquitetônico e instalações hidrossanitárias.

### **3.3.1 PROJETO ESTRUTURAL**

O projeto estrutural desta residência unifamiliar se dá em concreto armado.

Figura 3 – Diferentes elementos utilizados em estruturas em concreto armado



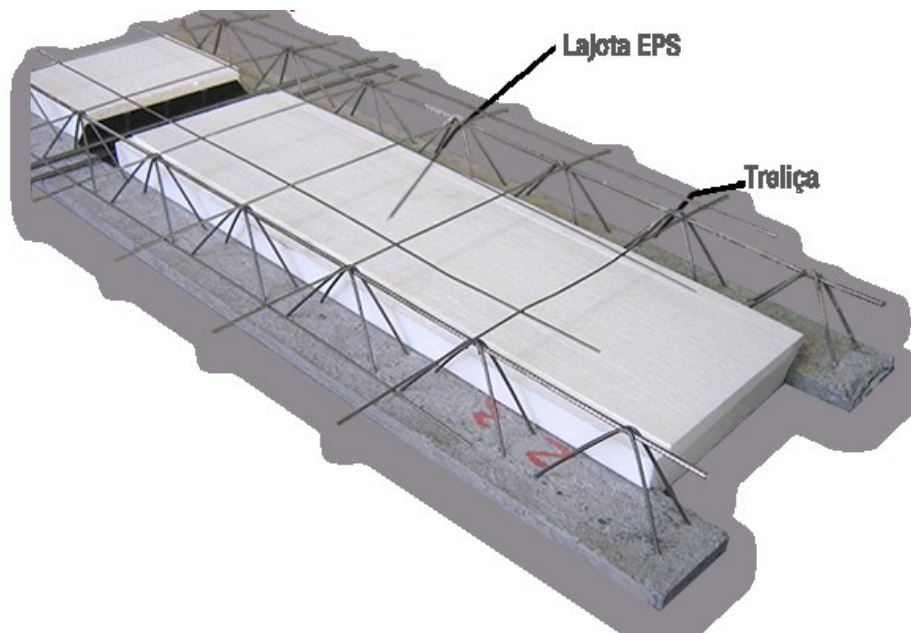
Fonte: <http://pt.slideshare.net/ValdirAlves/estrutural>

Os itens que compõem a estrutura são:

- Sapata: fundação mais comum em residências unifamiliares. Trata-se de uma fundação superficial direta;
- Pilares: elementos estruturais verticais existentes com intenção de receber os esforços das vigas e lajes e transmiti-los à fundação: neste caso, as sapatas. Todos os pilares desta edificação têm seção transversal retangular;
- Vigas: elementos estruturais horizontais, nos quais recebem os esforços provenientes das lajes ou de outros pilares (neste caso, chamadas vigas de *transição*). Todas as vigas presentes neste projeto são constituídas de seção transversal retangular;
- Lajes: são os elementos horizontais e planos responsáveis por formar os pavimentos. Podem ser projetadas para receberem carga de ocupação ou podem possuir apenas função de cobertura. Nesse projeto, existem lajes do tipo pré-moldada, constituídas de vigotas treliçadas e com preenchimento em EPS, e uma laje do tipo maciça, na torre que contempla caixa d'água e barrilete;
- Escadas: as escadas serão confeccionadas em concreto armado, porém será pré-moldada e apenas será montada in loco.

Na figura 4 está representado o tipo de laje utilizada na estrutura da edificação na qual é objeto de estudo.

**Figura 4 - Ilustração de laje pré-moldada com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS**

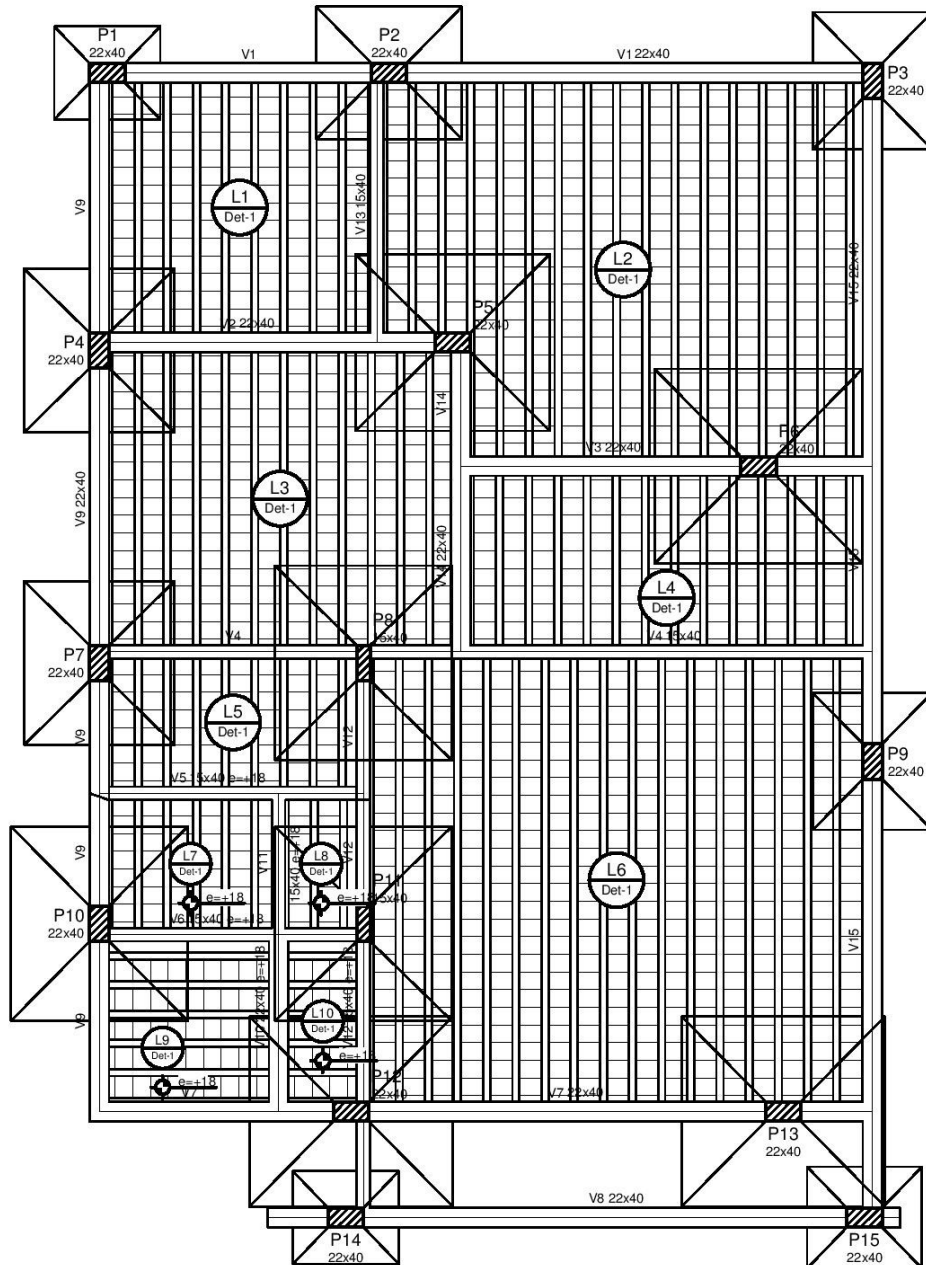


Fonte: LAJES CABRAL (2016)

### **3.3.1.1 PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL**

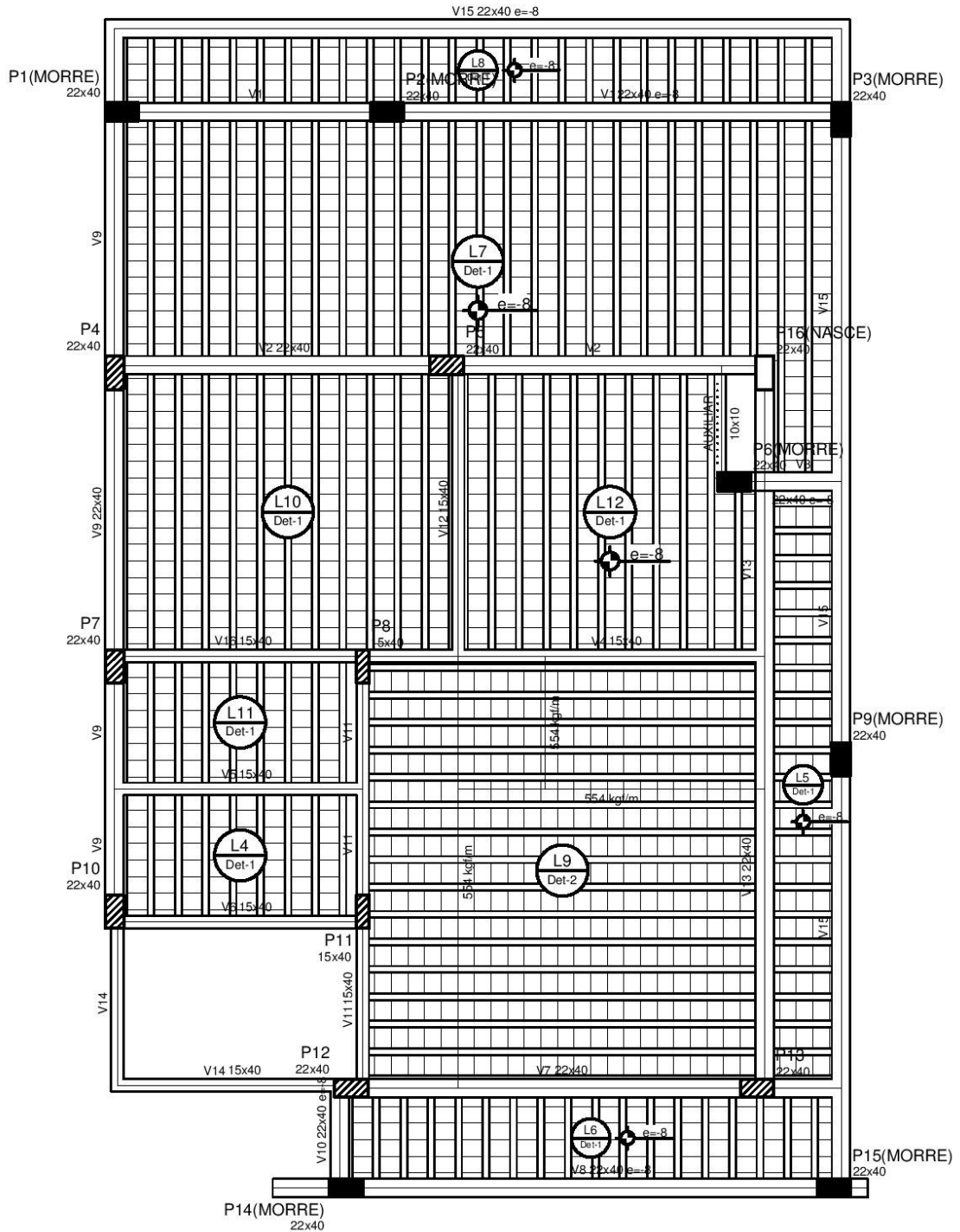
Nas figuras 5 a 9 estão representadas as plantas de formas do projeto estrutural fornecido para este estudo de caso.

Figura 5 – Planta de formas do projeto estrutural: Térreo



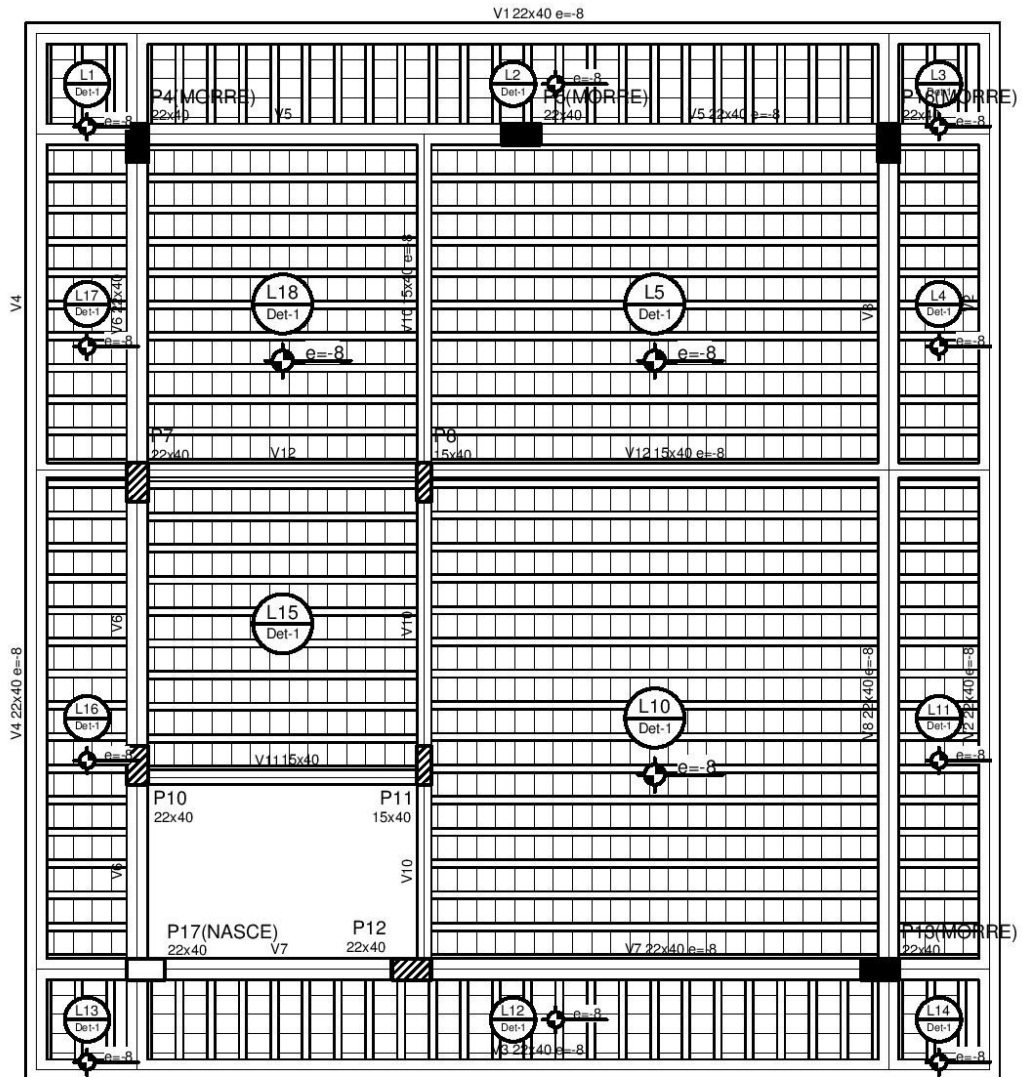
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 6 – Planta de formas do projeto estrutural: Pavimento superior



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

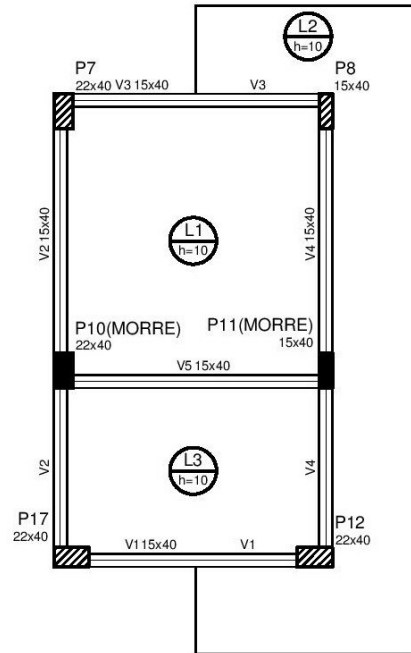
Figura 7 – Planta de formas do projeto estrutural: Cobertura



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

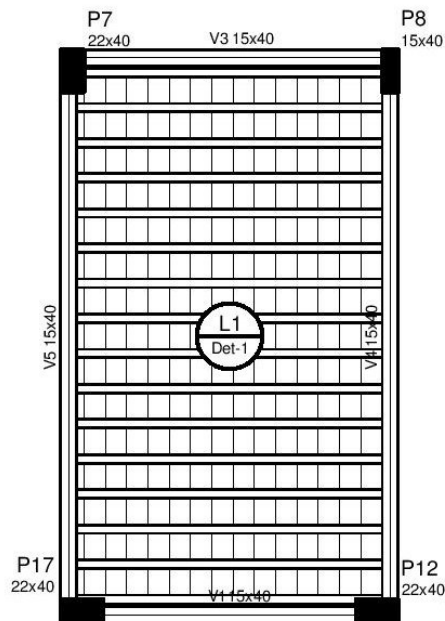


**Figura 8 – Planta de formas do projeto estrutural: Barrilete**



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

**Figura 9 – Planta de formas do projeto estrutural: Cobertura da caixa d'água**



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

### 3.3.2 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico da edificação é constituído de 180,31m<sup>2</sup> de área coberta e 56,62m<sup>2</sup> de área aberta, divididos em 2 pavimentos para ocupação. Também há um terceiro pavimento com laje impermeabilizada e piso cerâmico, descobertos. Toda a cobertura da edificação se dá em lajes impermeabilizadas, sem uso de telhas.

Todas as paredes são de função apenas de vedação. Sendo assim, as paredes externas e do quarto existente no piso térreo são de espessura de 25 cm, para que forneça melhor desempenho térmico e acústico. As demais paredes são de espessura de 15 cm.

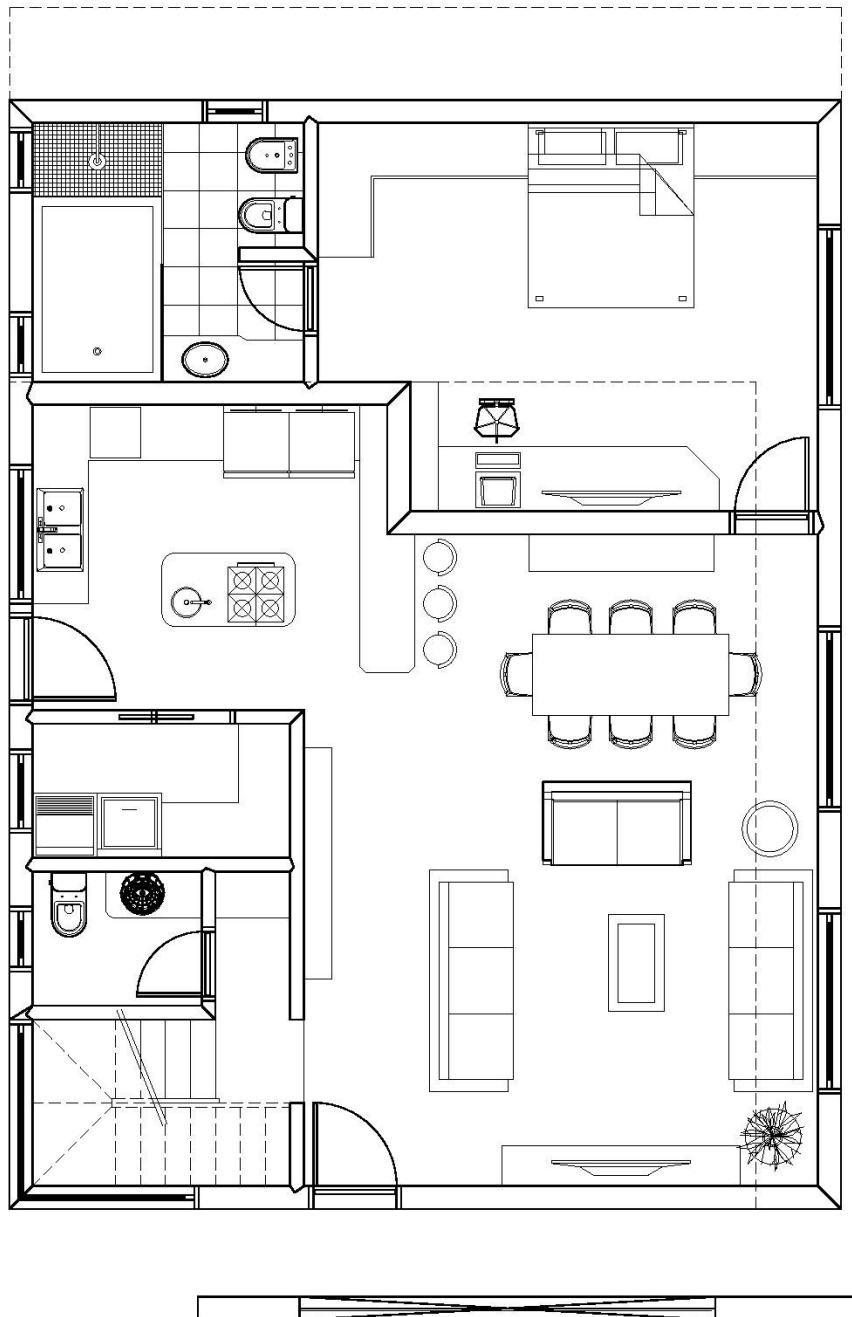
As esquadrias são divididas em portas, janelas e portas-janelas, compostas de madeira ou alumínio com vidro temperado.

Com relação ao acabamento, haverá uso de piso cerâmico e de madeira. As paredes possuirão pintura com tinta acrílica, assentamento de revestimento cerâmico em áreas molhadas e assentamento de pedra palito em alguns locais externos.

Nas figuras 10 à 19 estão representadas as plantas baixas, fachadas e perspectivas fornecidas do projeto arquitetônico do projeto em questão.

