

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
COLEGIADO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA  
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA  
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

**GABRIELLA AMORIM RIDOLPHI**

**VITÓRIA – ES  
2022**

**GABRIELLA AMORIM RIDOLPHI**

**IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA  
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA  
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.**

Projeto de Graduação da aluna Gabriella Amorim Ridolphi, apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

**VITÓRIA – ES**

**2022**

**GABRIELLA AMORIM RIDOLPHI**

**IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA  
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA  
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof. Dra. Luciana Aparecida Netto de Jesus  
Orientadora

---

Prof. Dra. Karla Moreira Conde  
Examinadora

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Campos Rodrigues  
Examinador

## RESUMO

O setor da construção civil possui um alto índice de perdas financeiras e de materiais devido, muitas das vezes, a uma elevada quantidade de retrabalhos. Tais intercorrências, frequentemente, são resultados de um projeto mal elaborado e com falhas na etapa de compatibilização, orçamentação e planejamento. Neste trabalho, será enfatizado a etapa de compatibilização, tendo como objetivo avaliar o uso da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) neste processo, através da compatibilização de projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário de uma residência unifamiliar localizada em Vitória – ES. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizado inicialmente, a modelagem dos projetos no *software* Revit® (exceto o projeto arquitetônico, já disponibilizado em *software* BIM 3D). Após a modelagem, os três projetos foram compatibilizados dois a dois em um *software* de gerenciamento de projetos BIM 4D, o Navisworks®. Ao final, foram gerados três relatórios com os resultados da compatibilização, apresentando a descrição e possível solução dos conflitos encontrados. Também foram analisadas as vantagens e desvantagens da utilização do BIM durante o processo de desenvolvimento do estudo de caso. Como conclusão, tem-se mais tempo dispendido na etapa do projeto o que é compensada pela redução do tempo na obra e eventuais encargos associados. O projeto em BIM resulta na melhoria do projeto, maior precisão da proposta e rapidez na detecção de conflitos.

Palavras chaves: BIM, Compatibilização, Revit, Navisworks.

## **ABSTRACT**

The civil construction sector has a high rate of financial and material losses, often due to a high amount of rework. Such interurrences are often the result of a poorly designed project with flaws in the compatibility, budgeting and planning stages. In this work, the compatibility step will be emphasized, aiming to evaluate the use of the Building Information Modeling (BIM) methodology in this process, through the compatibility of architectural, structural and hydrosanitary projects of a single-family residence located in Vitória - ES. For the development of this work, the modeling of the project was initially carried out in Revit® software (except the architectural project, already available in 3D BIM software). After modeling, the three projects were matched two by two in a BIM 4D project management software, Navisworks®. In the end, three reports were generated with the results of the compatibility, presenting the description and possible solution of the conflicts found. The advantages and disadvantages of using BIM during the case study development process were also analyzed. As a conclusion, more time has been spent in the stage of the project which is compensated by the reduction of time on the construction and any associated charges. The project in BIM results in the improvement of the project, greater precision of the proposal and speed in the detection of conflicts.

Palavras chaves: BIM, Compatibility, Revit, Navisworks.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Finalidades de utilizar o BIM de acordo com as empresas participantes do questionário.....	15
Figura 2: Benefícios da Utilização do BIM de acordo com as empresas participantes do questionário.....	15
Figura 3: Diretrizes Estratégia BIM BR.....	16
Figura 4: Programa de impulsionamento da implementação do BIM no Brasil. ....	17
Figura 5: Fases do projeto arquitetônico e complementares da edificação.....	21
Figura 6: Resultados pesquisa: percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo. ....	23
Figura 7: Capacidade de influência de cada fase no custo final da obra. ....	24
Figura 8: Relação entre o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, demonstrando o efeito de um maior “investimento” na fase de projeto.....	24
Figura 9: O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício. ....	25
Figura 10: Origem das falhas nas edificações (em %). ....	25
Figura 11: Consequência da falta de compatibilização de projetos.....	27
Figura 12: Resumo do método FMEA. ....	28
Figura 13: Fluxograma Modelo de Compatibilização baseado na engenharia simultânea e no FMEA. ....	29
Figura 14: Lista de verificação dos modos de falhas potenciais.....	31
Figura 15: Exemplo de formulário FMEA preenchido. ....	32
Figura 16: Exemplo de um quadro 5W-1H preenchido. ....	33
Figura 17: Características da modelagem BIM. ....	37
Figura 18: Interligação entre os diferentes elementos envolvidos no processo de projeto e construção de um edifício.....	38
Figura 19: Ciclo de vida BIM. ....	39
Figura 20: Crescimento ano após ano em projetos citando os benefícios do BIM....	39
Figura 21: Levels of Development no BIM.....	40
Figura 22: Exemplo de LOD 200.....	41

Figura 23: Exemplo de LOD 300.....	41
Figura 24: Exemplo de LOD 350.....	42
Figura 25: Exemplo de LOD 400.....	42
Figura 26: Dimensões BIM 3D ao 10D.....	44
Figura 27: Detecção de interferência entre tubo de queda de esgoto e viga baldrame em projeto compatibilizado pelo software Revit®.....	45
Figura 28: Detecção de interferência automática entre tubo hidráulico e pilar em projeto compatibilizado pelo software Navisworks®.....	45
Figura 29: O formato IFC enquanto agente de interoperabilidade. ....	46
Figura 30: Interface programa Revit.....	47
Figura 31: Exemplo família desenvolvida no Revit®. ....	47
Figura 32: Interface ArchiCAD.....	48
Figura 33: Visualização conjunto entre projetos QiBuilder e Eberick. ....	49
Figura 34: Fluxo de Trabalho Solibri. ....	51
Figura 35: Imagem representativa do empreendimento do Estudo 1.....	52
Figura 36: Modelo Estrutural do Ed. Santa Maria.....	53
Figura 37: Exemplo de interferência do tipo coordenação conforme Tabela 7, nº02. ....	55
Figura 38: Exemplo de interferência do tipo IF conforme Tabela 7, nº 01.....	55
Figura 39: Exemplo de conflito entre parede e viga detectado pelo software Navisworks®. ....	56
Figura 40: 3D dos projetos arquitetônico e estrutural desenvolvidos no Revit®. ....	59
Figura 41: 3D dos projetos hidráulico e elétrico desenvolvidos no QiBuilder®. ....	59
Figura 42: 3D de todas as disciplinas integradas no software Navisworks®.....	60
Figura 43: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto estrutural e arquitetônico - pilar interceptando a cobertura da varanda. ....	60
Figura 44: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto elétrico e arquitetônico - caixa de tomada coincidindo com parede de cobogó.....	61
Figura 45: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto hidrossanitário e estrutural - tubo hidrossanitário interceptando armação estrutural.....	61
Figura 46: Fluxo Global proposto. ....	63
Figura 47: Fluxo de desenvolvimento de projetos.....	65

Figura 48: Ferramenta “clash detective”.....	66
Figura 49: Modelagem 3D em IFC do Projeto Arquitetônico.....	67
Figura 50: Fachada frontal.....	68
Figura 51: Imagem de satélite da localização do empreendimento.....	68
Figura 52: Planta de Situação.....	69
Figura 53: Layout Pavimento Térreo.....	70
Figura 54: Layout Pavimento Superior.....	71
Figura 55: Planta de Forma da Fundação (medidas em cm).....	73
Figura 56: Planta de Forma do Térreo (medidas em cm).....	74
Figura 57: Planta de fôrma das vigas rebaixadas (medidas em cm) - Ampliação A.....	75
Figura 58: Planta de forma do Pavimento Superior (medidas em cm).....	76
Figura 59: Planta de forma da cobertura.....	77
Figura 60: Instalações de Esgoto Lavanderia.....	78
Figura 61: Instalações de Esgoto Banheiro Hóspedes Térreo.....	79
Figura 62: Configuração de medidas para metros.....	80
Figura 63: Elevações: Projeto Estrutural.....	81
Figura 64: Vistas de Planta: Projeto Estrutural.....	81
Figura 65: Guia para importação de projeto CAD.....	82
Figura 66: Guia para criação de linha de terreno.....	82
Figura 67: Modelagem 3D: Projeto Estrutural.....	83
Figura 68: Incompatibilidade - Projeto Estrutural.....	84
Figura 69: Elevações - Projeto Hidrossanitário.....	85
Figura 70: Vista de Planta - Projeto Hidrossanitário.....	85
Figura 71: Ferramenta “Paste Aligned to Current View”.....	86
Figura 72: Sobreposição de ponto de esgoto com ponto de água fria.....	88
Figura 73: Falta de ponto de esgoto para máquina de lavar louça.....	89
Figura 74: Modelagem 3D - Projeto Hidrossanitário.....	89
Figura 75: Configurações “Clash Detective”.....	91
Figura 76: Painel com as “Selection Sets” criadas.....	92
Figura 77: Resultado após eliminar falsos positivos.....	93
Figura 78: Parte do Relatório Final - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Projeto Hidrossanitário.....	94