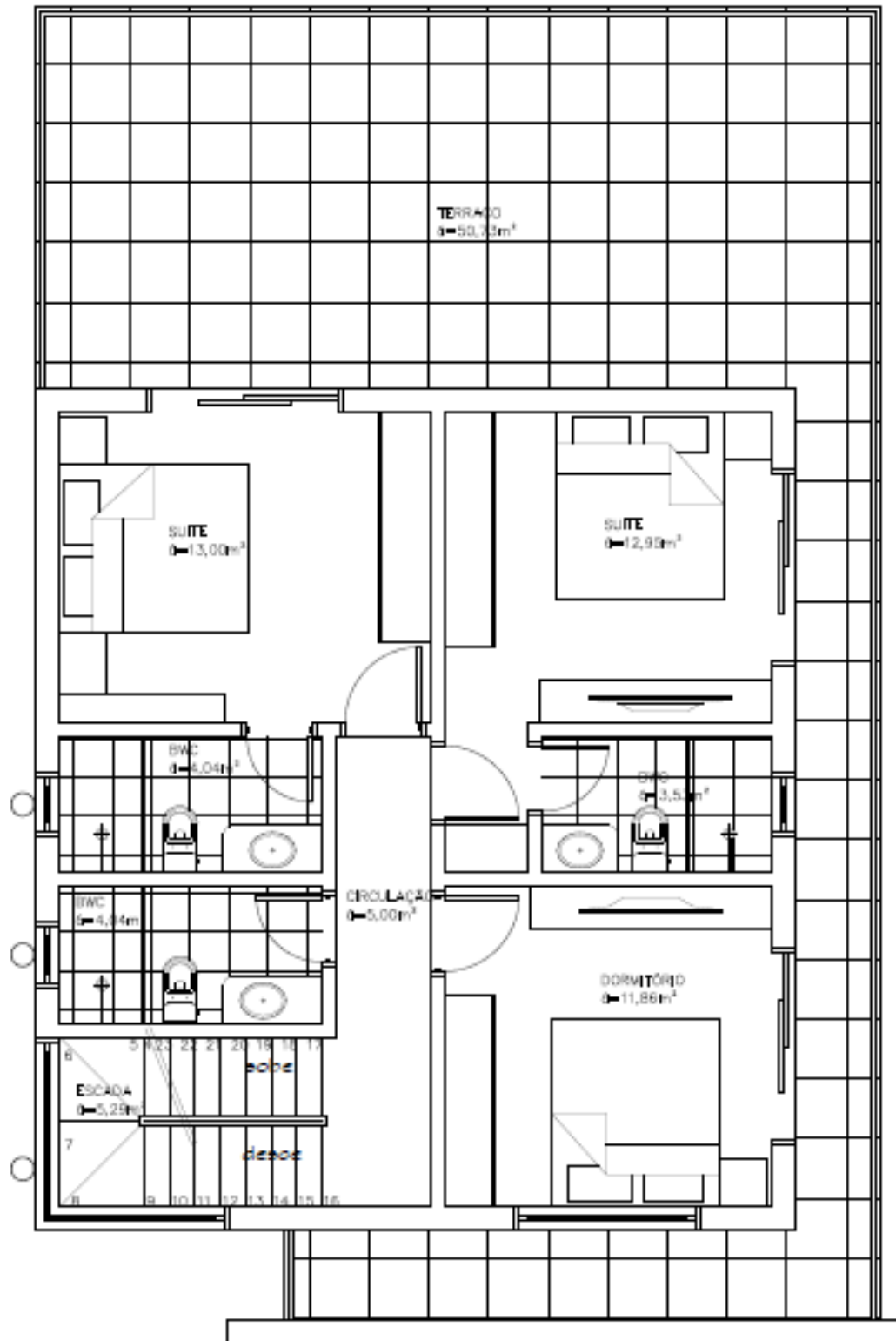
### 3.3.2.1 PLANTAS BAIAS E PERSPECTIVAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Figura 10 – Projeto arquitetônico: Planta baixa pavimento térreo



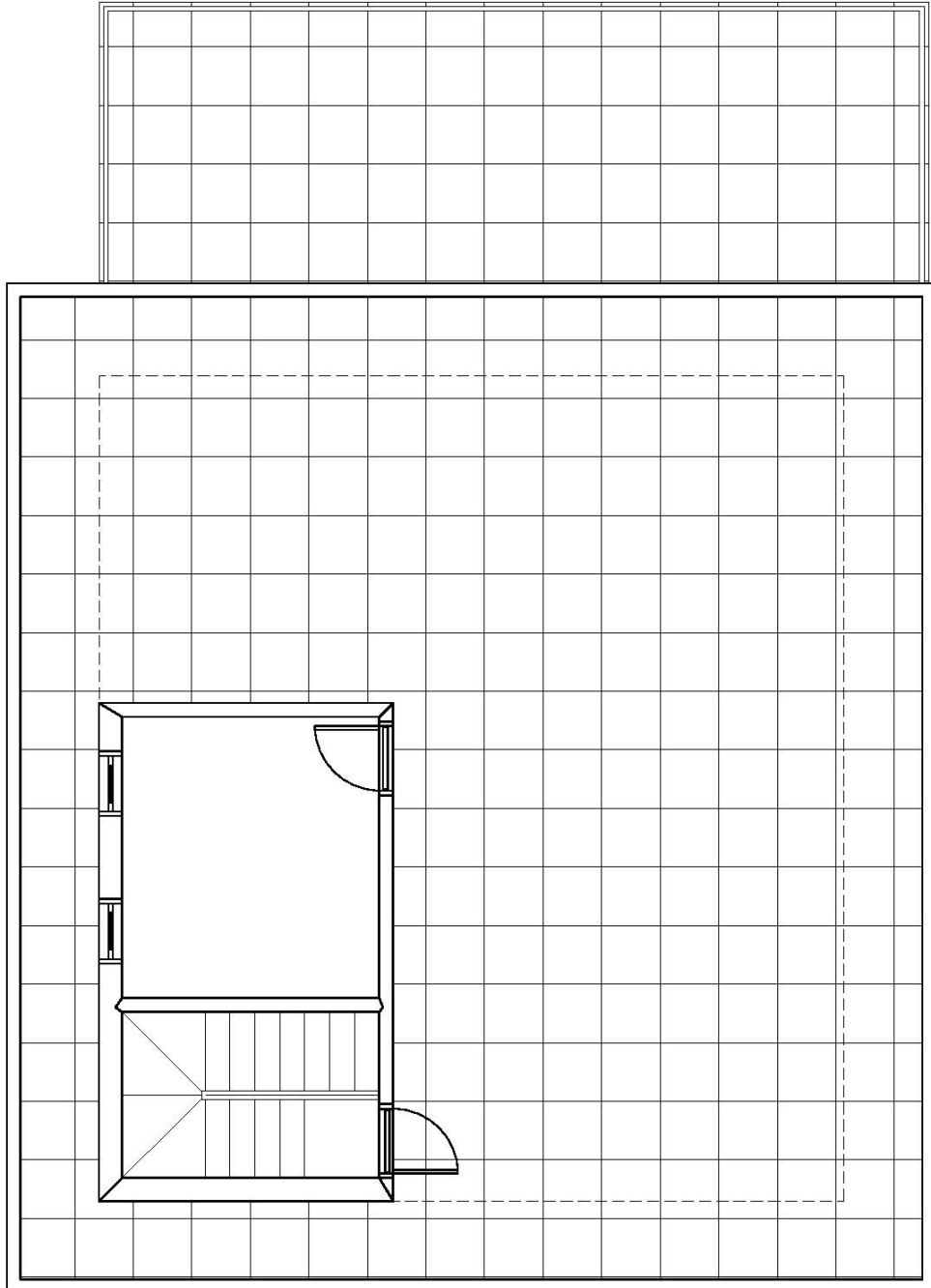
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 11 – Projeto arquitetônico: Planta baixa pavimento superior



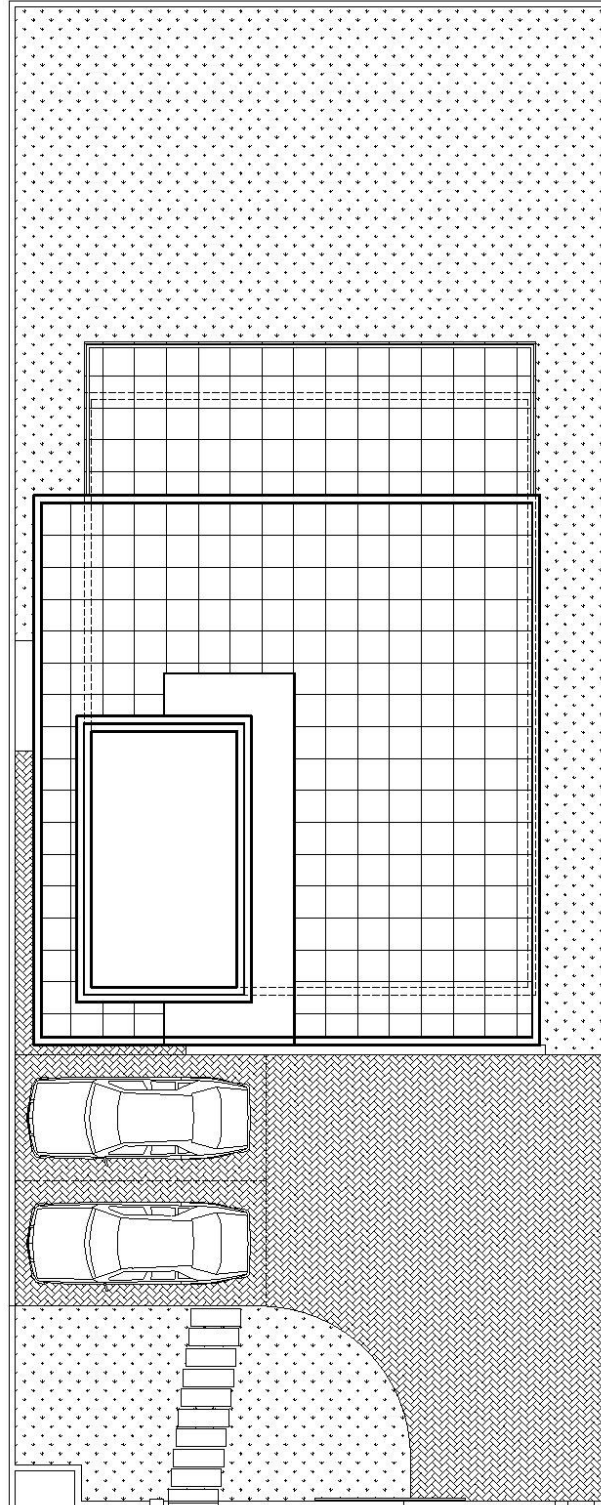
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

**Figura 12 – Projeto arquitetônico: Cobertura**



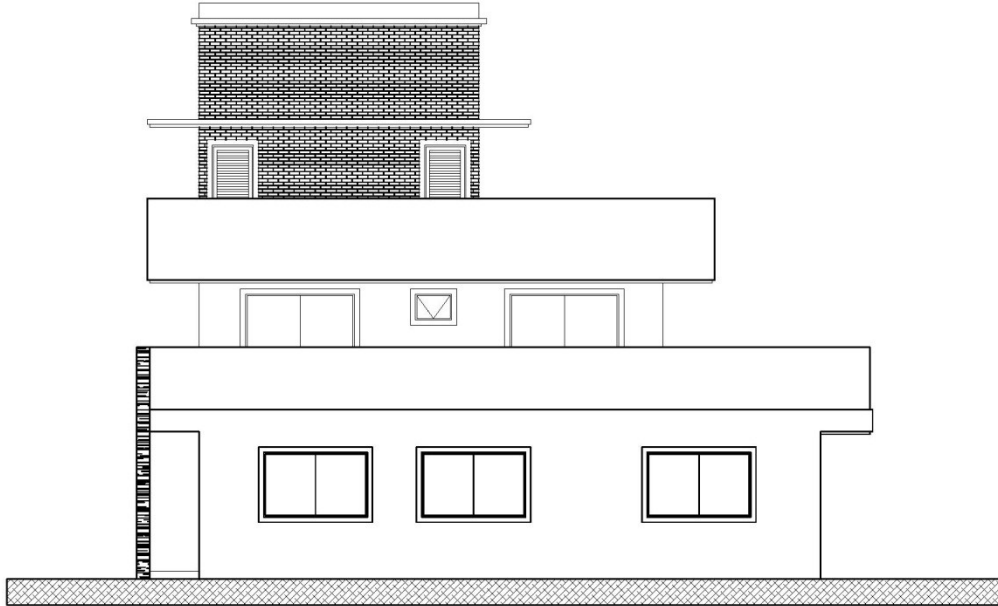
**Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)**

Figura 13 – Projeto arquitetônico: Implantação



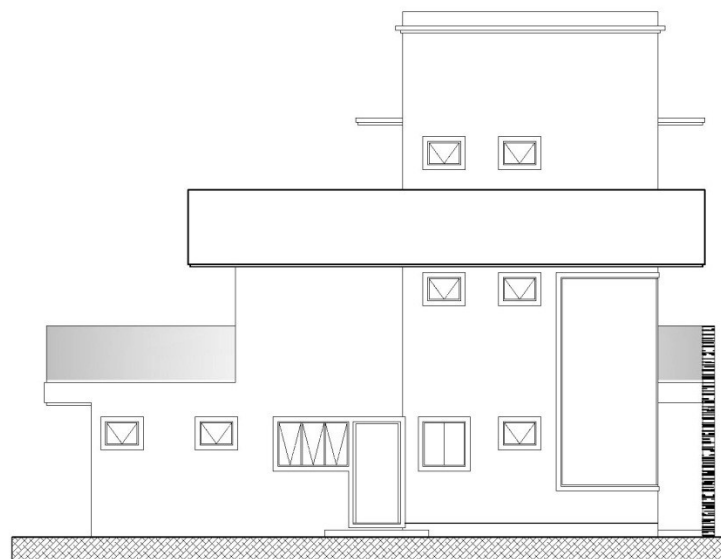
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

**Figura 14 – Projeto arquitetônico: Fachada leste lateral esquerda**



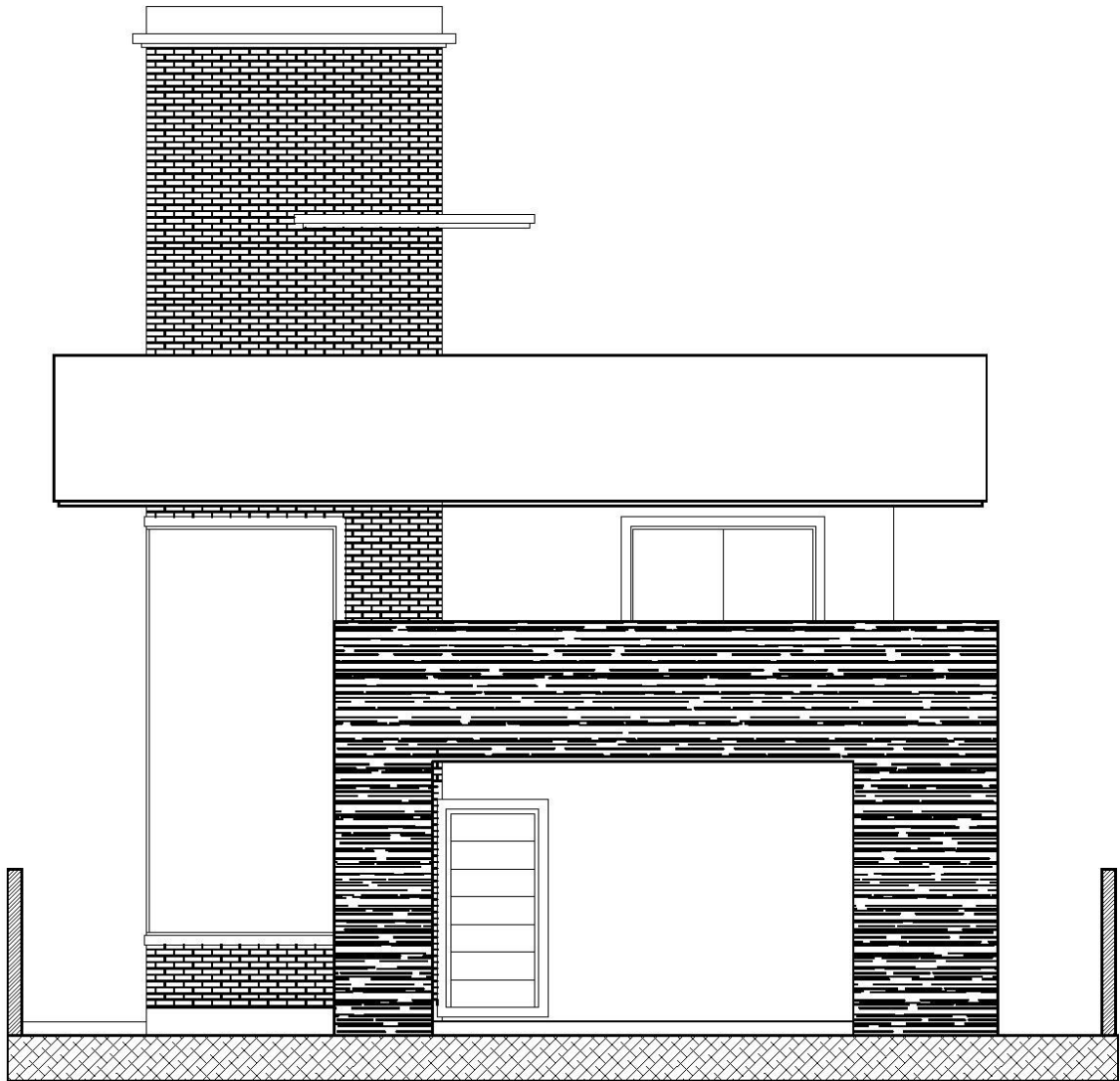
**Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)**

**Figura 15 – Projeto arquitetônico: Fachada oeste lateral direita**



**Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)**

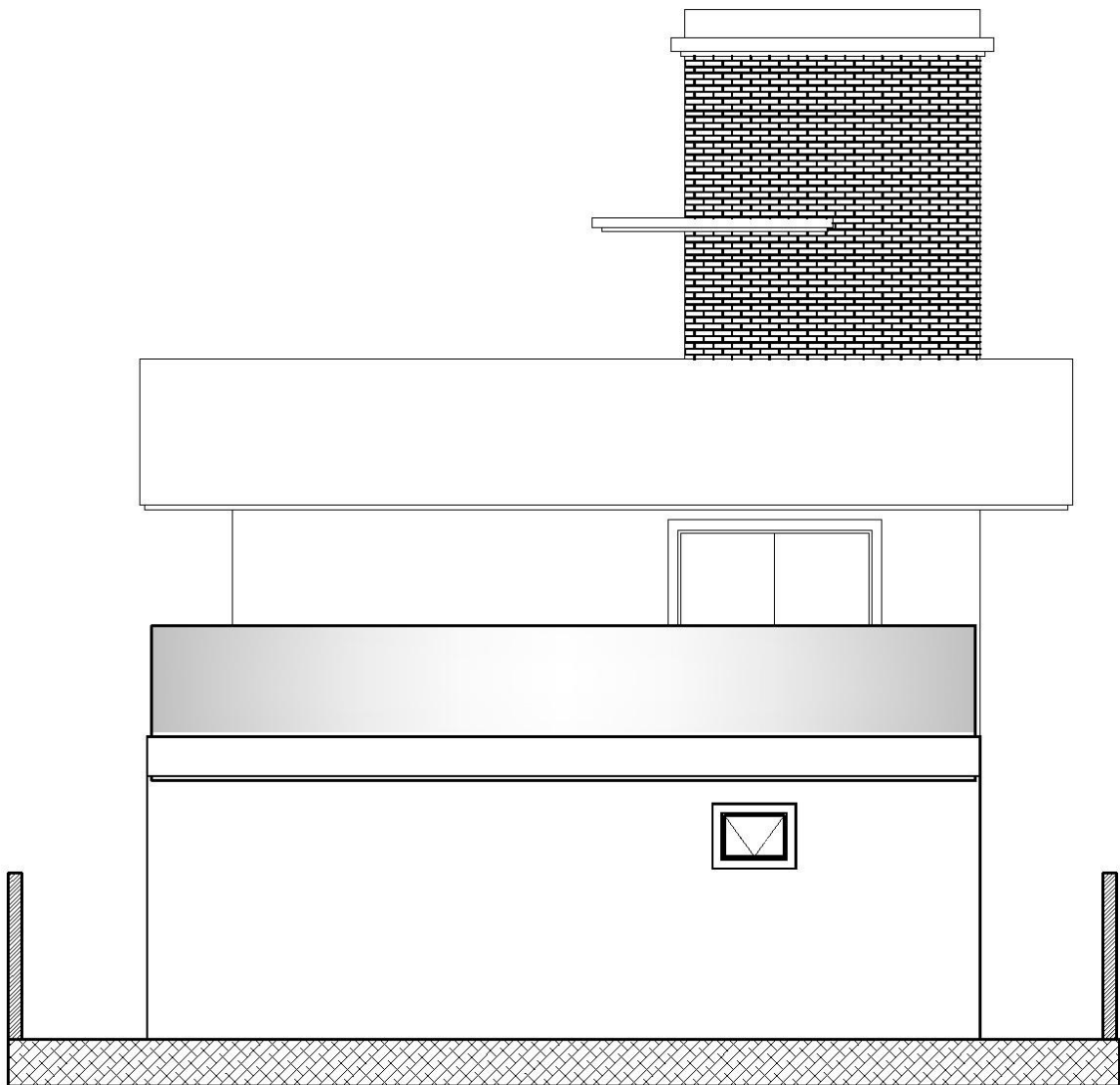
Figura 16 – Projeto arquitetônico: Fachada sul frontal



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

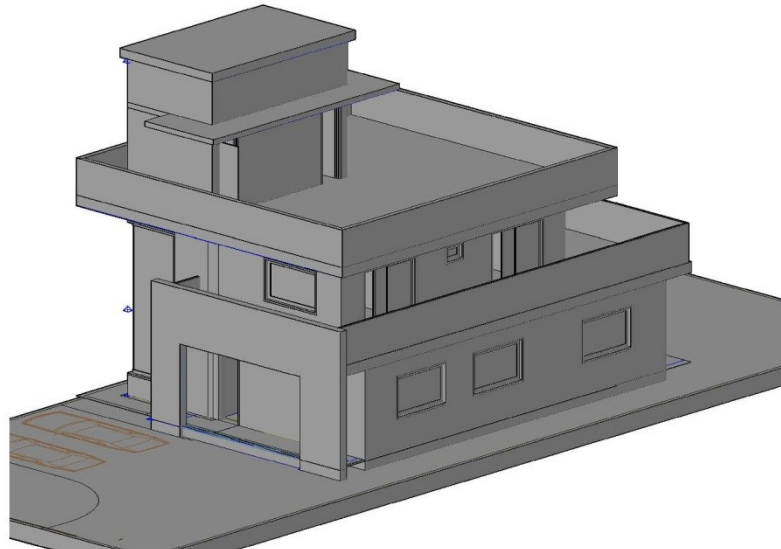


Figura 17 – Projeto arquitetônico: Fachada norte fundos



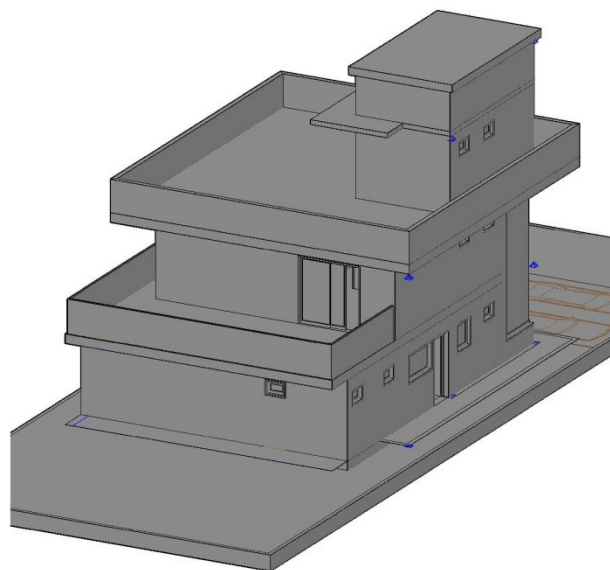
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

**Figura 18 – Projeto arquitetônico: Perspectiva sudeste**



**Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)**

**Figura 19 – Projeto arquitetônico: Perspectiva noroeste**



**Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)**

### **3.3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO**

O projeto hidrossanitário contempla instalações de águas pluviais, esgoto, água fria e água quente.