Figura 79: Interferência visual da fachada entre laje e parede.....	95
Figura 80: Interferência n° 11: Parede x Sapata. ....	96
Figura 81: Descrição Interferência n° 11 : Parede x Sapata. ....	97
Figura 82: Interferência n° 16: Forro x Tubo de Esgoto. ....	98
Figura 83: Descrição Interferência n°16: Forro x Tubo de Esgoto.....	99
Figura 84: Interferência n°22: Viga x Tubo de Esgoto.....	100
Figura 85: Descrição Interferência n°22: Viga x Tubo de Esgoto.....	101

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz Tarefa x Responsabilidade para uma equipe multidisciplinar. ....	30
Tabela 2: Matriz de Correlação entre Disciplinas de Projeto.....	31
Tabela 3: Check List de compatibilização de projetos.....	34
Tabela 4: Check List de compatibilização de projetos.....	35
Tabela 5: Funções disponíveis no Navisworks®.....	50
Tabela 6: Categoria de interferências. ....	52
Tabela 7: Descrição dos conflitos encontrados pelo método híbrido. ....	54
Tabela 8: Tabela de interferências BIM software Navisworks®. ....	57
Tabela 9: Matriz de compatibilização híbrida x Matriz de compatibilização BIM. ....	58
Tabela 10: Altura Pontos Hidráulicos. ....	88
Tabela 11: "Interferências por par de elementos arquitetônico e estrutural". ....	96
Tabela 12: "Interferências por par de elementos arquitetônicos e hidrossanitários".	97
Tabela 13 : "Interferências por par de elementos estruturais e hidrossanitários". ....	99

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: "% de Conflicto por Par de Disciplina" .....	101
Gráfico 2: "Número de Conflictos por par de Elementos" .....	102
Gráfico 3: "Cantidad de conflictos involucrados por Elemento" .....	103

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo Geral	17
1.1.2. Objetivos Específicos	17
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	20
2.1. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	20
2.1.1. O projeto e sua importância	20
2.1.2. Conceito e métodos de compatibilização de projetos	26
2.2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	36
2.2.1. Contextualização	36
2.2.1.1. Níveis de desenvolvimento BIM.	40
2.2.1.2. Dimensões BIM	43
2.2.3. Compatibilização de projetos utilizando o BIM.	44
2.2.3.1. <i>Softwares</i> BIM	46
2.2.3.2. Estudos de Referência (exemplos).	51
2.2.3.2.1. <i>Exemplo - Edifício Santa Maria</i>	51
2.2.3.2.2. <i>Exemplo 2 - Residência Unifamiliar Ouro Preto</i>	59
<b>3. METODOLOGIA</b>	63
3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	63
3.2. ESCOLHA DO ESTUDO DE CASO	64
3.3. MODELAGEM EM BIM	64
3.4. COMPATIBILIZAÇÃO	65
<b>4. ESTUDO DE CASO</b>	67

4.1. CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	69
4.2. PROJETO ESTRUTURAL	72
4.3. PROJETO HIDRÁULICO	78
4.4. MODELAGEM 3D - REVIT	79
4.4.1. Modelagem 3D – Projeto Estrutural	80
4.4.2. Modelagem 3D - Projeto Hidrossanitário	84
4.5 COMPATIBILIZAÇÃO - NAVISWORKS	90
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>95</b>
5.1. COMPATIBILIZAÇÃO ARQ x EST	95
5.2. COMPATIBILIZAÇÃO ARQ x HID	97
5.3. COMPATIBILIZAÇÃO EST x HID	99
5.4. ANÁLISE GERAL	101
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>104</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO</b>	<b>120</b>

## 1. INTRODUÇÃO

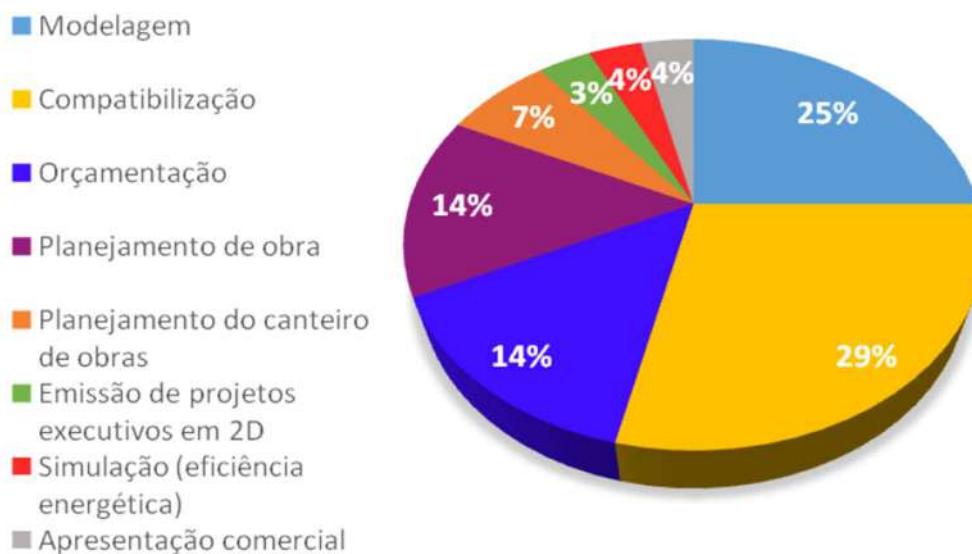
A indústria da construção civil possui grande importância para a economia nacional por ser responsável pela construção de toda a infraestrutura de desenvolvimento de um país e por gerar grande empregabilidade. Uma das maiores tendências do setor é a melhoria na qualidade de desenvolvimento e entrega de seu produto final, a minimização de custos de produção e o aumento da produtividade, assegurando que todos os recursos disponíveis sejam utilizados da melhor forma possível (CATANNI, 2001).

De acordo com estudos desenvolvidos pela Escola Politécnica da USP, ao fim de uma obra tem-se cerca de 8% de desperdício de materiais e 30% de perdas financeiras, inclusive as perdas devido ao custo de retrabalhos (MATIAS et.al, 2001). Tais perdas, muitas das vezes, são resultados de um projeto mal elaborado e com falhas nas etapas de compatibilização, orçamentação e planejamento. Neste trabalho, será enfatizado a etapa de compatibilização e avaliado o uso da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) neste processo, através da compatibilização de projetos de uma residência unifamiliar localizada em Vitória – ES.

A compatibilização pela metodologia BIM possibilita uma melhoria na qualidade do projeto, uma vez que os elementos podem ser analisados de forma rigorosa, as simulações são realizadas com rapidez, o desempenho é aferido e todos os documentos são flexíveis e automatizados (AZHAR, 2011).

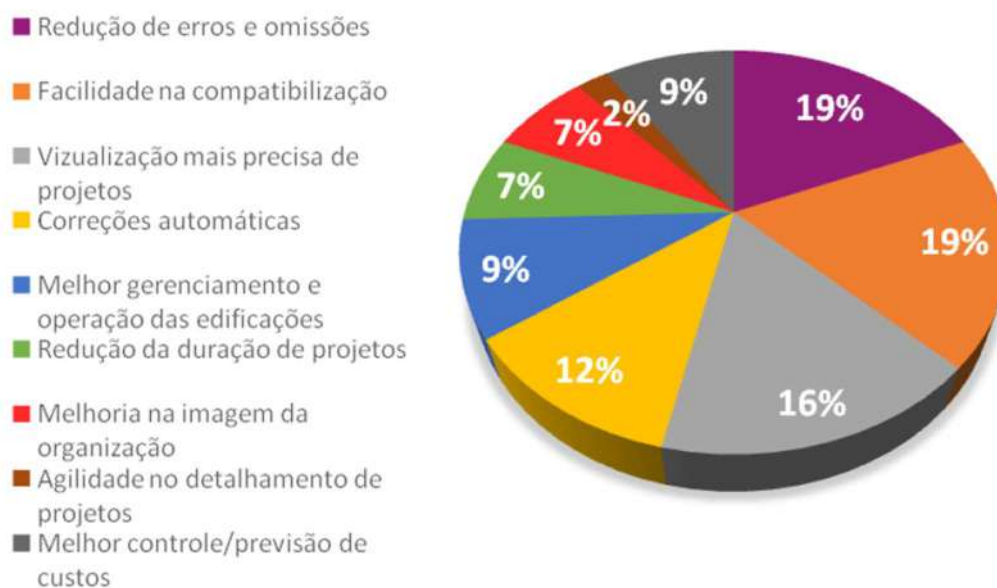
Uma pesquisa realizada por ALVES et. al.(2019) sobre a implantação do BIM em empresas construtoras da Grande Vitória, demonstra que dentre as empresas que adotaram a metodologia, a compatibilização de projetos foi a finalidade de uso do BIM mais citada (ver Figura 1) e, a redução de erros e omissões, a facilidade na compatibilização e a visualização mais precisa de projetos compõe 54% dos benefícios observados por tais empresas (ver Figura 2). Contudo, através da pesquisa, foi notório que quando utilizado, o BIM traz vantagens no processo de compatibilização de projetos.

Figura 1: Finalidades de utilizar o BIM de acordo com as empresas participantes do questionário.



Fonte: Alves et.al, 2019.

Figura 2: Benefícios da Utilização do BIM de acordo com as empresas participantes do questionário.



Fonte: Alves et.al, 2019.