As tubulações de esgoto sanitário serão da linha convencional em PVC.

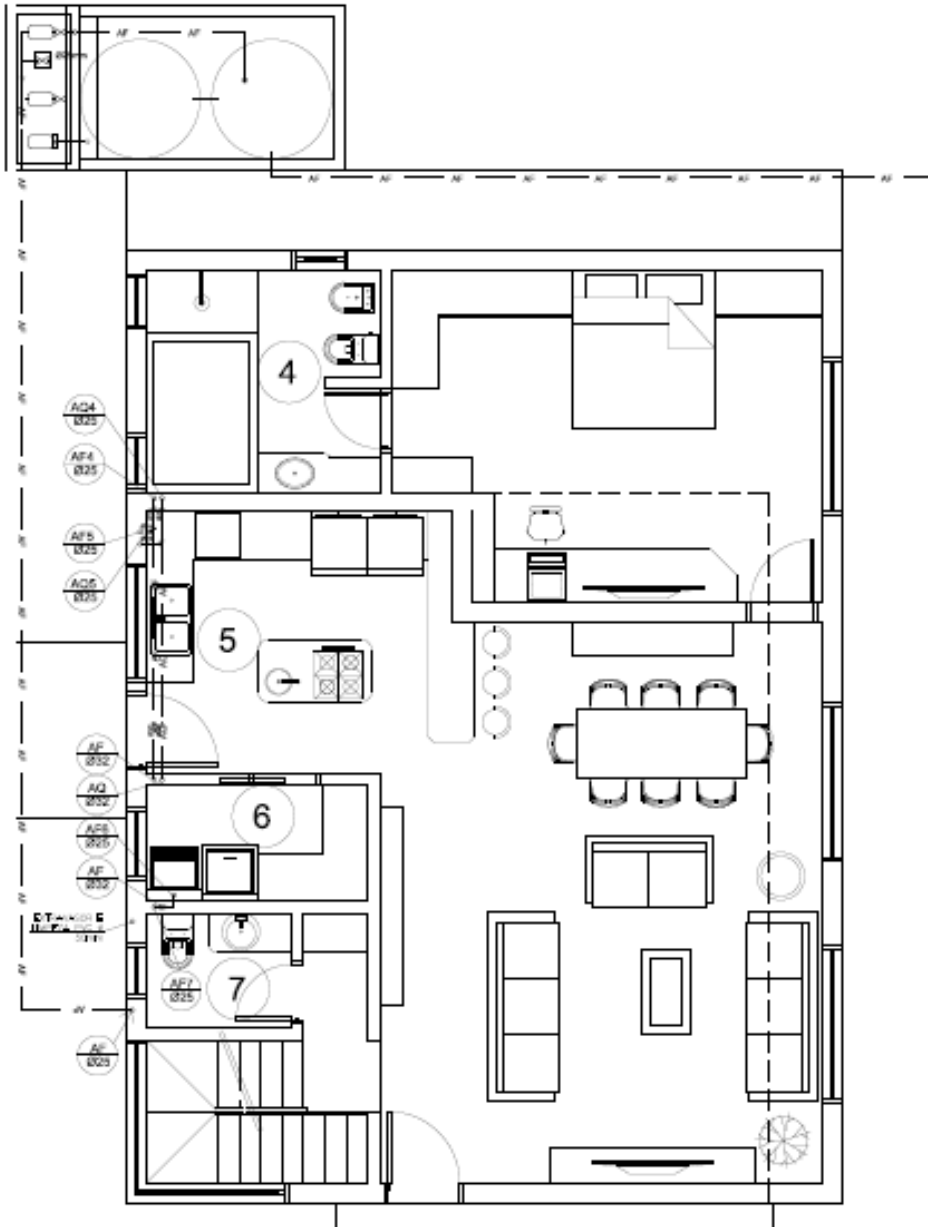
As instalações de água fria serão em tubulação convencional de água fria em PVC, no caso das tubulações embutidas na alvenaria e prumadas. As tubulações de água fria que passarem pelo contrapiso serão do tipo PPR PN12.

As instalações de água quente serão em tubulação do tipo PPR PN20.

Nas figuras 20 a 32 estão representadas as imagens do projeto hidrossanitário da edificação.

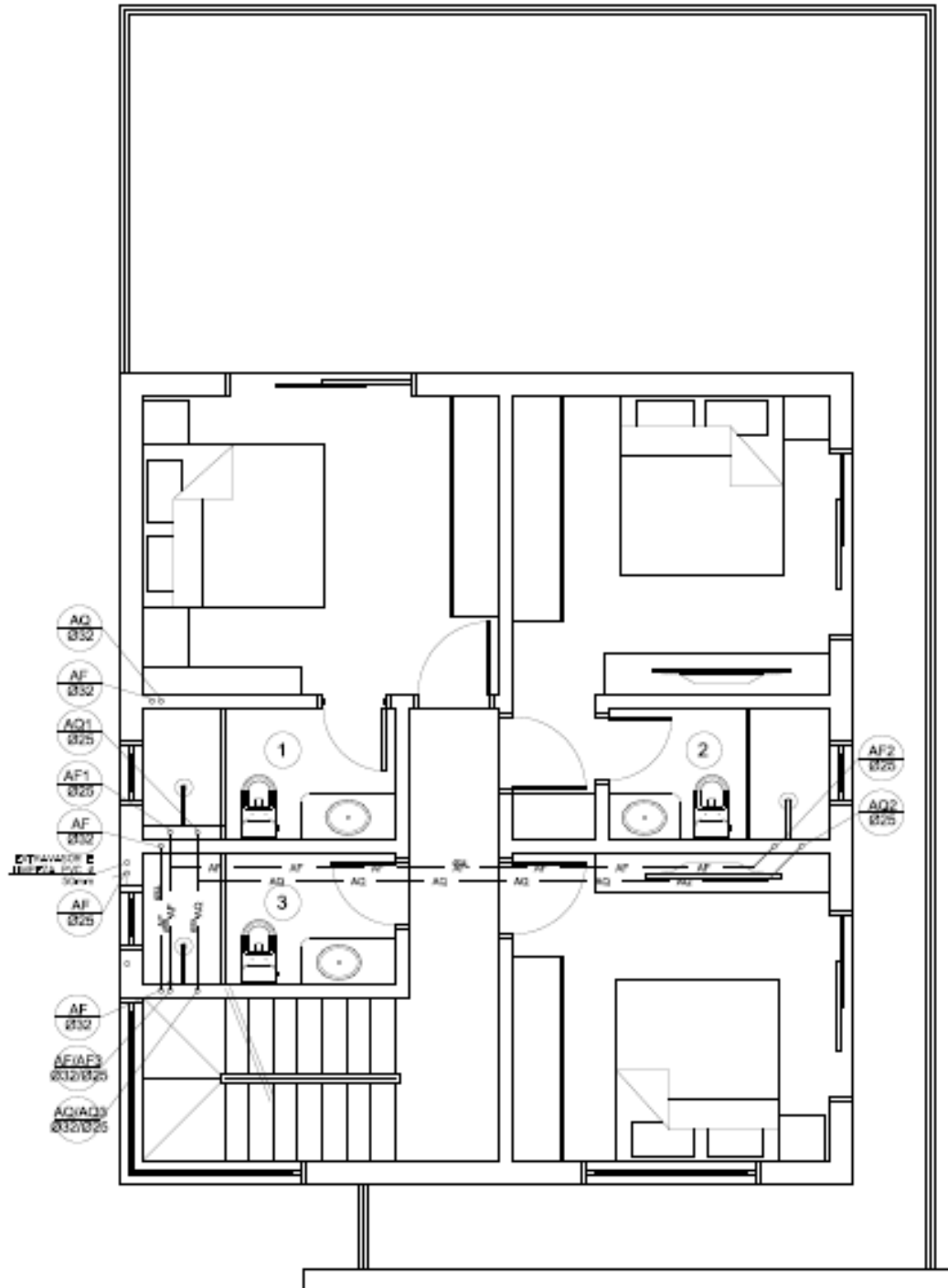
### 3.3.3.1 PROJETOS HIDRÁULICOS

Figura 20 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Pavimento térreo



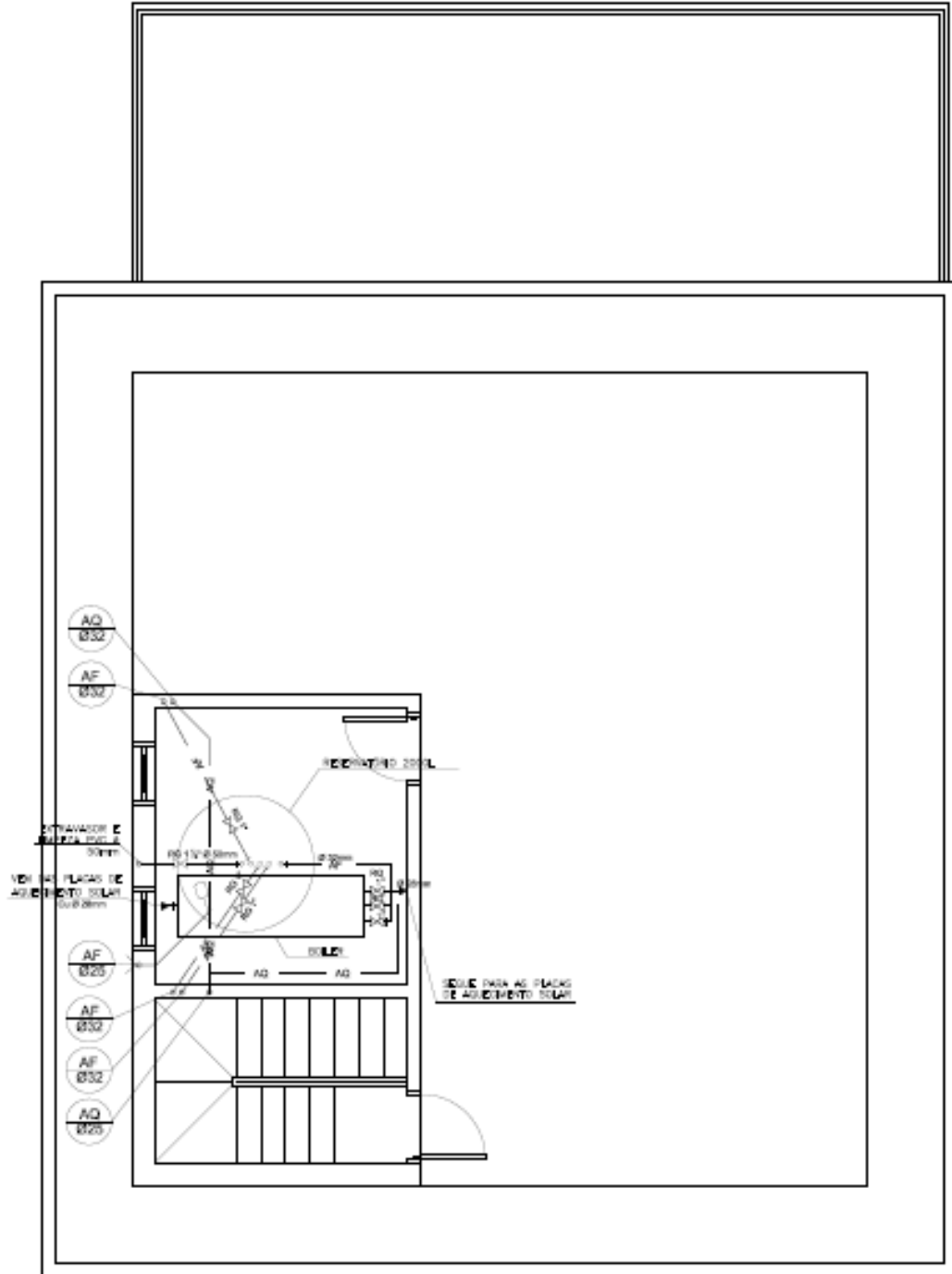
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 21 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Pavimento superior



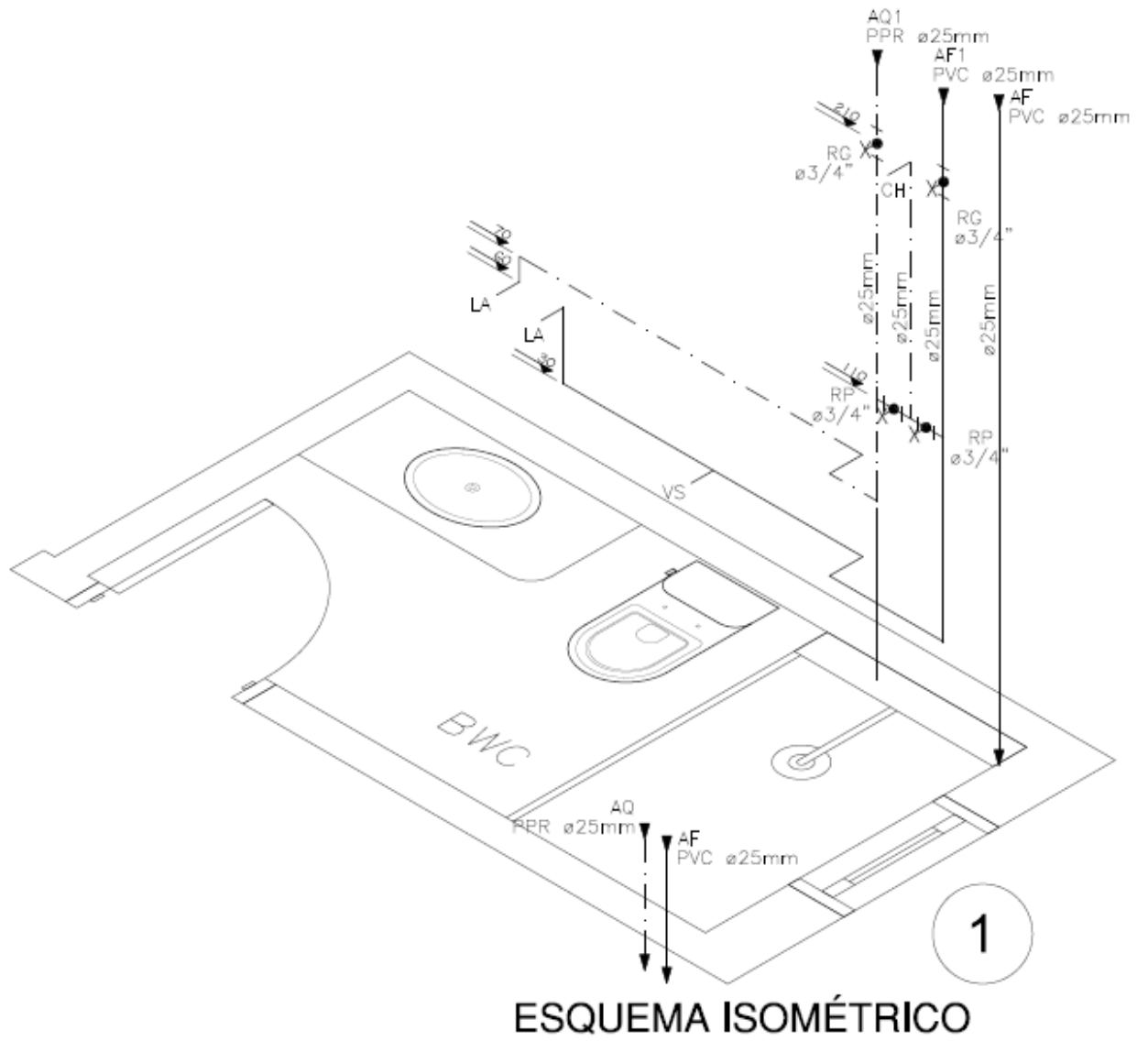
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 22 – Projeto hidráulico: Água fria e quente. Barrilete



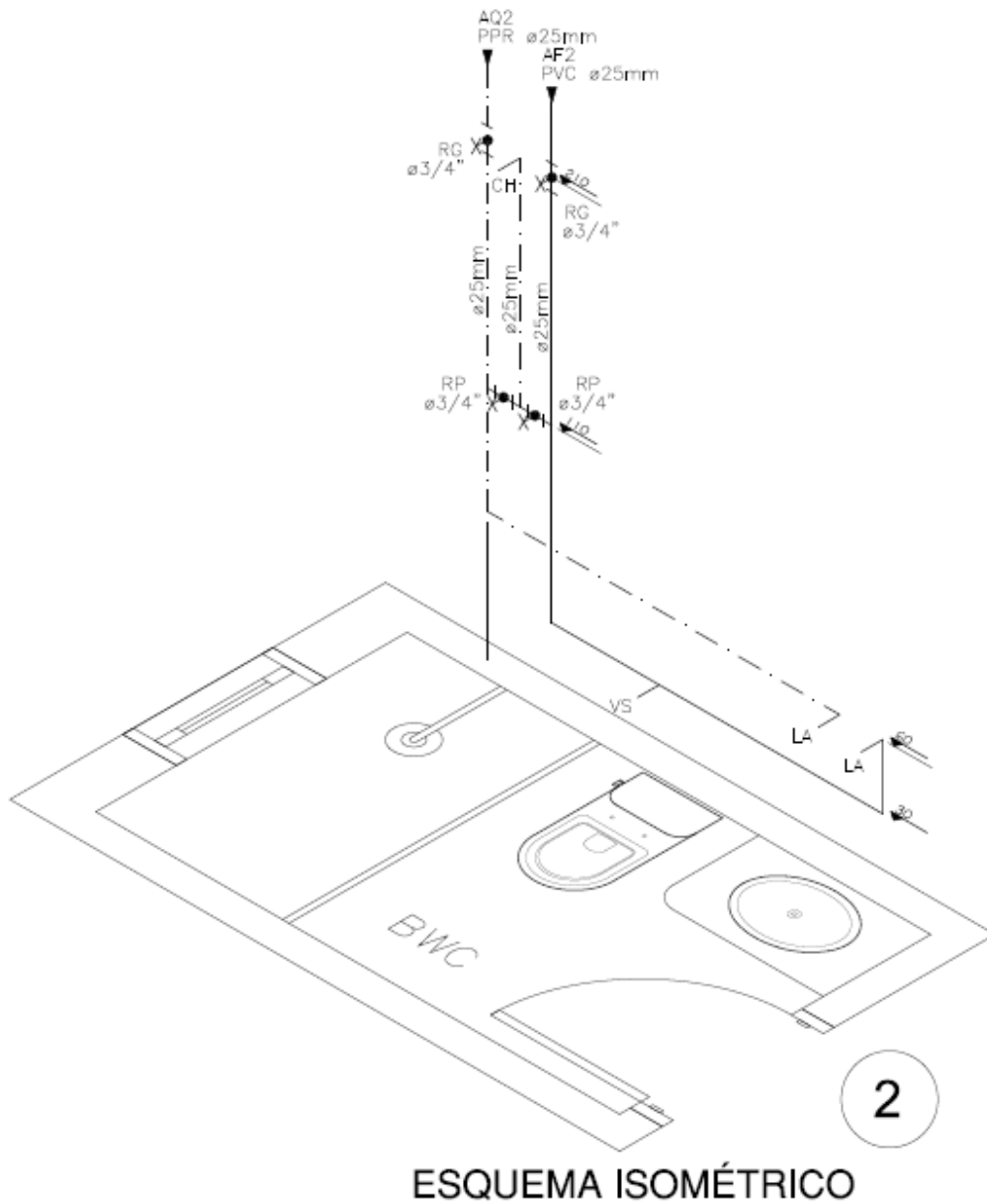
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 23 – Projeto hidráulico: Isométrico 01