Entretanto, essa mesma pesquisa, concluiu que 50% das empresas não utilizam a ferramenta e dentre os motivos de não a utilizar, destacam-se: a falta de informação sobre o tema (13%), a não necessidade de mudança de *software* (20%) e devido à

falta de conhecimento pela gestão (7%). Somados, esses motivos representam 39% da não adoção da tecnologia BIM no setor da construção civil local.

Com o objetivo de promoção de um ambiente adequado ao investimento BIM e sua difusão no Brasil, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) lançou em maio de 2008 a “Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* – BIM (Estratégia BIM BR)”. A Estratégia BIM BR tem como metas:

- A utilização do BIM pelas empresas que representam 50% do PIB da Construção Civil;
- Aumento de 10% na produtividade e redução de 9,7% dos custos de produção das empresas que adotarem a metodologia;
- Elevação de 28,9% do PIB da Construção Civil.

Para alcançar as metas citadas, foram definidas as diretrizes representadas pela Figura 3.

Figura 3: Diretrizes Estratégia BIM BR



Fonte: Autora. 2022.

A Estratégia BIM BR conta com o apoio do Governo Federal para impulsionar o uso do BIM através de um programa de implementação do BIM composto por 3 fases, de acordo com a Figura 4.



Figura 4: Programa de impulsionamento da implementação do BIM no Brasil.



Fonte: Fettermann, 2020.

Contudo, o presente estudo tem o intuito de agregar maior conhecimento sobre o método, enfatizar a potencialidade do BIM na compatibilização de projetos e promover a difusão dessa metodologia.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a eficácia do uso de softwares BIM na compatibilização dos Projetos Arquitetônico, Estrutural e Hidrossanitário de uma Residência Unifamiliar.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

O presente trabalho tem como objetivos específicos os listados abaixo:

- Realizar uma modelagem tridimensional dos projetos estrutural e hidrossanitário (disponibilizados em CAD) utilizando o software Revit.

- Integrar os projetos estrutural e hidrossanitário com o projeto arquitetônico disponibilizado em IFC na plataforma BIM em um único modelo da construção.
- Detectar interferências, incompatibilidades e inconsistências entre os projetos.
- Analisar a eficácia da compatibilização de projetos utilizando a metodologia BIM.

## 1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos, são eles:

- Capítulo 1 - Introdução: Neste capítulo é feita uma introdução ao tema proposto. Ademais, são apresentados os objetivos gerais e específicos do trabalho, bem como sua estruturação;
- Capítulo 2 - Referencial Teórico: Este capítulo é dedicado aos conceitos importantes e pertinentes para o desenvolvimento deste estudo. Os temas abordados discorrem sobre projetos na construção civil, o processo de compatibilização de projetos e a metodologia BIM;
- Capítulo 3 - Metodologia: Este capítulo estabelece a metodologia adotada para o cumprimento do presente trabalho;
- Capítulo 4 - Estudo de Caso: Neste capítulo é apresentado o estudo de caso escolhido para a realização da compatibilização com uso da Metodologia da Informação da Construção: uma residência unifamiliar localizada na cidade de Vitória, Espírito Santo;
- Capítulo 5 - Resultados e Discussões: Neste capítulo são apresentados os resultados e as discussões pertinentes acerca da compatibilização realizada entre os projetos da residência unifamiliar;

- Capítulo 6 - Conclusão: Neste capítulo tem-se a conclusão e as considerações finais sobre a eficácia do uso do BIM na compatibilização de projetos com base nos resultados encontrados.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