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

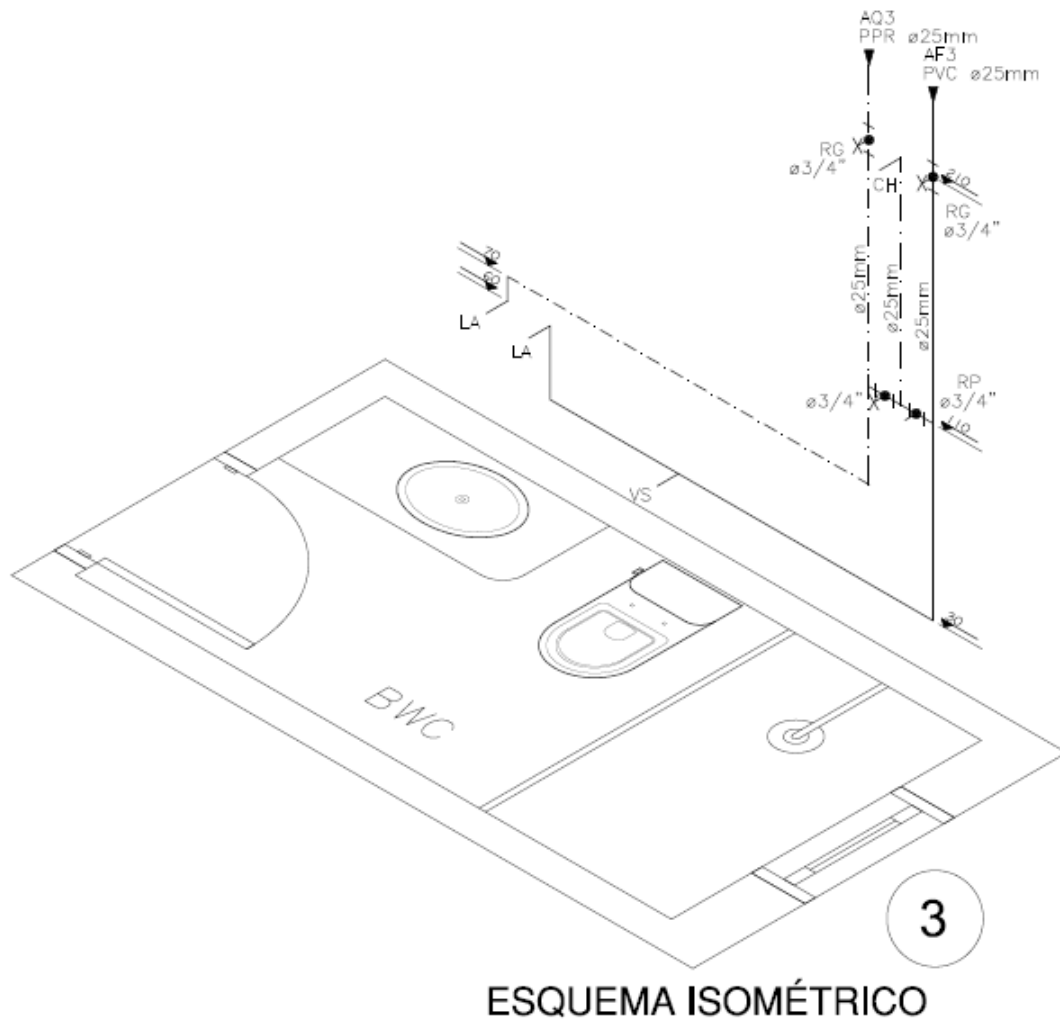
Figura 24 – Projeto hidráulico: Isométrico 02



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

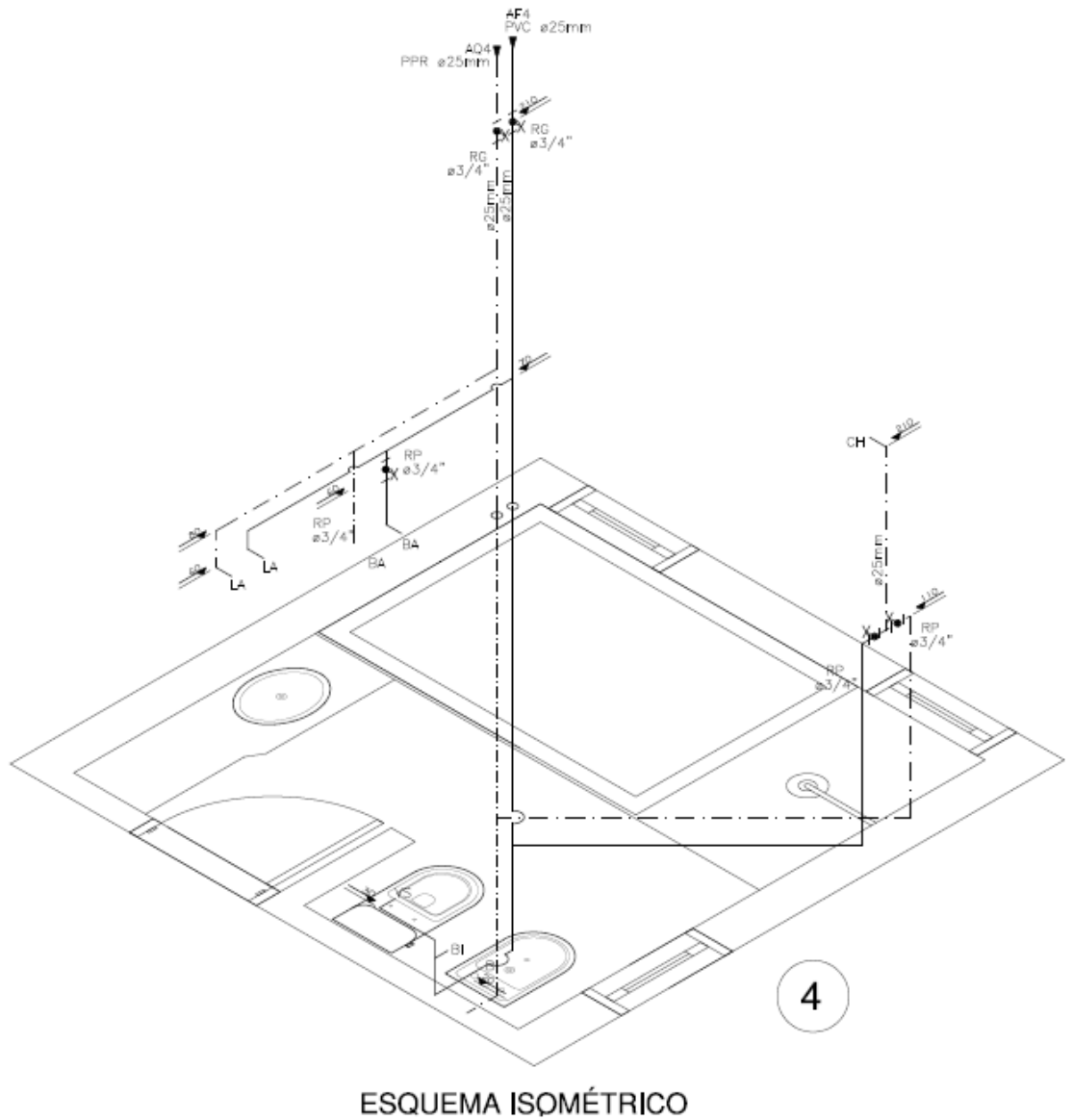


Figura 25 – Projeto hidráulico: Isométrico 03



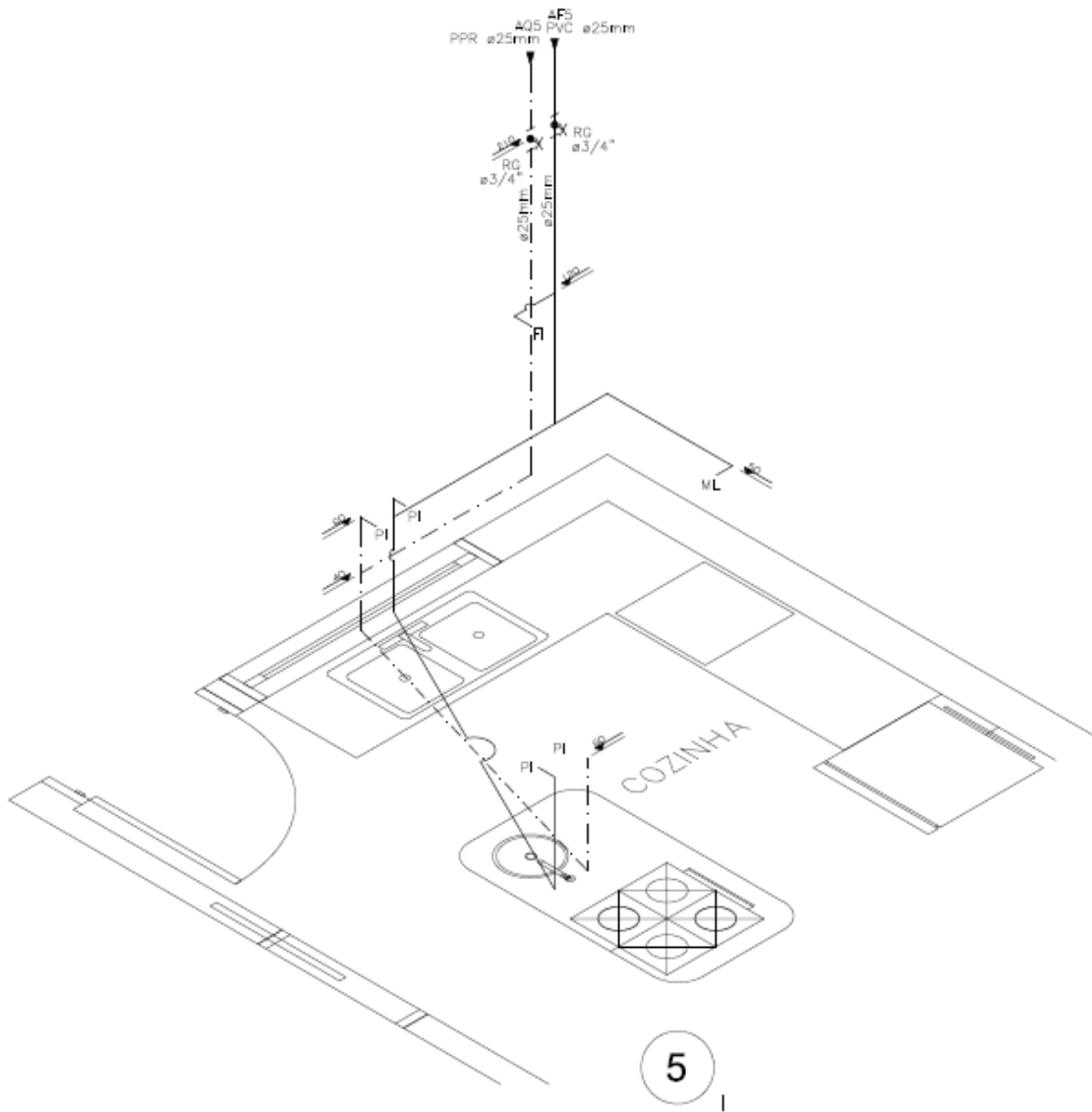
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 26 – Projeto hidráulico: Isométrico 04



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

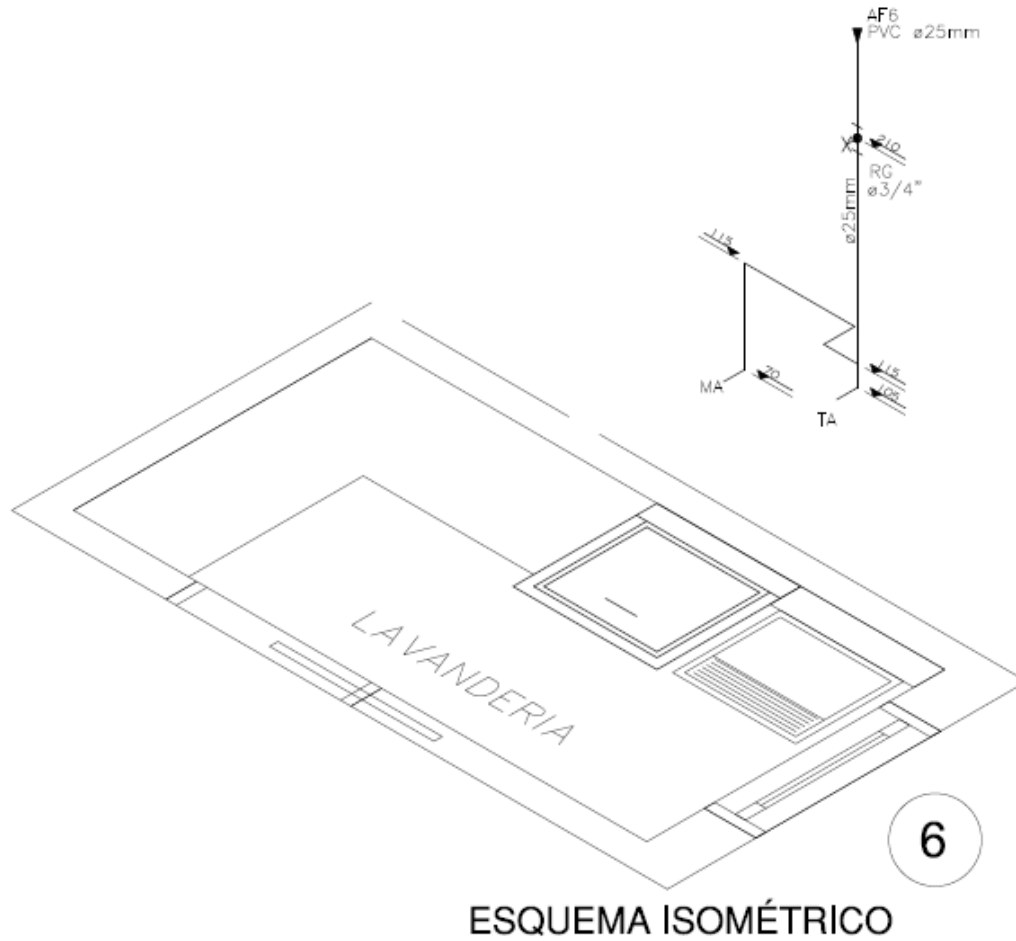
Figura 27 – Projeto hidráulico: Isométrico 05



ESQUEMA ISOMÉTRICO

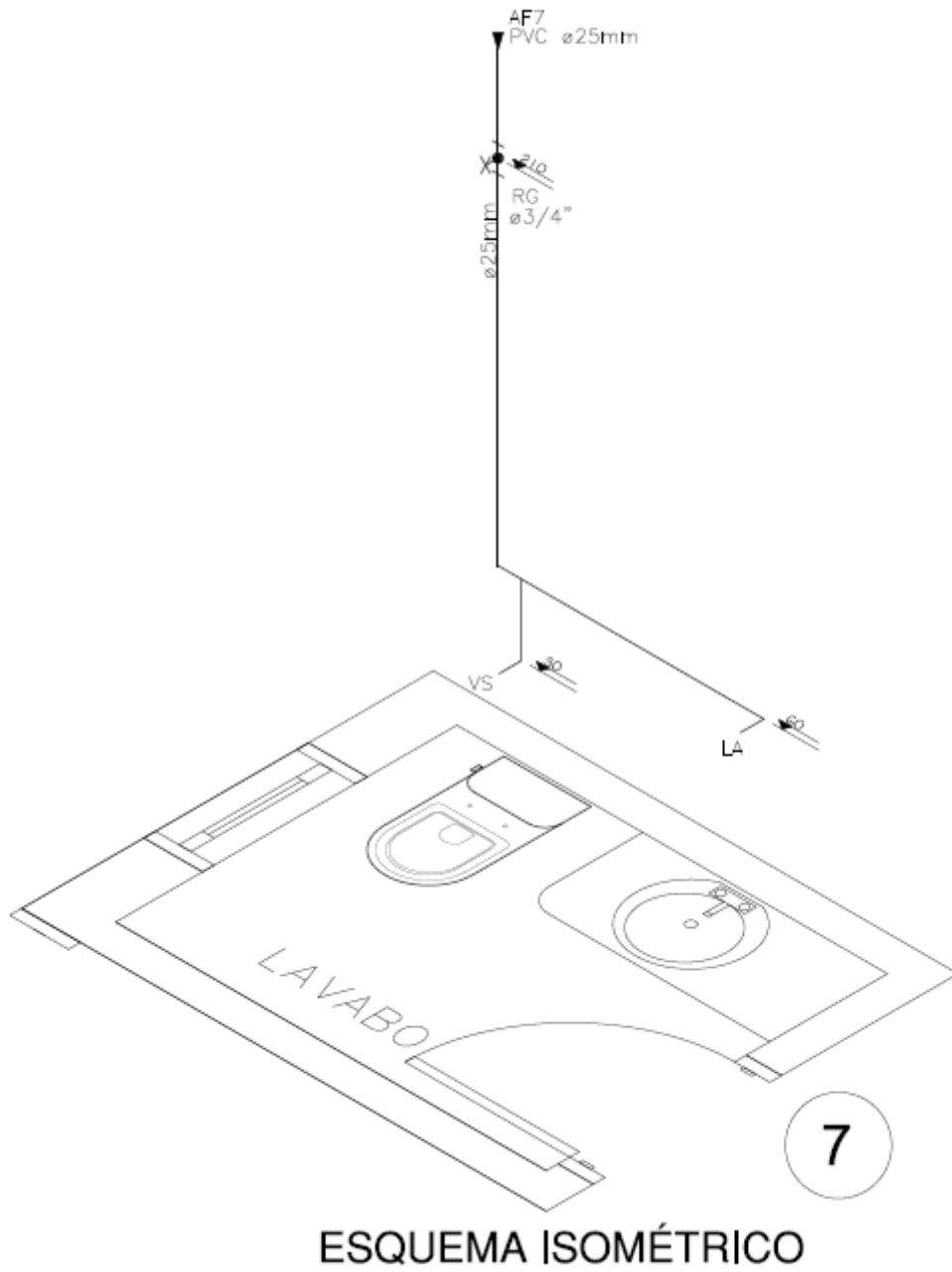
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 28 – Projeto hidráulico: Isométrico 06



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

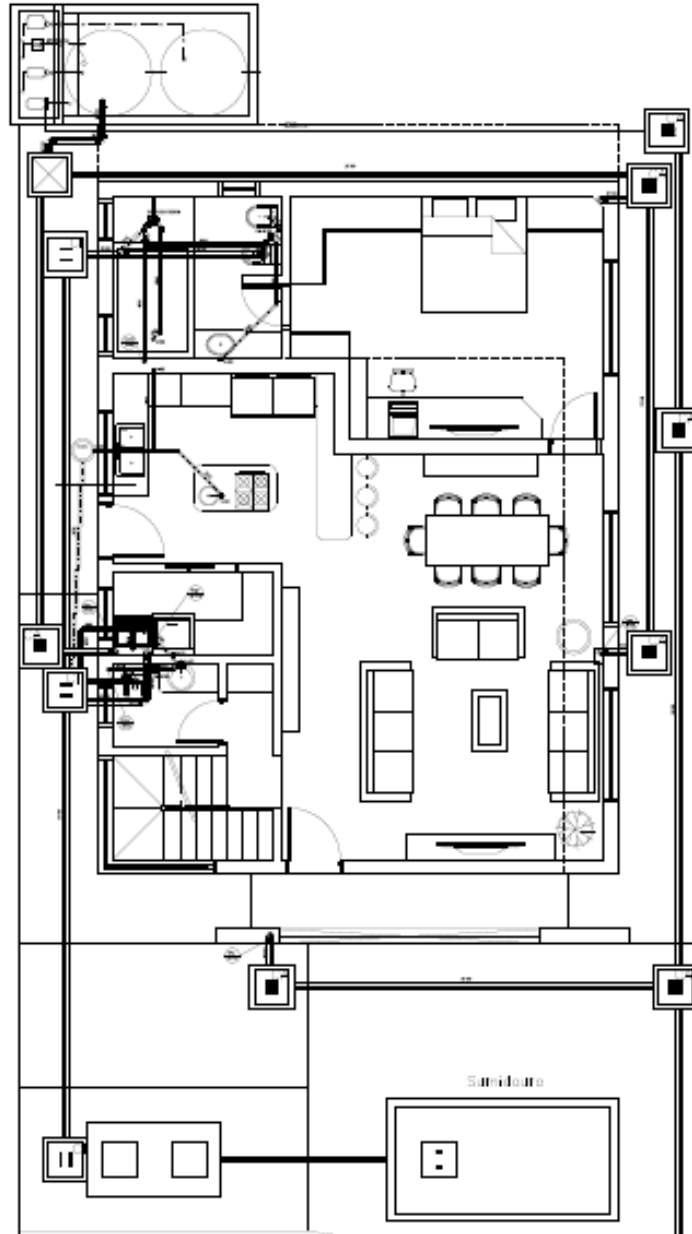
Figura 29 – Projeto hidráulico: Isométrico 07



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

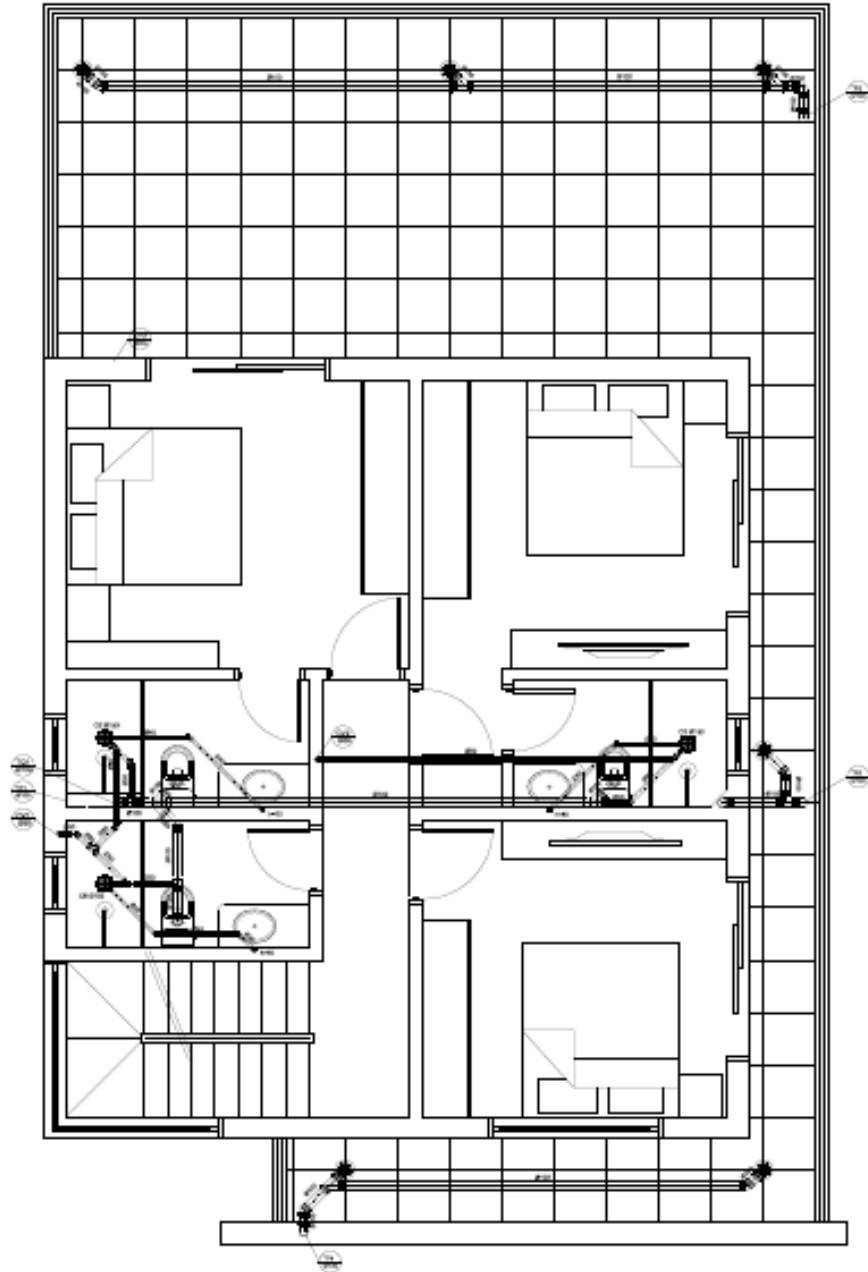
### 3.3.3.2 PROJETOS DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS

Figura 30 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento térreo



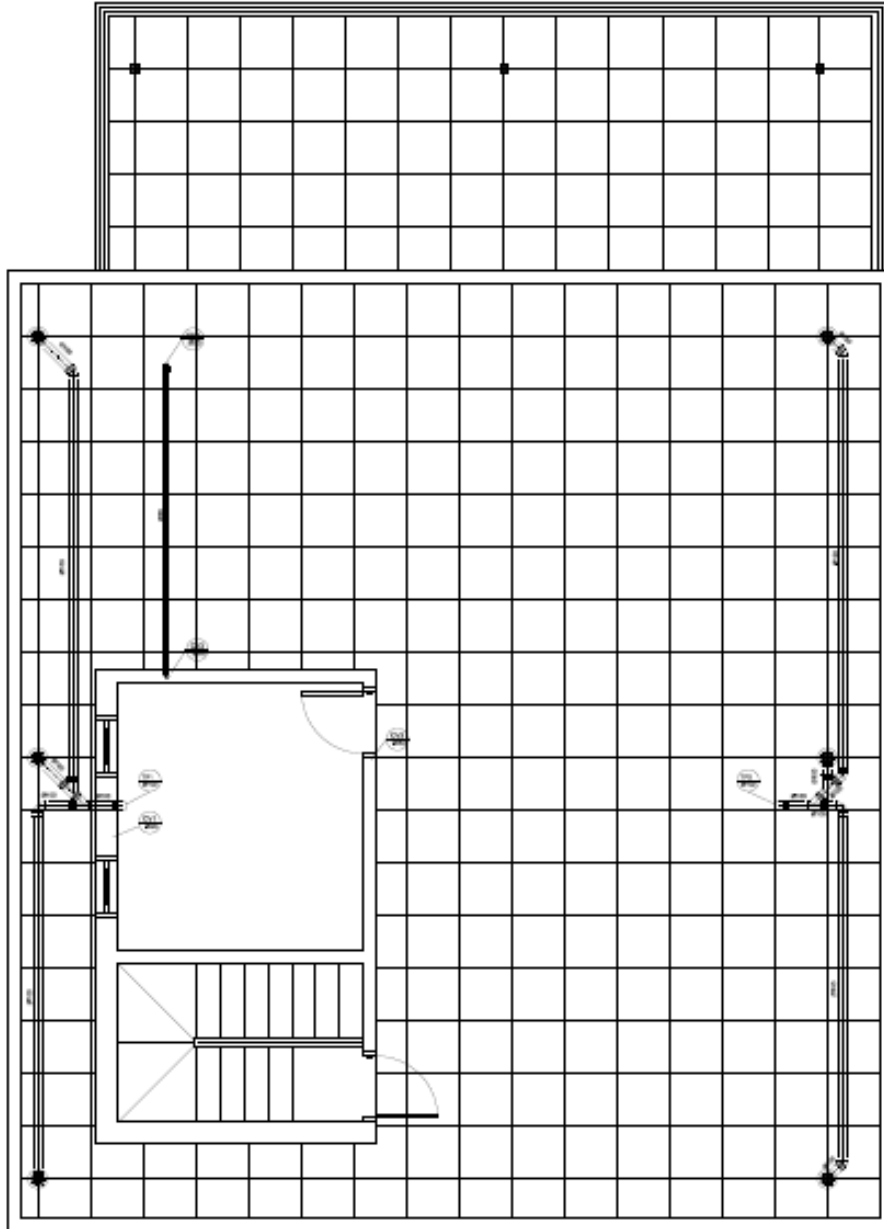
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 31 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento superior



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)

Figura 32 – Projeto de esgoto e águas pluviais: Pavimento cobertura



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2016)



## **3.4 MODELAGEM 3D E COMPATIBILIZAÇÃO**

### **3.4.1 ETAPAS DA MODELAGEM**

Para realização da modelagem no *software* Autodesk Revit com os projetos recebidos em arquivos em formato DWG (Autodesk AutoCAD), foi necessário em primeiro momento preparar as pranchas para inserir no *software* Revit. Este *software* aceita vínculos oriundos do AutoCAD para permitir que se realize a modelagem sobrepondo estes projetos na vista 2D.

Após a criação de vínculos de CAD dentro do *software* Autodesk Revit, foi realizada a modelagem, sempre estudando os projetos e observando os níveis de cada elemento.

### **3.4.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES**

Com o objetivo de aprovação nos órgãos públicos para iniciação da obra, cada vez mais os projetos têm seu processo acelerado, e, por muitas vezes, falta de informação.

Nesse caso não foi diferente. Em muitos momentos foi necessário entrar em contato com os projetistas para adquirir informações não existentes nos projetos.

Além disso, no caso do projeto hidrossanitário, existe o problema da necessidade de declividade das tubulações de esgoto. Considerando as recomendações da NBR8160 (Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução), os tubos de esgoto de diâmetro nominal igual ou inferior a 75mm, receberam a declividade mínima de 2%; enquanto os tubos de diâmetro nominal superior ou igual a 100mm, receberam inclinação mínima de 1%.

Para seguir as recomendações de declividade da NBR8160, a modelagem dessas instalações tornou-se um método iterativo: a tubulação de esgoto foi projetada por baixo da laje do pavimento dos equipamentos sanitários em questão. Em muitos momentos a declividade de uma tubulação teve de ser modificada para que outros tubos conectados a esta tubulação possuíssem espaço por baixo da laje para obterem a mínima declividade, respeitando à Norma Brasileira. Paralelamente

a isto, procurou-se sempre modelar as instalações de esgoto sanitário o mais próximo possível da laje, para que o pé-direito do pavimento inferior a esse seja o maior possível.

Nas tubulações, foi feita uma separação utilizando-se cores, de acordo com a funcionalidade. Os tubos de água fria ficaram na cor azul. Os de água quente, na cor vermelho. As colunas de ventilação, na cor amarelo. Os de esgoto sanitário, rosa. Os de água pluvial, azul-claro e os provenientes de ambientes com dejetos com gordura, como cozinha, na cor verde.

### **3.4.3 PARAMETRIZAÇÃO DE ELEMENTOS**

Para a modelagem 3D em Autodesk Revit, é necessário que sejam feitos elementos da edificação – como paredes – nas mesmas dimensões das existentes em projeto.

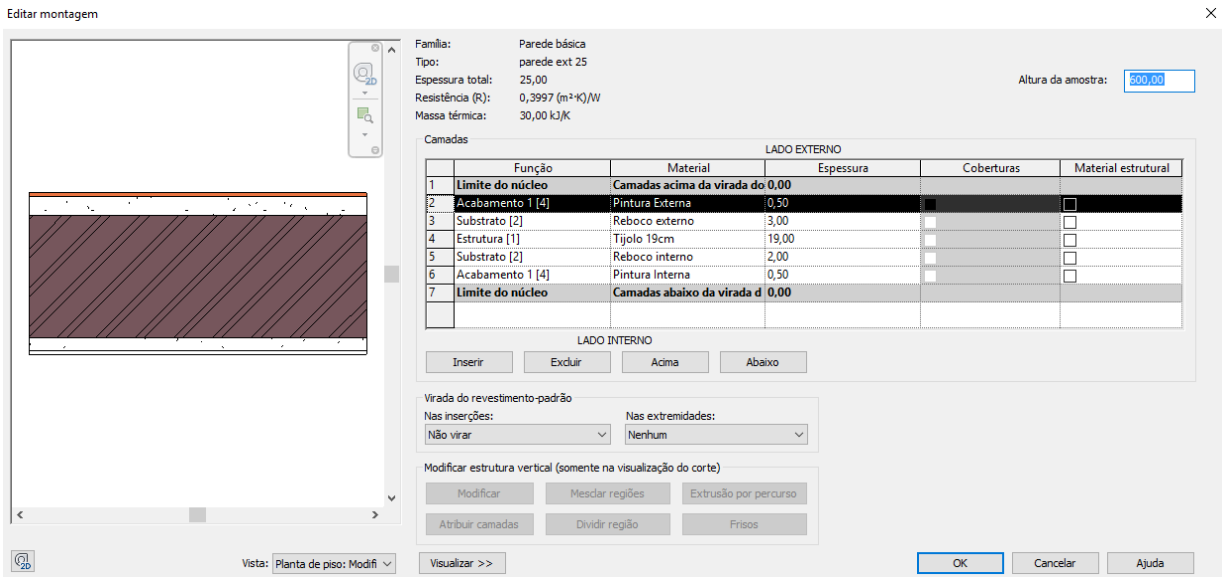
Para isso, considerou-se tijolos com espessura de 11,50cm para paredes de 15cm de espessura e tijolos de 19cm de espessura para paredes de 25cm.

As dimensões restantes para chegar às medidas da parede de projeto, foram adotadas como uma camada de faixa de cimento e areia – simulando o chapisco, emboço e reboco – e uma camada de revestimento, podendo este ser pintura ou revestimento cerâmico.

Esta fase é de suma importância para que possa se trabalhar com as outras dimensões do BIM não abordadas neste estudo de caso, como a orçamentação e a análise do ponto de vista energético da edificação. Com a correta modelagem das paredes, pode-se calcular, por exemplo, o volume de argamassa de cimento e areia utilizada e a área de parede a receber chapisco, emboço e reboco.

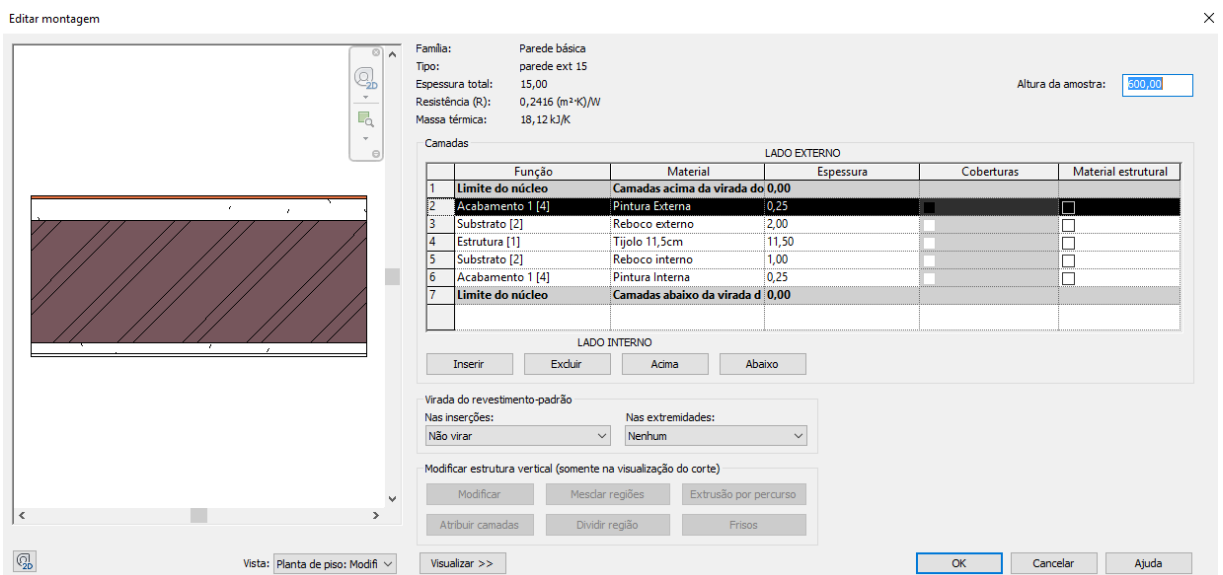
Sendo assim, com este mesmo arquivo de projeto será possível a quantificação e orçamentação de todo o material e mão-de-obra deste objeto em estudo.

**Figura 33 – Modelagem da seção da parede de 25cm**



Fonte: Autor (2016)

**Figura 34 – Modelagem da seção da parede de 15cm**



Fonte: Autor (2016)

### 3.4.4 MODELAGEM 3D

Os projetos foram modelados seguindo exatamente os projetos fornecidos, chegando-se aos projetos apresentados a seguir.

### 3.4.4.1 ESTRUTURA

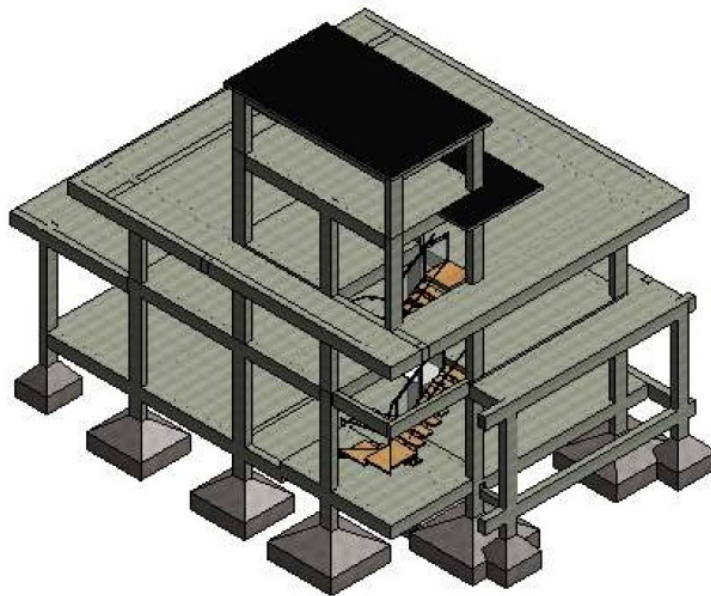
Para realização da modelagem do projeto estrutural, foi necessário preparar as pranchas em formato *dwg* (AutoCAD) para a modelagem 3D em Autodesk Revit.

Durante o lançamento de vigas e lajes, foi necessário fazer contato com o profissional responsável pelo projeto, pois em alguns elementos havia falta de informações como cota dos elementos, espessura de lajes.

Essa falta de informação, caso o projeto não houvesse a modelagem, certamente iriam trazer dúvidas em obra, podendo gerar atrasos e aumentar custos com a mão-de-obra aguardando pelas tomadas de decisões.

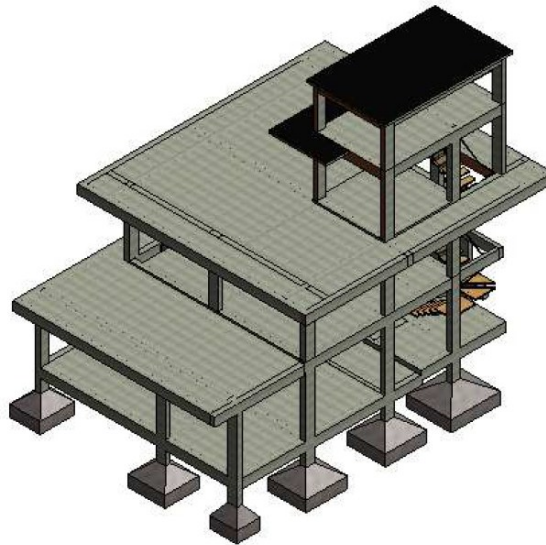
As figuras 35 à 38 foram extraídas do *software* Autodesk Revit, após executada a modelagem 3D da estrutura.

**Figura 35 – Perspectiva isométrica sudoeste da estrutura**



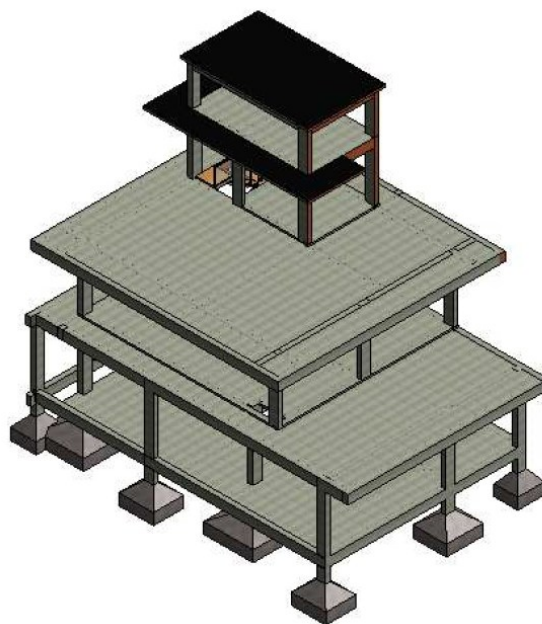
Sem escala. Fonte: Autor (2016)

**Figura 36 – Perspectiva isométrica noroeste da estrutura**



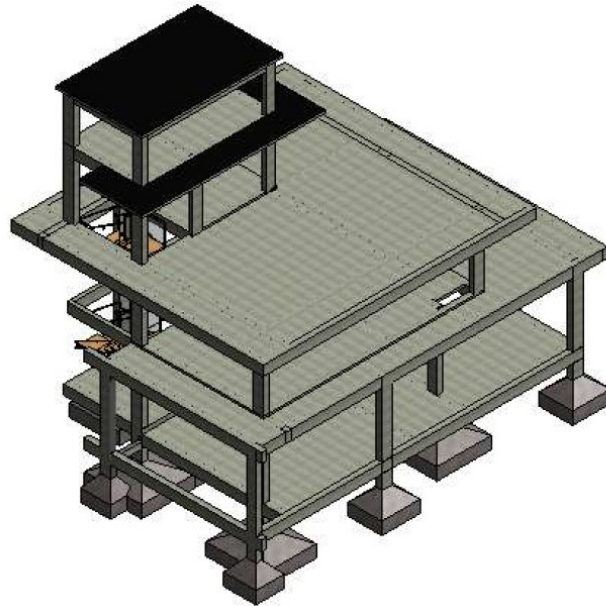
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 37 – Perspectiva isométrica nordeste da estrutura**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 38 – Perspectiva isométrica sudeste da estrutura**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

#### **3.4.4.2 ARQUITETÔNICO**

Assim como no projeto estrutural, na modelagem do projeto arquitetônico houveram dúvidas devido à falta ou divergência de informações que exigiram desdobramentos para solucioná-las. Como exemplo, havia esquadrias com uma representação gráfica em projeto e outra descrição na tabela de esquadrias. Havia também falta de informação quanto aos desníveis entre área interna e externa do piso superior.

Faltas de informações como estas podem causar transtornos e dúvidas na hora de executar a obra. A modelagem 3D e compatibilização de projetos eliminam estas incertezas e evitam que este tipo de problema aconteça.

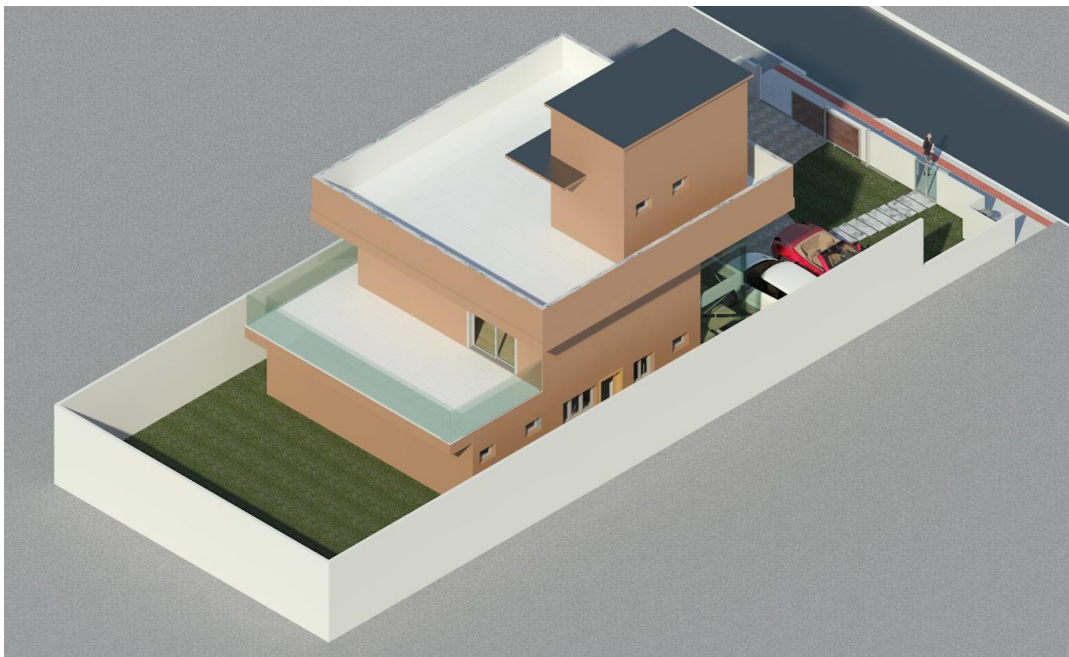
As figuras 39 à 45 foram extraídas do *software* Autodesk Revit após a modelagem 3D do projeto arquitetônico da edificação deste estudo de caso.