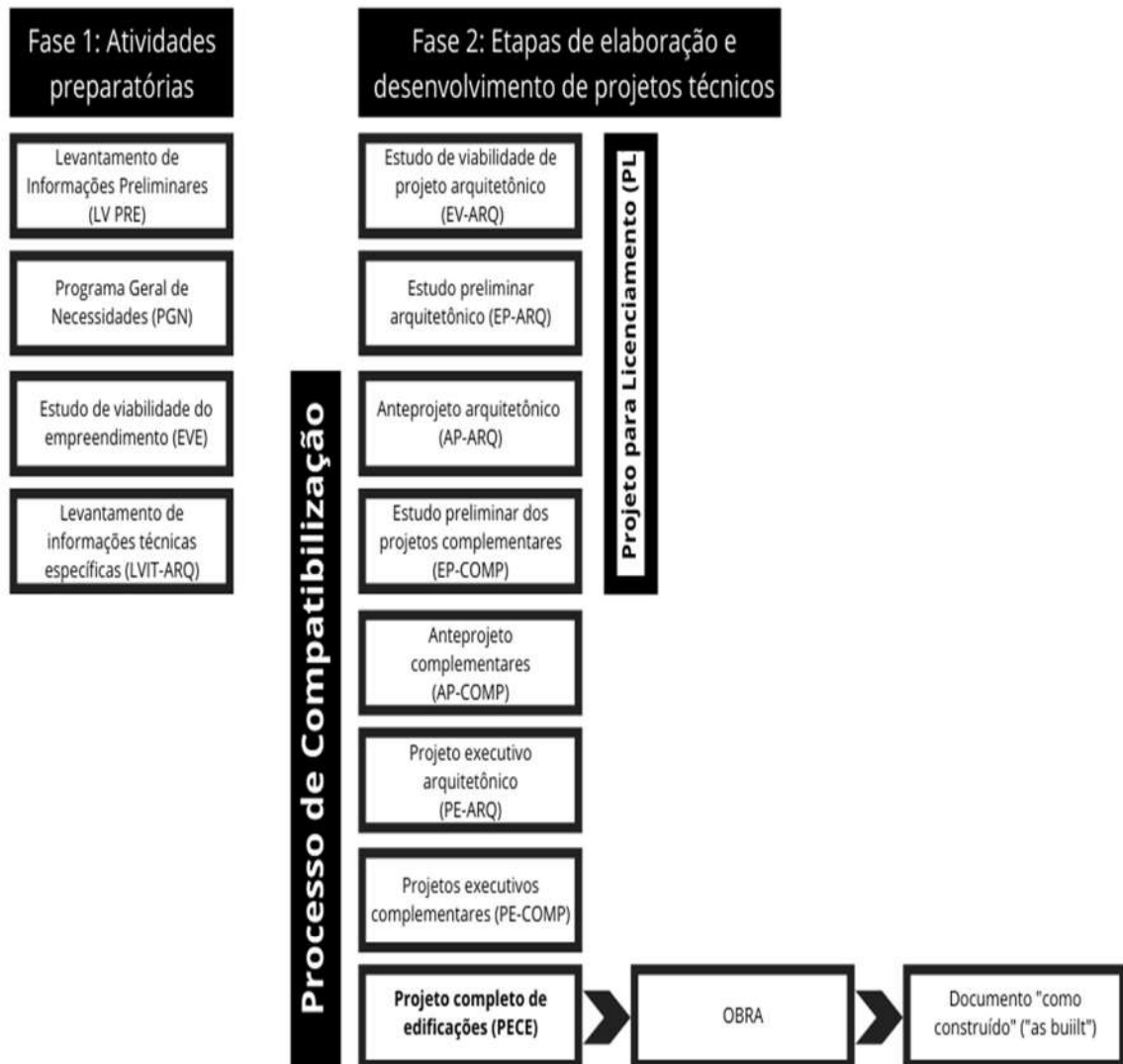
#### 2.1.1. O projeto e sua importância

A palavra projeto vem do latim *projetum*, que significa antes de uma ação. Portanto, “projeto pode ser definido como uma ação prévia de um empreendimento, pesquisa ou desenho de modo sistemático e planejado para alcançar um objetivo” (BALEM, 2015, pg.18). Já a NBR 16636-1:2017, define projeto através de uma visão mais técnica como uma:

“representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, pg. 11).

Ainda de acordo com a norma, os projetos de um edifício são devolvidos seguindo uma sequência caracterizada por fases, etapas e atividades complementares. Tal processo é representado pelo esquema na Figura 5.

Figura 5: Fases do projeto arquitetônico e complementares da edificação.



Fonte: Adaptado pela autora da NBR 16.636 da ABNT (2017).

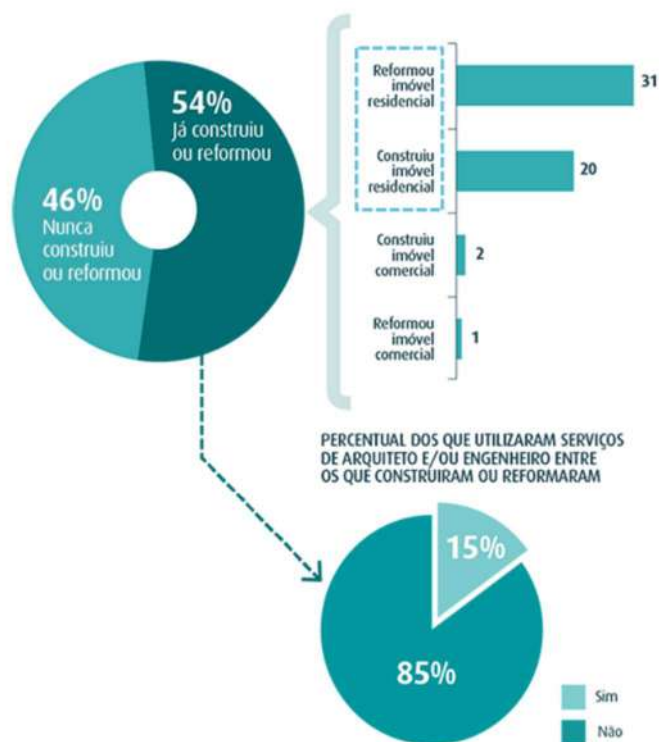
A fase 1 é dedicada à preparação para a elaboração do projeto. Nessa fase é coletada as informações necessárias para a definição, o desenvolvimento, a equipe responsável e os requisitos a serem atendidos na construção do empreendimento. Na fase 2 inicia-se a elaboração e o desenvolvimento dos projetos. O primeiro projeto a ser realizado é o arquitetônico e depois seus complementares (estrutural, hidráulico,