**Figura 39 – Perspectiva isométrica nordeste do projeto arquitetônico**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 40 – Perspectiva isométrica noroeste do projeto arquitetônico**



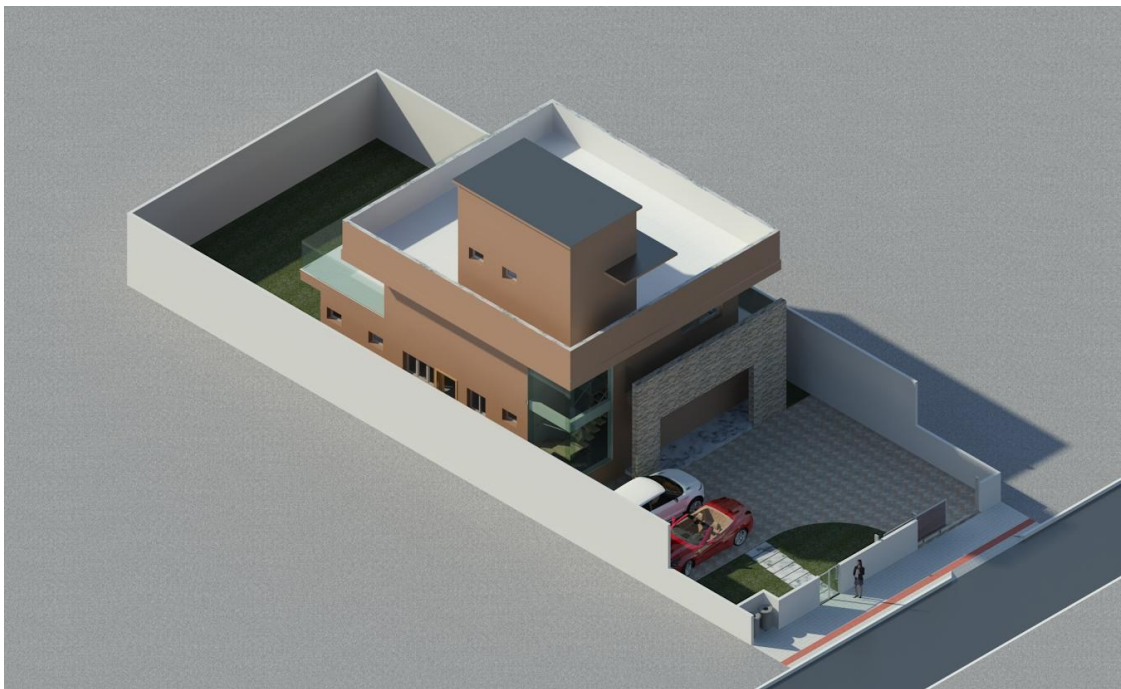
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 41 – Perspectiva isométrica sudeste do projeto arquitetônico**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 42 – Perspectiva isométrica sudoeste do projeto arquitetônico**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

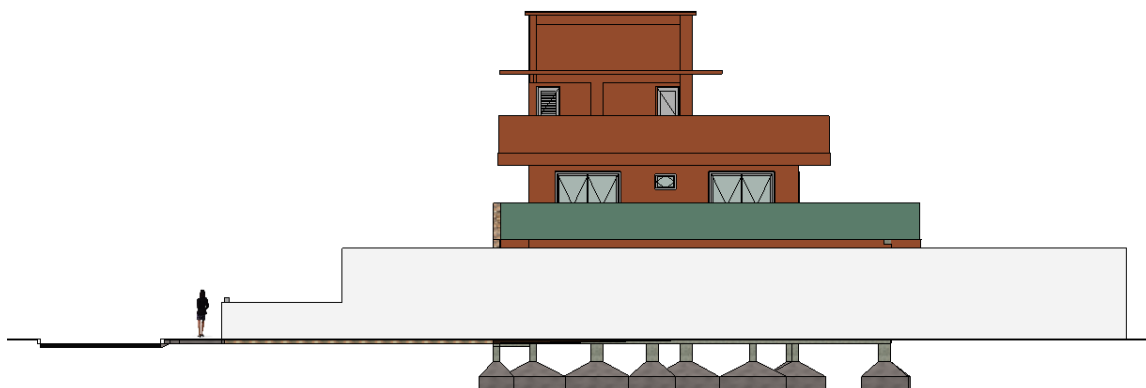


**Figura 43 – Projeto arquitetônico: Fachada sul (frontal)**



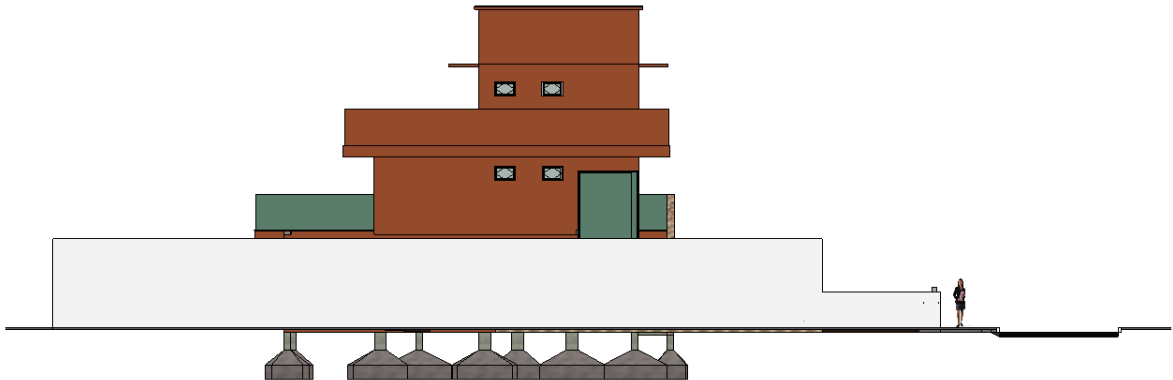
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 44 – Projeto arquitetônico: Fachada leste**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

Figura 45 – Projeto arquitetônico: Fachada oeste



Sem escala. Fonte: Autor (2016)

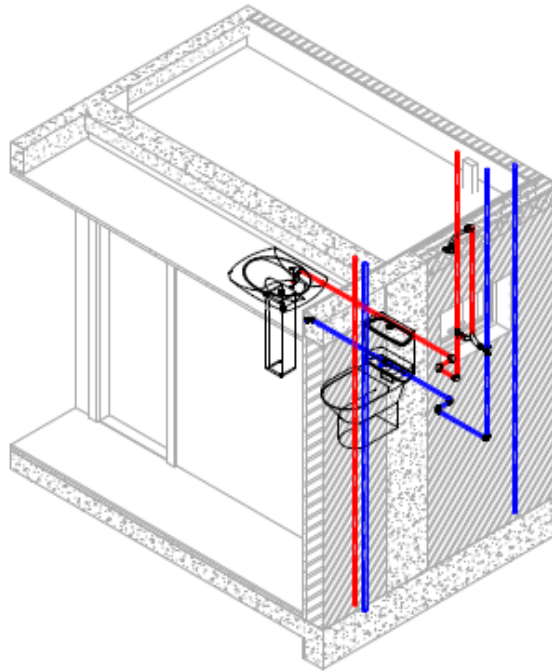
#### 3.4.4.3 HIDROSSANITÁRIO

Para a modelagem do projeto hidrossanitário, foi necessário o estudo do projeto existente. Porém, devido à existência de tubulações que exigem inclinação, foi necessário retrabalho para atender a todas as exigências que a norma de instalações sanitárias de esgoto exige.

Como as instalações de esgoto passam pelo pavimento inferior ao pavimento dos aparelhos sanitários que emitem os dejetos, o estudo para conhecer qual a altura do forro do pavimento sob um pavimento com instalações de esgoto é extremamente facilitado pela modelagem 3D, pois assim é possível traçar todas as tubulações com as inclinações necessárias.

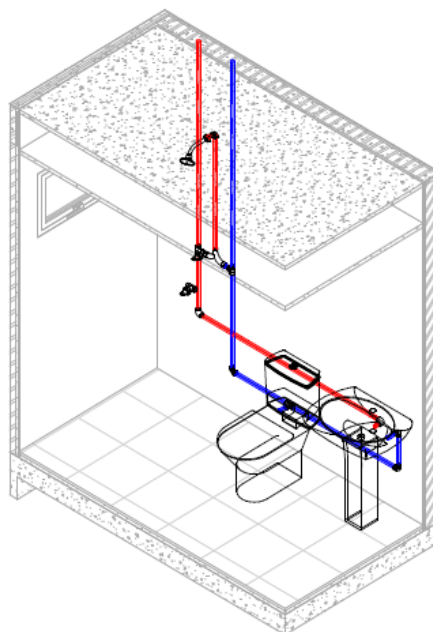
As figuras 46 a 64 foram extraídas do *software* Autodesk Revit após a modelagem 3D das instalações isométricas do projeto no qual é objeto deste estudo de caso. Nestas encontram-se perspectivas isométricas do projeto hidrossanitário.

**Figura 46 – Perspectiva isométrica 1 de instalações hidráulicas**



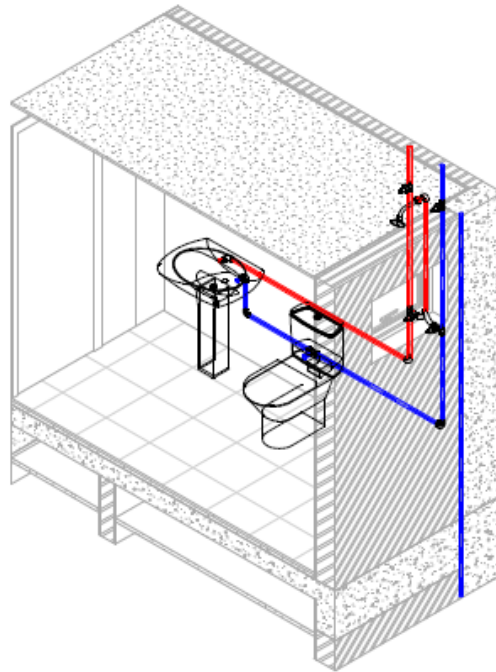
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 47 – Perspectiva isométrica 2 de instalações hidráulicas**



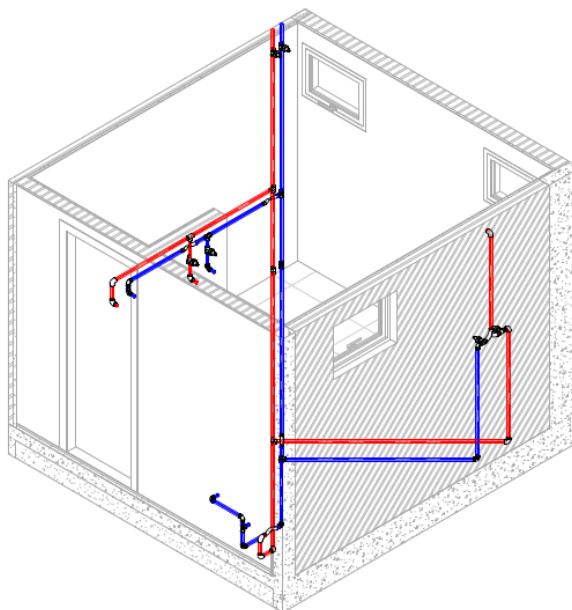
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 48 – Perspectiva isométrica 3 de instalações hidráulicas**



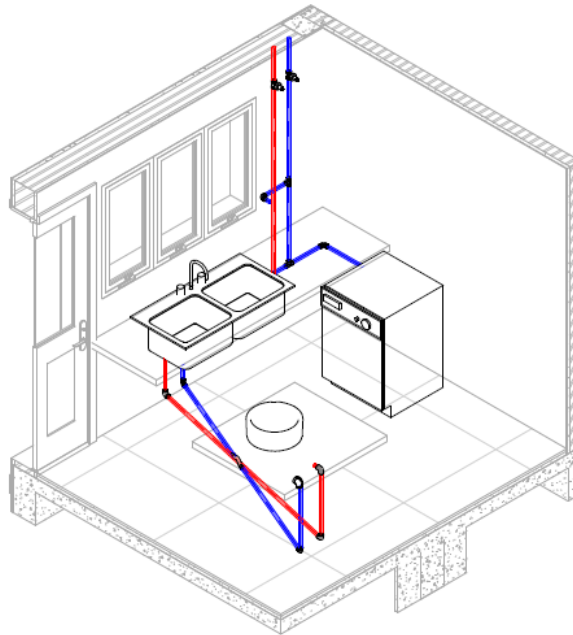
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 49 – Perspectiva isométrica 4 de instalações hidráulicas**



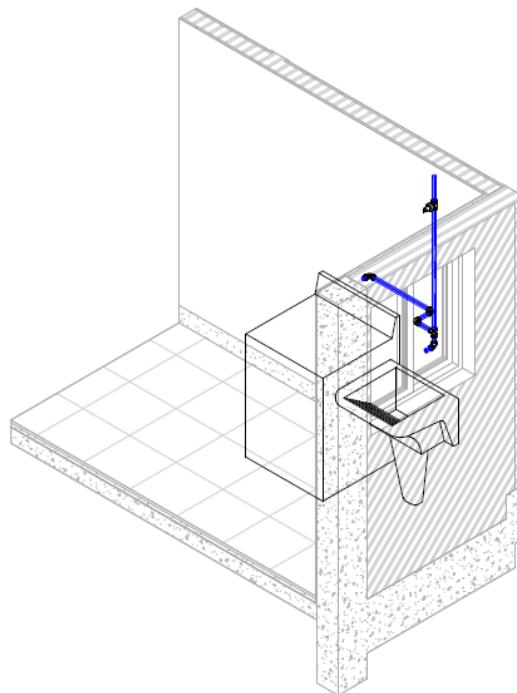
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 50 – Perspectiva isométrica 5 de instalações hidráulicas**



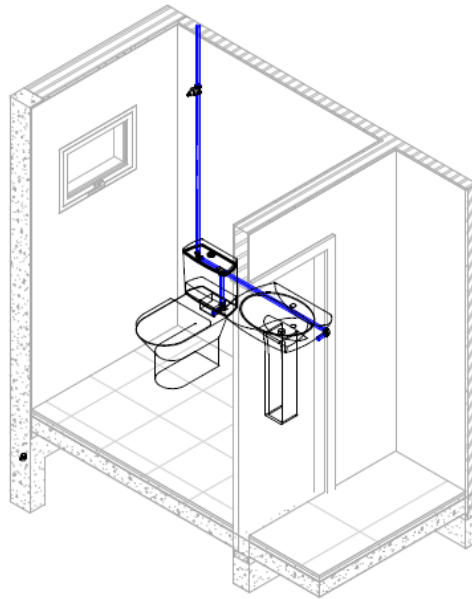
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 51 – Perspectiva isométrica 6 de instalações hidráulicas**



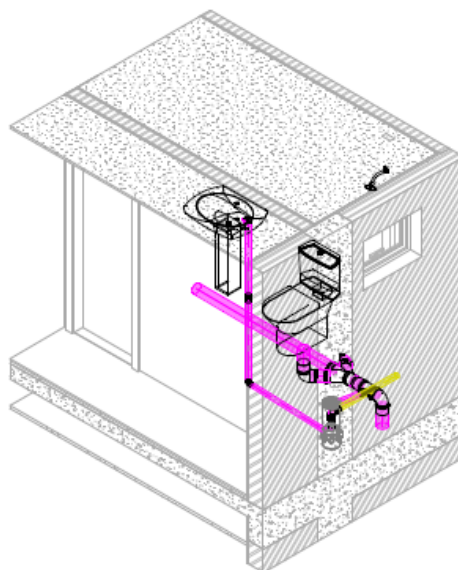
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 52 – Perspectiva isométrica 7 de instalações hidráulicas**



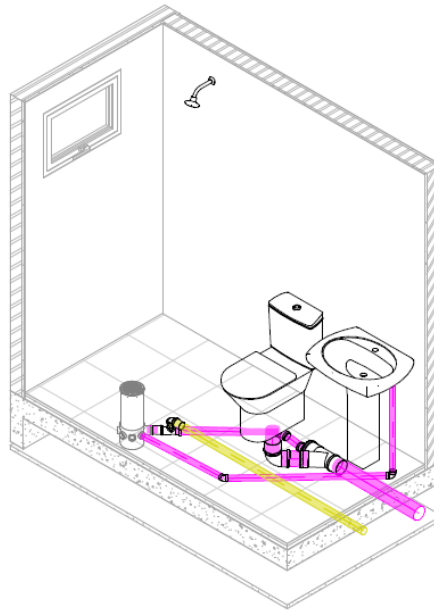
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 53 – Perspectiva isométrica 1 de instalações de esgoto**



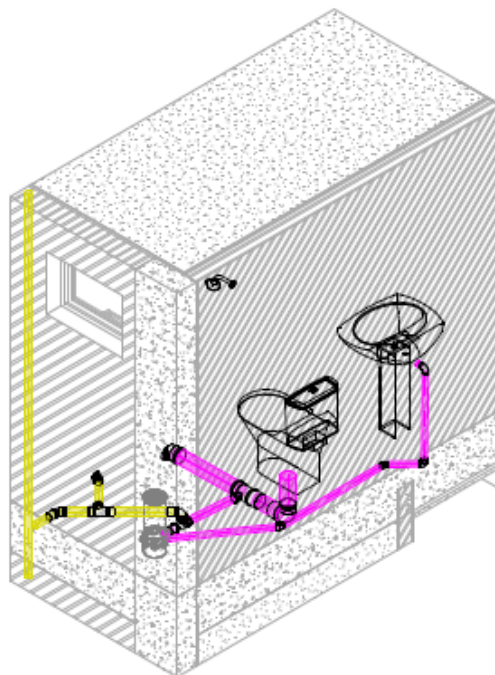
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 54 – Perspectiva isométrica 2 de instalações de esgoto**



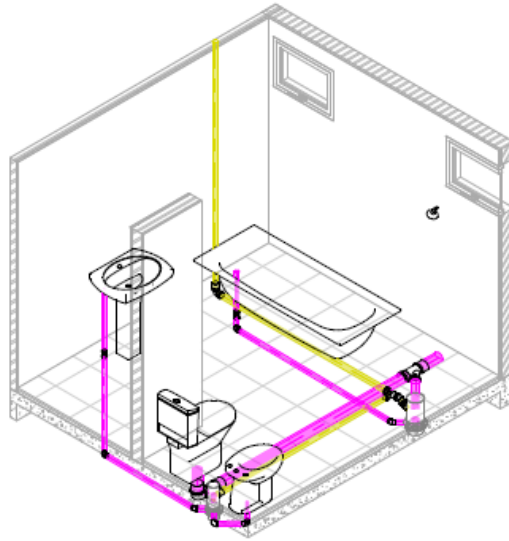
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 55 – Perspectiva isométrica 3 de instalações de esgoto**



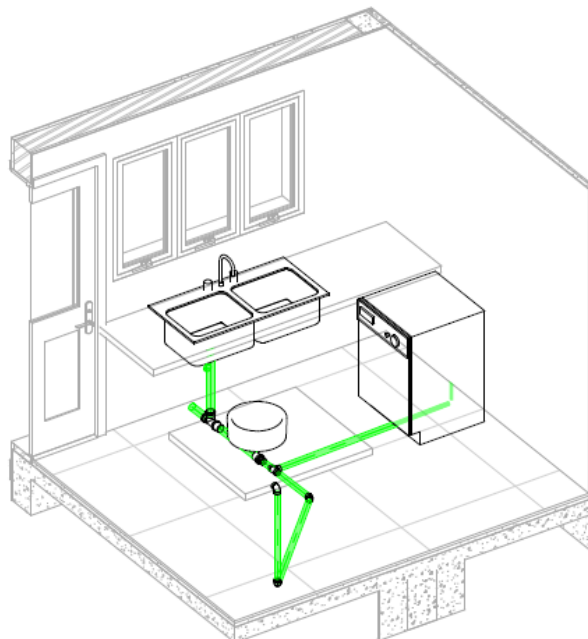
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 56 – Perspectiva isométrica 4 de instalações de esgoto**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

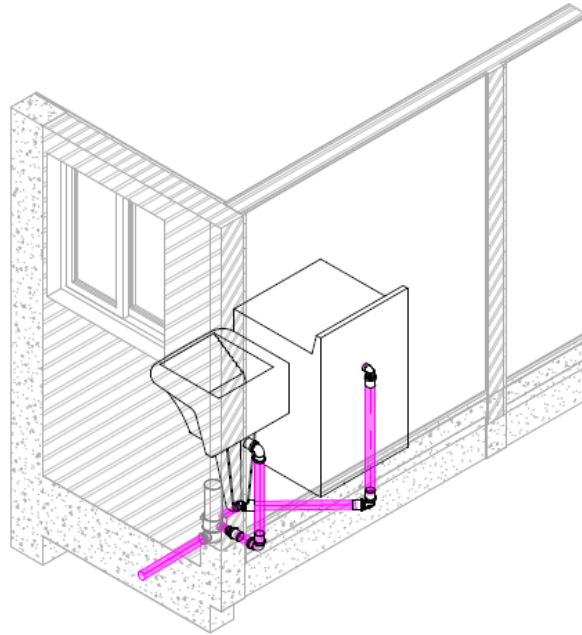
**Figura 57 – Perspectiva isométrica 5 de instalações de esgoto**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

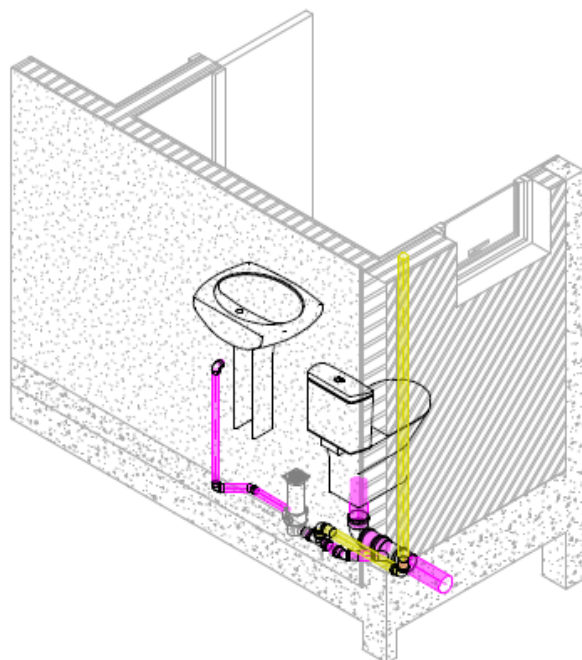


**Figura 58 – Perspectiva isométrica 6 de instalações de esgoto**



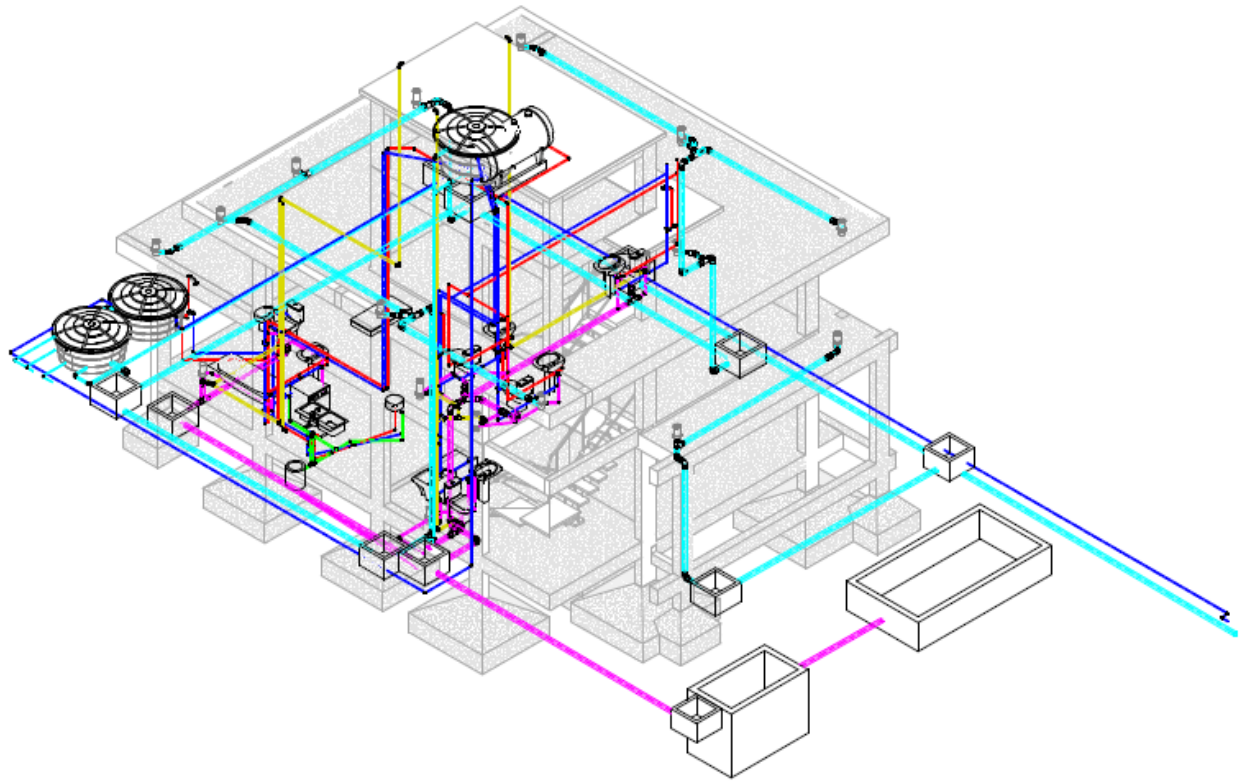
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 59 – Perspectiva isométrica 7 de instalações de esgoto**