elétrico, etc.). Antes do início da obra, tem-se o projeto completo de edificações que engloba todos os projetos necessários para a execução, com o devido detalhamento das definições construtivas. Esta é a etapa final do processo de compatibilização, que será introduzido no próximo tópico deste capítulo. Após a realização da obra, tem-se a etapa final de todo o processo onde será elaborado o “*as built*” (“como construído”), documentando tecnicamente e de forma fiel os resultados da obra realizada, a partir dos projetos e eventuais alterações feitas.

A fase de projeto possui grande importância em um empreendimento de construção civil e pode ser um fator determinante para o andamento da obra, pois permite que sejam feitas melhorias no método de execução, mapeamento de probabilidades pré-execução, detecção de falhas, possíveis patologias e interferências, e assim, contribui para a redução de desperdícios e retrabalhos na fase de obra, favorecendo um maior lucro durante a construção (SOUSA JUNIOR, et al., 2014).

Entretanto, ainda é comum situações onde o projeto é visto como um “encargo desnecessário” que o empregador deve arcar antes de iniciar o seu empreendimento, deste modo, na sua visão, deve ser minimizado o quanto possível. Um exemplo dessa prática corrente é a autoconstrução, quando uma pessoa constrói sem a supervisão ou auxílio de um profissional arquiteto ou engenheiro. De acordo com uma pesquisa realizada pelo CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil) em 2015, 85% dos brasileiros realizam obras sem a contratação de um profissional capacitado (CAU-BR, 2015). A Figura 6 retrata os resultados da pesquisa. Outro caso comum é a compra de plantas arquitetônicas prontas pela internet e a não contratação de profissionais qualificados para a realização dos projetos complementares (estrutural, hidrossanitário, elétrico, etc.).

Figura 6: Resultados pesquisa: percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo.



Fonte: CAU/BR, 2015 <sup>1</sup>.

Contudo, para que se alcance um empreendimento de qualidade, é preciso que o empreendedor valorize a fase de projeto. Um estudo realizado pelo grupo do *Construction Industry Institute - CII* sobre a influência que cada fase da construção de um edifício possui sobre o custo final do empreendimento, evidenciou-se que as primeiras fases (estudo preliminar, projeto e contratação) possuem maior influência em relação às fases finais (execução e uso e manutenção). Esta influência é ilustrada pela Figura 7. Ou seja, quanto mais tempo é dedicado ao estudo de viabilidade e no projeto, menores serão os custos associados ao empreendimento durante a sua execução, uso e manutenção.

<sup>1</sup> Disponível em <<https://www.cau.br.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>>, Acesso em: 29 ago. 2021.

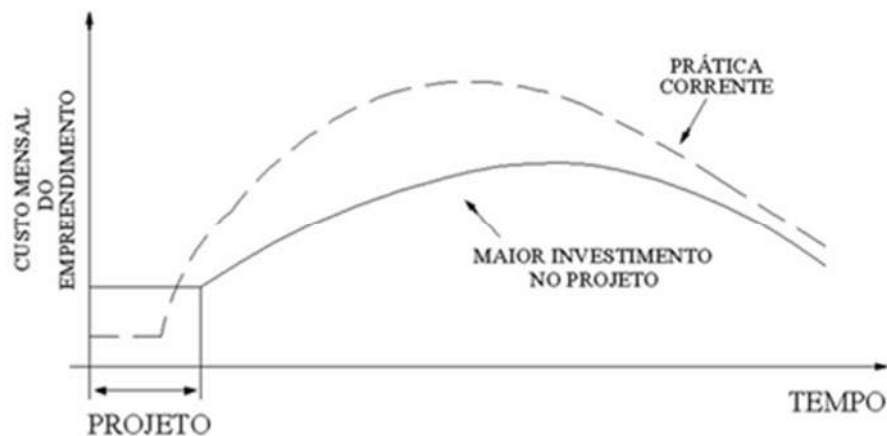
Figura 7: Capacidade de influência de cada fase no custo final da obra.