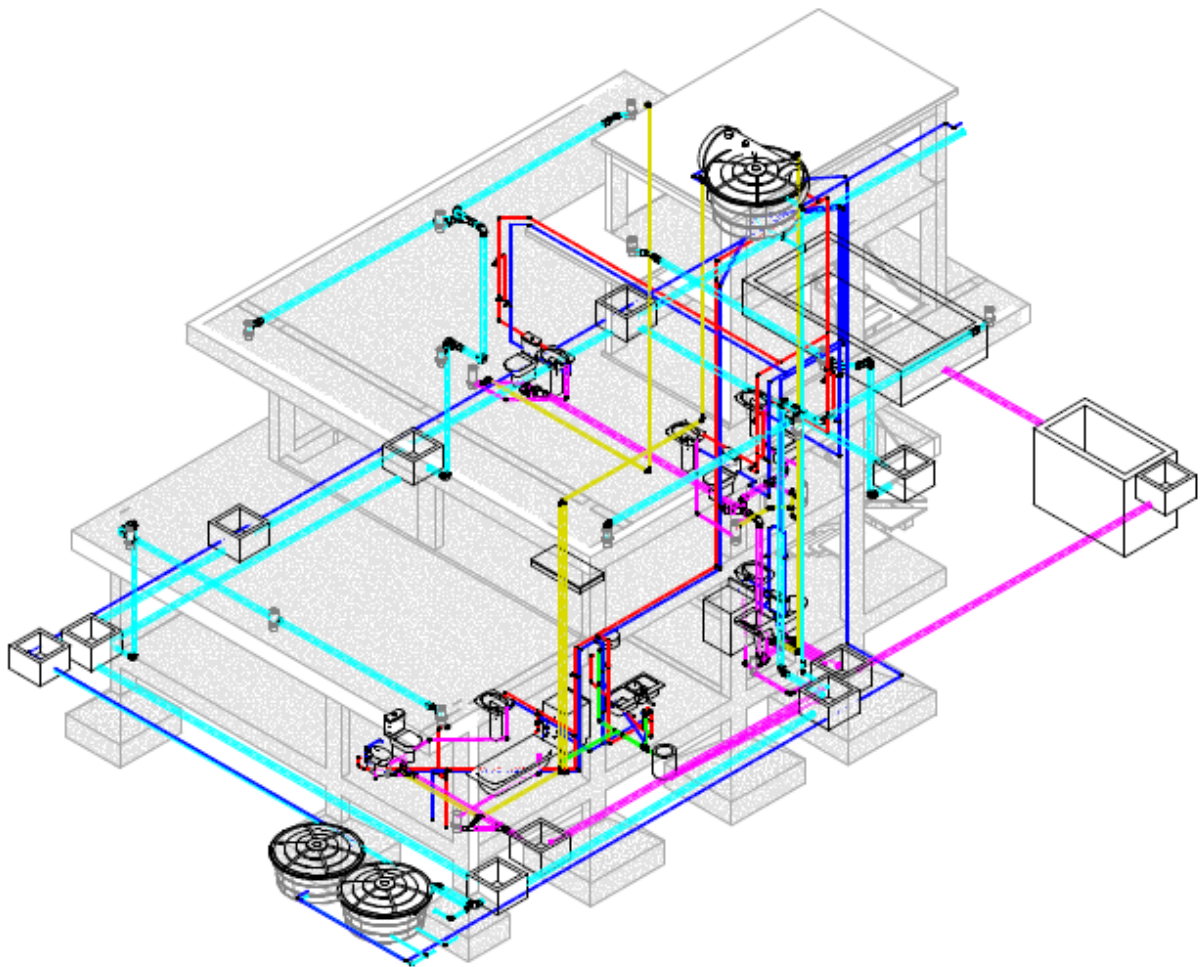
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

**Figura 60 – Perspectiva isométrica sudoeste do projeto hidrossanitário completo**



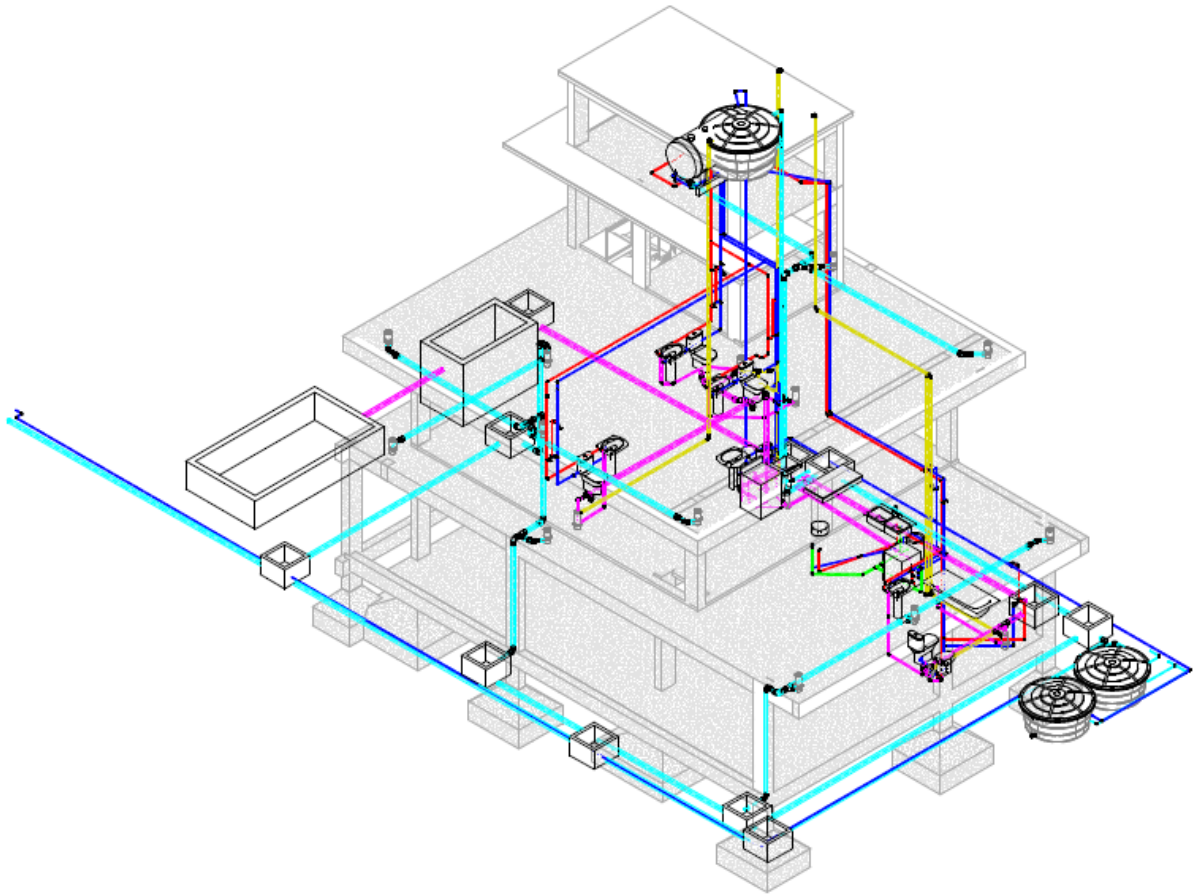
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

Figura 61 – Perspectiva isométrica noroeste do projeto hidrossanitário completo



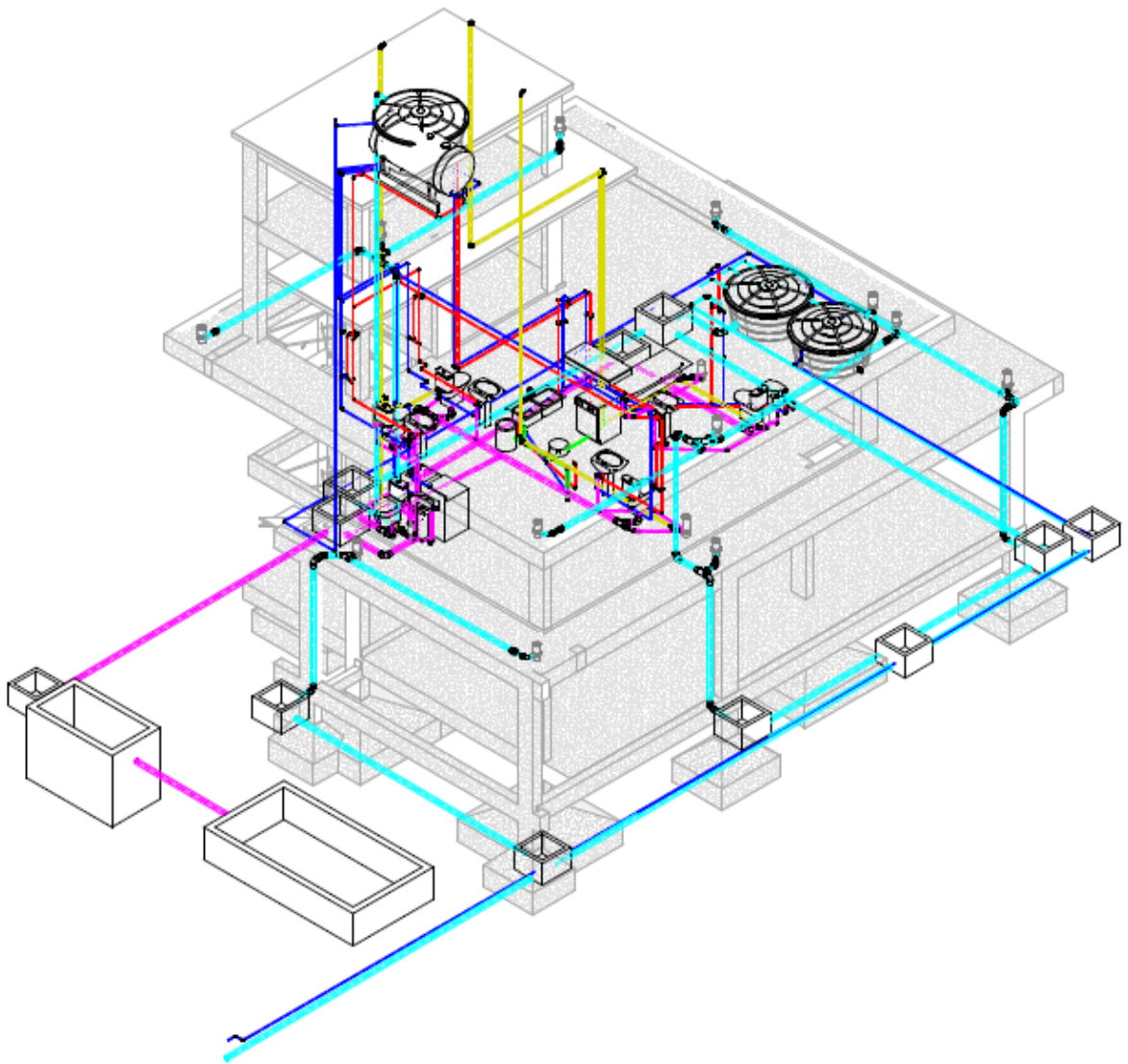
Sem escala. Fonte: Autor (2016)

**Figura 62 – Perspectiva isométrica nordeste do projeto sanitário completo**



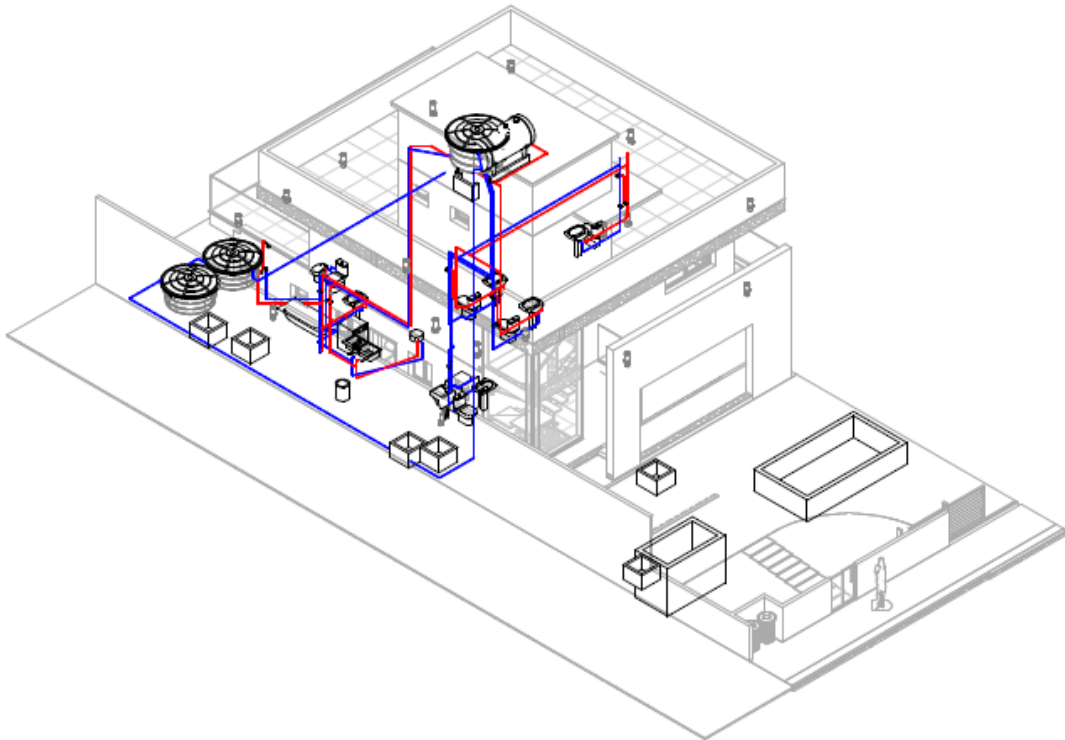
**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

Figura 63 – Perspectiva isométrica sudeste do projeto sanitário completo



Sem escala. Fonte: Autor (2016)

**Figura 64 - Perspectiva isométrica sudoeste do projeto de água fria e água quente**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

## **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

Com a modelagem, chegou-se aos modelos 3D das diferentes disciplinas (estrutura, arquitetura, instalações hidrossanitárias) e suas sobreposições.

### **4.1 INCOMPATIBILIZAÇÕES**

Após modelado o projeto estrutural, arquitetônico e de instalações hidrossanitárias, foram identificadas as incompatibilizações de dois modos: com ajuda do *software* Revit, utilizando o relatório de interferências e através de inspeção visual durante a modelagem 3D.

#### **4.1.1 DETECÇÃO POR RELATÓRIOS DE INTERFERÊNCIAS**

Interferências envolvendo o projeto hidrossanitário, por serem difíceis de serem identificadas mesmo com a modelagem 3D, foram detectadas com ajuda do comando “verificação de interferência” do Autodesk Revit. Esse comando foi utilizado em 4 combinações: Pilares X Tubulação; Lajes X Tubulação; Vigas X Tubulação e Tubulação X Tubulação. Como resultado, foram obtidos relatórios que se encontram nos anexos A, B, C e D.

As interferências que envolvem pilares, lajes e vigas devem obedecer aos requisitos da NBR 6118 quanto à dimensão e localização dos furos.

Segundo a NBR 6118, os furos ou aberturas previstos em elementos estruturais devem ter seu efeito verificado quando à deformação e limites.

Durante a modelagem também foram identificadas outras incompatibilidades entre projetos nas quais estarão explicitadas no item 4.1.2.

Tabela 2 – Incompatibilidades do relatório

<b>Incompatibilidades</b>		
	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>
1	Pilares X Tubulação	11
2	Lajes X Tubulação	38
3	Vigas X Tubulação	102
4	Tubulação x Tubulação	24

Fonte: Autor (2016)

#### 4.1.1.1 PILARES X TUBULAÇÃO

Dentre as incompatibilidades do item de número 1, Pilares X Tubulação, as tubulações que interferem nos pilares são divididas entre seis incompatibilidades com tubos de água quente ou fria e cinco com tubos de esgoto, ventilação ou pluvial.

Tanto as tubulações de água quente ou fria como as tubulações de esgoto, ventilação ou pluvial podem contornar os pilares ou perfurá-los. Caso opte-se por contornar os pilares, irá haver maiores gastos com conexões e deve ser realizado uma verificação quanto à pressão que a água chegará nos aparelhos sanitários (no caso dos tubos de água quente/fria), pois há perda de carga causada por estas conexões.

Caso opte-se por perfurar os pilares, deve-se prever este furo na estrutura junto ao projetista, pois estes furos irão gerar uma diminuição da seção transversal, principalmente no caso dos tubos de esgoto, que possuem grandes diâmetros. Os furos devem ser previstos antes da concretagem, demandando maior atenção na preparação das formas. Caso sejam realizados pós-concretagem, exigirão equipamentos apropriados para perfuração de concreto.



#### 4.1.1.2 LAJES X TUBULAÇÃO

Dentre as 38 incompatibilidades entre lajes e tubulação, 16 são correspondentes às tubulações de água quente/fria e 22 por tubulações de esgoto, ventilação ou pluvial.

Nas lajes, não há a opção de contornar os elementos com o uso de conexões, por isso estas incompatibilidades devem ser previstas na estrutura ou evitadas.

Por esta razão, é recomendado o uso de *shafts*, assim como possui no banheiro de número “01” das perspectivas isométricas do projeto hidrossanitário. Nos *shafts* não ocorre a presença da laje, permitindo que as tubulações atravessem entre os pavimentos sem que hajam interferências da estrutura.

Nos locais onde não é possível a inserção de *shafts*, os furos em lajes devem ser previstos antes das concretagens da estrutura, e, como as lajes são feitas com uso de vigotas com preenchimento em EPS, os furos devem estar presentes na região preenchida por EPS e jamais nas vigotas pré-moldadas.

Segundo a NBR6118, as aberturas em lajes devem obedecer às seguintes condições: “a) a seção do concreto remanescente da parte central ou sobre o apoio da laje deve ser capaz de equilibrar os esforços no estado-limite último, correspondentes a essa seção sem aberturas; b) as seções das armaduras interrompidas devem ser substituídas por seções equivalentes de reforço, devidamente ancoradas; c) no caso de aberturas em regiões próximas a pilares, nas lajes lisas ou cogumelo, o modelo de cálculo deve prever o equilíbrio das forças cortantes atuantes nessas regiões.”.

Quanto às aberturas que atravessam lajes na direção de sua espessura, a NBR 6118:2014 alerta que em lajes lisas ou cogumelo sempre sejam realizadas as verificações. Com relação a outros tipos de laje, “podem ser dispensadas dessa verificação, quando armadas em duas direções e sendo verificadas, simultaneamente, as seguintes condições: a) as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor ( $l_x$ ); b) a distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada; e c) a distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.” (ABNT, 2014).

#### 4.1.1.3 VIGAS X TUBULAÇÃO

O maior número de incompatibilidades no projeto foram as existentes entre Vigas e Tubulações. Dentre as 102 incompatibilidades, 34 são correspondentes à tubos de água quente ou fria, enquanto 68 tubos correspondem às tubulações de esgoto, ventilação ou pluvial.

Os furos em vigas, tanto horizontalmente quanto verticalmente, devem ser estudados e previstos no projeto de estruturas, pois causam uma diminuição da seção transversal das vigas, e podem ser problemáticos, principalmente caso estejam próximos aos locais de maiores esforços.

Neste caso, deve ser comunicado ao projetista para que reforços sejam realizados, sejam por meio de aumento de seção transversal, aumento de armaduras, uso de concreto com diferente resistência característica ou até mesmo alterando a concepção da estrutura.

Quanto à execução, assim como nos pilares, devem-se planejar os furos antes da concretagem, necessitando de maior mão-de-obra para execução das formas. Caso contrário, será necessário o uso de equipamentos apropriados para perfuração de concreto, aumentando ainda mais os custos.

Ainda, caso haja a possibilidade, deve-se utilizar conexões para transpor os tubos a fim de que não haja perfuração das vigas. No caso das tubulações horizontais, deve-se procurar passar as tubulações abaixo das vigas, ou acima, embutidas no contra piso (no caso das tubulações de pequeno diâmetro). Nas tubulações existentes no sentido vertical deve-se tentar transposição para evitar o furo de vigas.

Segundo a NBR 6118:2014, para furos que atravessam vigas na direção de sua largura, “em qualquer caso, a distância mínima de um furo à face mais próxima da viga deve ser no mínimo igual a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto para essa face. A seção remanescente nessa região, tendo sido descontada a área ocupada pelo furo, deve ser capaz de resistir aos esforços previstos no cálculo, além de permitir uma boa concretagem. Devem ser respeitadas, simultaneamente, para dispensa da verificação, as seguintes condições: a) furos em zona de tração e a uma distância da face do apoio de no mínimo  $2h$ , onde  $h$  é a altura da viga; b)

dimensão do furo de no máximo 12 cm e  $h/3$ ; c) distância entre faces de furos, em um mesmo tramo, de no mínimo 2 h; d) cobrimentos suficientes e não seccionamento das armaduras”.

Ainda de acordo com a NBR 6118:2014, para furos que atravessam vigas na direção de sua altura, “as aberturas em vigas, contidas no seu plano principal, como furos para passagem de tubulação vertical nas edificações, não podem ter diâmetros superiores a  $1/3$  da largura dessas vigas nas regiões desses furos. Deve ser verificada a redução da capacidade portante ao cisalhamento e à flexão na região da abertura. A distância mínima de um furo à face mais próxima da viga deve ser no mínimo igual a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto nessa face. A seção remanescente nessa região, tendo sido descontada a área ocupada pelo furo, deve ser capaz de resistir aos esforços previstos no cálculo, além de permitir uma boa concretagem. No caso de ser necessário um conjunto de furos, estes devem ser alinhados e a distância entre suas faces deve ser de no mínimo 5 cm, ou o diâmetro do furo e cada intervalo deve conter pelo menos um estribo. No caso de elementos estruturais submetidos à torção, esses limites devem ser ajustados de forma a permitir um funcionamento adequado”.

#### **4.1.1.4 TUBULAÇÃO X TUBULAÇÃO**

Nas incompatibilizações entre os diferentes tipos de tubulações, deve-se transpor os tubos com uso de conexões a fim de que não haja interferências.

No caso das tubulações de esgoto e de águas pluviais, a transposição deve sempre respeitar as inclinações recomendadas pelas Normas Brasileiras.

Caso os desvios sejam realizados com os tubos de água quente ou fria, podem ser usadas conexões para executar os desvios. Porém, deve-se conferir a pressão de água nos aparelhos sanitários, pois com inserção de conexões há maior perda de carga.

#### 4.1.2 DETECÇÃO NA MODELAGEM 3D

Durante a modelagem 3D também foram verificadas incompatibilizações. A tabela a seguir detalha cada uma delas.

**Tabela 3 – Incompatibilidades detectadas durante a modelagem 3D**

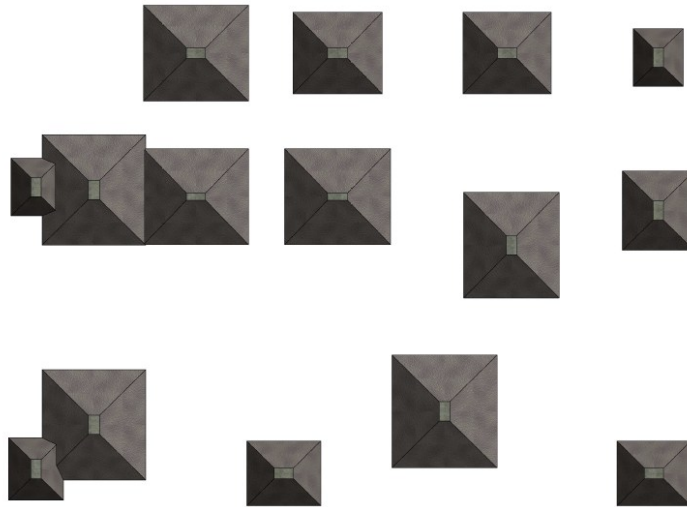
<b>Incompatibilidades</b>		
	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
1	Estrutura X Estrutura	Sobreposição de sapatas
2	Estrutura X Arquitetônico	Porta do nível de cobertura coincidindo com pilar.
3	Hidrossanitário X Hidrossanitário	Caixa d'água e Boiler sobrepostos

**Fonte: Autor (2016)**

No caso da sobreposição de sapatas, sugere-se a execução de sapatas-corridas ou a separação das sapatas.

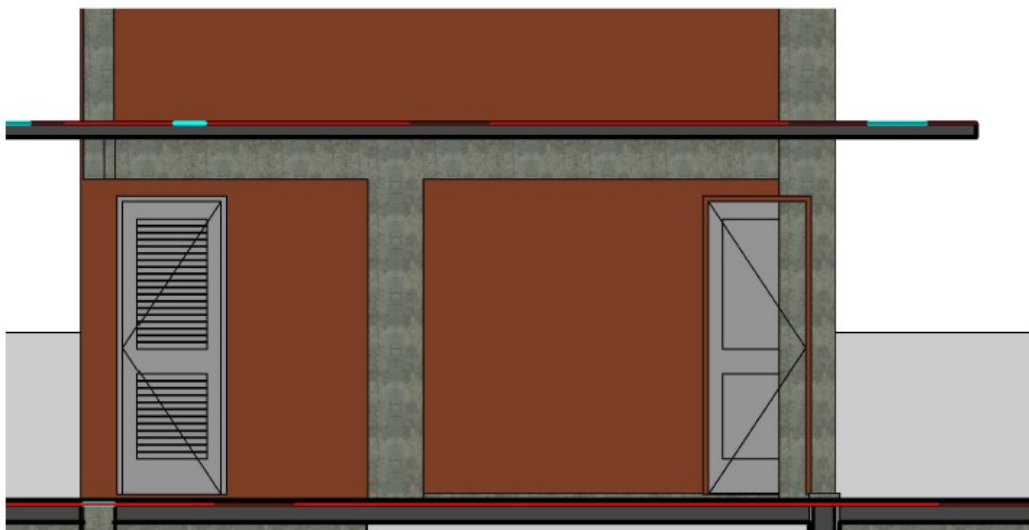
Caso haja separação de sapatas, poderá haver sapatas com carga excêntrica, sendo necessária a execução de vigas de equilíbrio ou vigas-alavanca. Ainda pode-se optar por utilizar outro tipo de fundação para estas sapatas que coincidam como estacas escavadas ou fundação do tipo *radier*, ficando a carga do projetista de estruturas, avaliar a melhor opção.

Em qualquer das opções, haverá um aumento significativo de custo de mão-de-obra e/ou de material em relação ao que seria feito no projeto original.

**Figura 65 – Incompatibilização entre sapatas da estrutura**

Sem escala. Fonte: Autor (2016)

A coincidência de porta e pilar é uma das incompatibilidades mais fáceis de serem resolvidas, pois é uma porta localizada num local sem cômodos adjacentes (cobertura da edificação). Sendo assim, deverá haver uma transposição da posição da porta, levando-a para um local onde não haja interferência com o pilar em questão.

**Figura 66 – Incompatibilização entre porta e pilar**

Sem escala. Fonte: Autor (2016)

A caixa d'água e boiler ocupam o mesmo espaço no projeto hidrossanitário, o que é impossível. Entretanto, analisando a laje onde estes equipamentos estão dispostos, há espaço lateralmente para que sejam instalados lado-a-lado, não interferindo no desempenho da edificação. Sendo assim, esta interferência é facilmente solucionada sem custos ou maior necessidade de mão-de-obra, apenas adaptando a tubulação que liga os aparelhos, para que a caixa d'água possa fornecer água ao boiler.

**Figura 67 – Incompatibilização entre caixa d'agua e boiler**



**Sem escala. Fonte: Autor (2016)**

#### **4.2 VANTAGENS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM SOFTWARE EM PLATAFORMA BIM**

Como vantagens da compatibilização, podemos primeiramente citar a questão de segurança estrutural. Comumente podemos observar em obra a execução de furos não planejados em elementos estruturais. Esses furos podem causar problemas estruturais, que podem ser extremamente custosos para serem corretamente reparados.

Também como vantagem, há uma grande facilidade de visualização do projeto, tanto para o profissional responsável pela execução da obra quanto para o

cliente. Com o fornecimento do arquivo do projeto em plataforma BIM, o profissional responsável pela execução da obra pode facilmente solucionar quaisquer dúvidas sobre o projeto com o uso apenas de um computador. Um corte no projeto, por exemplo, pode ser realizado em questão de segundos utilizando-se o *software* em plataforma BIM. Caso contrário, seria necessário contatar os projetistas para solucionar estas dúvidas, como ocorreu neste estudo de caso.

Ainda como vantagem, é possível a facilitação das compras para a obra. Com os *softwares* em BIM, os quantitativos podem ser precisamente e facilmente gerados

As vantagens continuam na possibilidade de trabalhar em todas as dimensões do BIM, conforme explicado no item 2.3.1 deste trabalho: planejamento de obra, análise energética, controle de manutenções e até informações necessárias na hora da demolição.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÕES

De acordo com o estudo de caso realizado neste trabalho, a compatibilização de projetos é altamente benéfica ao projeto e trará economia e melhor planejamento de obra. A compatibilização deve ser um processo iterativo, pois a cada interferência o projeto deve ser remodelado para conferência novamente por parte do coordenador de projetos. Por isso, o coordenador de projetos deve possuir conhecimentos nas diferentes disciplinas de projetos.

O método utilizado (modelagem 3D em *software* em plataforma BIM) se mostrou extremamente eficaz, abrindo portas para as outras dimensões do BIM, como já citado no capítulo anterior.

A construção civil ainda é um setor da economia com dificuldade em implementar diferentes tecnologias, causando retrabalho e desperdício. Com os projetos em BIM, espera-se que as obras tenham um melhor controle sob aspectos técnicos e econômicos. Anulando as incompatibilidades entre projetos, também haverá ganhos no canteiro quanto ao tempo, pois não será necessário ter que esperar para que a incompatibilidade surja na obra para consultar os profissionais responsáveis pelo projeto para corrigi-la.

Os projetos em BIM ainda não são recorrentes devido ao maior custo de projeto e baixa disponibilidade de profissionais habilitados para tal. O maior custo é justificado pela necessidade de maior qualificação do profissional, alto custo das licenças dos *softwares* em plataforma BIM e necessidade de computadores de alto desempenho para que o *software* funcione sem problemas. Porém, com o fácil acesso à informações por meio da tecnologia, haverá uma maior demanda para projetos deste tipo. Por isso, é importante que os profissionais se capacitem sobre os *softwares* em plataforma BIM, caso desejem trabalhar na área de projetos.

Ainda foi possível observar que projetar dentro de um *software* em plataforma BIM é mais viável – em termos de tempo e custos – do que projetar em um *software* tipo CAD e depois compatibilizá-lo com outro programa.



## 5.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de compatibilização de outras disciplinas de projetos, como o projeto de climatização e o projeto elétrico.

O estudo do BIM nas outras dimensões e com uso outros *softwares* para compatibilização e para realizar, por exemplo, orçamento e planejamento de obras também é uma área interessante a se explorar.

Outro estudo interessante seria uma elaboração de *check-list* de projetos para evitar as incompatibilidades.

## REFERÊNCIAS

MATTOS, Aldo Dorea. **Engenharia de Custos: BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. 2014. Blogs PINI. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

AVELLAR E DUARTE (Org.). **Definição de projeto**. 2011. Disponível em: <<http://www.avellareduarte.com.br/contextos/definicao-de-projeto-2/>>. Acesso em: 23 dez. 2011.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda et al. A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p.25-25, dez. 2009.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SANTOS, Altair. **Compatibilizar projetos reduz custo da obra em até 10%**. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

NAKAMURA, Juliana. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades**. 2011. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

Redação Aecweb / E-Construmarket. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro**: Solução de conflitos ainda na fase de elaboração do projeto evita problemas no canteiro de obras e reduz de 5% a 8% os custos da construção. Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/compatibilizacao-de-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro\\_6907](http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/compatibilizacao-de-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro_6907)>. Acesso em: 07 jun. 2016.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

PORTAL BRASIL ENGENHARIA. **Estudos de eficiência da edificação e sistema BIM podem garantir economia de 30% após obras.** Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/6664-estudos-de-eficiencia-da-edificacao-e-sistema-bim-podem-garantir-economia-de-30-apos-obras>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

BUBNIAK, Taiana. **BIM promete economia de 20% na obra:** Uso de sistemas de computador que integra todas as informações referentes à construção ainda é incipiente no Brasil e depende de mudança cultural no canteiro de obras. 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/bim-promete-economia-de-20-na-obra-c7hemf63ms2xhdptwdbl590em>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

BURGARDT, Lilian; KINDLE, Mariana; REIS, Pâmela. **Como o BIM impacta cada agente do setor da construção:** Modelagem da informação da construção impacta todos os agentes da cadeia.. 2011. PINI. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo282478-1.aspx>>. Acesso em: 08 jun. 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.

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

ERON COSTIN. Archdaily (Org.). **BIM: vantagens e características.** 2012. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

FERRAMACHO, Hugo. **Explicadas as vantagens da utilização do software Revit.** 2016. Disponível em: <<http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do2?numero=72380>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

AUTODESK (Org.). **3D Design, Engineering & Entertainment Software.** Disponível em: <<http://www.autodesk.com>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

DUARTE, José Renato Aguiar. **Vantagens e dificuldades no uso do Revit.** Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/vantagens-e-dificuldades-no-uso-do-revit.html>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

DUARTE, José Renato Aguiar. **Revit - Software BIM para projeto.** Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/revit-software-bim.html>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

AUTODESK. **Software CAD - Projetos 2D e 3D em CAD.** Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: Abnt, 2014. 238 p.

## ANEXOS

## ANEXO A - Relatório de Interferência entre: Pilares X Tubulação

## Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\TCC\Revit\Arrumado\MEP HIDRAULICO POS REC.rvt

Criado: quinta-feira, 9 de junho de 2016 16:57:31

Última atualização:

	A	B
1	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1217 : ID 1607586	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 312925
2	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1219 : ID 1607714	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 312925
3	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 685 : ID 1521770	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313732
4	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 687 : ID 1521915	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313732
5	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1189 : ID 1590590	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313749
6	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1210 : ID 1592300	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313764
7	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1198 : ID 1591515	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313858
8	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1199 : ID 1591577	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313858
9	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1200 : ID 1591588	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 313858
10	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1217 : ID 1607586	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 314986
11	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1217 : ID 1607586	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : 22x40 : ID 316389

## ANEXO B – Relatório de Interferência entre: Lajes X Tubulação

### Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\TCC\Revit\Arrumado\MEP HIDRAULICO POS REC.rvt

Criado: quinta-feira, 9 de junho de 2016 16:55:22

Última atualização:

	A	B
1	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1211 : ID 1592309	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 327575
2	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 901 : ID 1555178	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328005
3	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 928 : ID 1558402	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328071
4	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1119 : ID 1584535	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328071
5	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1164 : ID 1588939	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328071
6	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 949 : ID 1559836	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328100
7	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 965 : ID 1561681	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328194
8	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 973 : ID 1562210	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328194
9	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1024 : ID 1570235	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328194
10	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1190 : ID 1590607	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 12cm : ID 328234
11	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1089 : ID 1581251	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329502
12	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1096 : ID 1581985	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329502
13	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1207 : ID 1591999	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329502
14	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1031 : ID 1575448	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329608
15	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1032 : ID 1575464	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329608
16	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1036 : ID 1575620	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329608
17	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1071 : ID 1578973	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329658
18	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1164 : ID 1588939	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 16cm : ID 329658
19	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 847 : ID 1549529	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158
20	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 857 : ID 1550781	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158

21	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 859 : ID 1550798	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158
22	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1315 : ID 1626670	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158
23	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1317 : ID 1626717	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158
24	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 1323 : ID 1627388	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331158
25	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 729 : ID 1531951	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
26	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 731 : ID 1532725	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
27	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 846 : ID 1549506	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
28	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 847 : ID 1549529	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
29	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 848 : ID 1549540	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
30	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 857 : ID 1550781	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
31	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 858 : ID 1550794	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
32	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 871 : ID 1551823	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
33	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1113 : ID 1584177	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
34	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 1294 : ID 1622262	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 13cm : ID 331202
35	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 15cm : ID 331591
36	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1123 : ID 1584757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 10cm : ID 333692
37	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 10cm : ID 333692
38	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1170 : ID 1589097	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Pisos : Piso : Laje 10cm : ID 333692

## ANEXO C - Relatório de Interferência entre: Vigas X Tubulação

### Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\TCC\Revit\Arrumado\MEP HIDRAULICO POS REC.rvt

Criado: quinta-feira, 9 de junho de 2016 16:58:14

Última atualização:

	A	B
1	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1189 : ID 1590590	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311433
2	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1210 : ID 1592300	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311433
3	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1017 : ID 1569640	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311557
4	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1020 : ID 1569834	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311557
5	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311557
6	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1248 : ID 1614232	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311557
7	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1250 : ID 1614278	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311557
8	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 952 : ID 1559873	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
9	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 953 : ID 1559996	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
10	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 977 : ID 1562337	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
11	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 979 : ID 1562381	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
12	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 996 : ID 1566121	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
13	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1128 : ID 1585198	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
14	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1167 : ID 1589023	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 311662
		Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro



15	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 887 : ID 1553672	estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
16	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 889 : ID 1553808	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
17	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 939 : ID 1559297	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
18	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 941 : ID 1559355	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
19	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1119 : ID 1584535	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
20	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1164 : ID 1588939	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 312029
21	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1209 : ID 1592240	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315254
22	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 703 : ID 1528951	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315280
23	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 764 : ID 1539541	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315280
24	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1128 : ID 1585198	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315280
25	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1167 : ID 1589023	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315280
26	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1180 : ID 1589588	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 315441
27	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1032 : ID 1575464	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315628
28	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1034 : ID 1575554	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315628
29	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1067 : ID 1578606	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315657
30	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1110 : ID 1584095	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315657
31	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1123 : ID 1584757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315657
	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom -	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro

32	Água Fria - Soldável - Marca 731 : ID 1532725	estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
33	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 743 : ID 1533916	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
34	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 744 : ID 1533977	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
35	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 749 : ID 1535960	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
36	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1055 : ID 1576980	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
37	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1057 : ID 1577036	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
38	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1067 : ID 1578606	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
39	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1072 : ID 1579059	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
40	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1074 : ID 1579655	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
41	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1100 : ID 1582747	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
42	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1104 : ID 1583019	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
43	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1164 : ID 1588939	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315685
44	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 748 : ID 1534549	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315715
45	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 765 : ID 1539629	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315715
46	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 818 : ID 1547268	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315715
47	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 840 : ID 1548282	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 315715
48	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1198 : ID 1591515	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316079
49	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto -	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID

	Série Normal - Marca 1145 : ID 1587944	316595
50	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1159 : ID 1588521	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316595
51	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1128 : ID 1585198	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
52	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1130 : ID 1586011	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
53	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1133 : ID 1586479	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
54	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1141 : ID 1587632	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
55	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1152 : ID 1588245	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
56	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1153 : ID 1588259	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
57	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1166 : ID 1589022	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
58	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1167 : ID 1589023	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
59	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1168 : ID 1589067	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316819
60	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1160 : ID 1588531	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316861
61	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1141 : ID 1587632	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 316900
62	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 729 : ID 1531951	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
63	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 828 : ID 1547780	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
64	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 846 : ID 1549506	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
65	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 852 : ID 1549964	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
66	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom -	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID

	Água Fria - Soldável - Marca 858 : ID 1550794	316978
67	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1300 : ID 1624639	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
68	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1302 : ID 1624757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
69	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1314 : ID 1626296	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 316978
70	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317297
71	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1248 : ID 1614232	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317297
72	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 818 : ID 1547268	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317311
73	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 840 : ID 1548282	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317311
74	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1170 : ID 1589097	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317311
75	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1123 : ID 1584757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317325
76	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 828 : ID 1547780	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317465
77	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 852 : ID 1549964	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317465
78	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1300 : ID 1624639	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317465
79	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317612
80	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1170 : ID 1589097	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317630
81	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1123 : ID 1584757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 317643
82	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 746 : ID 1534437	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 391284
83	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 763 : ID 1539330	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID

		391284
84	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1101 : ID 1582917	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 391284
85	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 391284
86	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1248 : ID 1614232	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 391284
87	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 942 : ID 1559458	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 474822
88	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 958 : ID 1560546	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 474822
89	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 959 : ID 1560609	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 474822
90	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 989 : ID 1565790	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 474822
91	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1163 : ID 1588918	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 474822
92	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 818 : ID 1547268	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 476059
93	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 840 : ID 1548282	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 476059
94	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1168 : ID 1589067	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 476059
95	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1170 : ID 1589097	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 476059
96	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1153 : ID 1588259	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 476529
97	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 847 : ID 1549529	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 476835
98	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 857 : ID 1550781	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 476835
99	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1123 : ID 1584757	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 15x40 : ID 476835
100	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 477213

101	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1147 : ID 1588094	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 477213
102	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Água Fria - Soldável - Marca 1248 : ID 1614232	Casa - Praia do Sonho_ARQ(1).rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : 22x40 : ID 477213

## ANEXO D – Relatório de Interferência entre: Tubulação X Tubulação

### Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\TCC\Revit\Arrumado\MEP HIDRAULICO POS REC.rvt

Criado: quinta-feira, 9 de junho de 2016 17:05:13

Última atualização:

	A	B
1	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 687 : ID 1521915	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1167 : ID 1589023
2	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 689 : ID 1522058	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 796 : ID 1544261
3	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 692 : ID 1522232	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 796 : ID 1544261
4	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 696 : ID 1523032	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 799 : ID 1544454
5	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 696 : ID 1523032	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 949 : ID 1559836
6	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 702 : ID 1523248	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 949 : ID 1559836
7	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 711 : ID 1529975	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1128 : ID 1585198
8	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 722 : ID 1531220	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 793 : ID 1544081
9	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 748 : ID 1534549	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 763 : ID 1539330
10	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 774 : ID 1540374	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 973 : ID 1562210
11	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 786 : ID 1541517	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1128 : ID 1585198
12	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 795 : ID 1544244	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 958 : ID 1560546
13	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 799 : ID 1544454	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 807 : ID 1545119
14	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 801 : ID 1544668	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 947 : ID 1559705
15	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 815 : ID 1547209	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 825 : ID 1547590
16	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Agua Fria/Quente - Marca 848 : ID 1549540	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 857 : ID 1550781
17	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 876 : ID 1551984	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1057 : ID 1577036
18	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 943 : ID 1559473	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1163 : ID 1588918
19	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 962 : ID 1561627	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 995 : ID 1566050
20	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1094 : ID 1581919	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1110 : ID 1584095

21	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 1237 : ID 1610290
22	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1126 : ID 1585091	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 1239 : ID 1610453
23	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1163 : ID 1588918	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo - Esgoto - Série Normal - Marca 1252 : ID 1614494
24	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo PPR - PN20 - Água Fria/Quente - Marca 1319 : ID 1626787	Tubulação : Tipos de tubos : Tubo Marrom - Agua Fria - Soldável - Marca 1322 : ID 1627380