Fonte: Adaptado de CII, 1987.

Completando o estudo anterior, a Figura 8 compara o custo mensal e o tempo de desenvolvimento de um empreendimento em duas situações diferentes. Na primeira situação, considerada a prática corrente, tem-se um menor investimento na fase de projeto, enquanto na segunda situação tem-se um maior investimento.

Figura 8: Relação entre o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades, demonstrando o efeito de um maior "investimento" na fase de projeto.



Fonte: Barros; Melhado, 1993.



Além disso, Hammarlund e Josephson (1992) e Rodríguez (2001) estudam a importância da fase de projeto em relação ao custo e a ocorrência de falhas na construção de edifícios. Hammarlund e Josephson (1992) aponta que as fases iniciais possuem participação principal na redução dos custos de falhas (ver Figura 9), enquanto Rodríguez (2001) diz que a maior quantidade de falhas na construção das edificações origina-se em problemas associados ao projeto (ver Figura 10).

Figura 9: O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.



Fonte: Hammarund & Josephson, 1992.

Figura 10: Origem das falhas nas edificações (em %).

ORIGEM DAS FALHAS DAS EDIFICAÇÕES	
Fases da Obra	Porcentagem do total de falhas (%)
Projeto	40 a 45
Execução	25 a 30
Materiais	15 a 20
Uso	10

Fonte: Adaptado de Rodríguez, 2001.

Assim sendo, conforme definido por Praia (2019):

“(...) é no projeto da edificação em que as principais decisões são tomadas, definindo-se os custos posteriores da execução, e onde os erros devem ser

evitados. Dentro desse contexto, a compatibilização de projetos é um processo necessário para a melhora da qualidade e para o aumento da racionalização da obra, buscando solucionar aspectos da falta de eficiência do setor da construção” (PRAIA, 2019, p. 27).

Portanto, pode-se concluir que a fase de projeto, bem como a compatibilização entre projetos arquitetônico e complementares, possuem suma importância no desenvolvimento de um empreendimento e que se não realizada com a devida qualidade pode trazer prejuízos à construção como: atrasos, desperdício de materiais, retrabalho, aumento do custo final da obra e surgimento de patologias.

### **2.1.2. Conceito e métodos de compatibilização de projetos**

A compatibilização de projetos, segundo Picchi (1993), consiste na atividade de sobrepor os vários projetos e identificar suas interferências, tal como programar reuniões entre os diversos projetistas e a coordenação, com o intuito de resolver interferências que tenham sido detectadas. De forma similar, para Melhado (2005), a compatibilização de projetos compreende na atividade de sobrepor os projetos de diferentes especialidades com o objetivo de analisar e verificar interferências e ajustar as interfaces, entre as diferentes soluções dos diversos projetos de uma edificação.

Para que o processo de compatibilização tenha êxito, é necessário que haja uma comunicação e integração de todos os projetistas envolvidos nas etapas de planejamento e execução do empreendimento, conseqüentemente haverá um maior entendimento das etapas construtivas, minimizando o número de incertezas e aproximando o projeto da realidade (NOVAES, 1998).

A compatibilização dos projetos está intimamente ligada ao sucesso do empreendimento, saltar esse processo pode evidenciar problemas de falta de qualidade, acarretar maiores índices de retrabalho, alongar os prazos de execução da obra e gerar um acréscimo no custo da construção (TAVARES, et al., 2003).

De acordo com Rodriguez (2005) a falta de compatibilização pode contribuir com o aumento de custos devido a algumas razões, representadas no diagrama da Figura 11.

Figura 11: Consequência da falta de compatibilização de projetos.



Fonte: Adaptado pela autora de Rodríguez, 2005.

Como visto, o investimento na fase de projetos é justificável e investir na etapa de compatibilização também Horostecki (2014) evidencia que a compatibilização de projetos demanda de 1% a 1,5% do custo total da obra, mas reduz de 5% a 10% o valor desse mesmo custo.

Existem alguns métodos de se realizar a compatibilização de projetos. Um método muito utilizado durante o processo de criação de um produto ou nas fases de um projeto, é o *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) - Análise dos modos e efeitos de falhas. Esta técnica se baseia na identificação de falhas em potencial, suas causas e consequências, com o intuito de analisar o efeito que cada uma delas pode causar

no desenvolvimento do projeto, para então priorizar soluções corretivas ou preventivas, proporcionando melhorias no processo. Dentro desse método pode ser utilizado a sobreposição de projetos em 2D e 3D como auxílio na identificação das falhas. No esquema representado pela Figura 12, tem-se um resumo desse método.

Figura 12: Resumo do método FMEA.

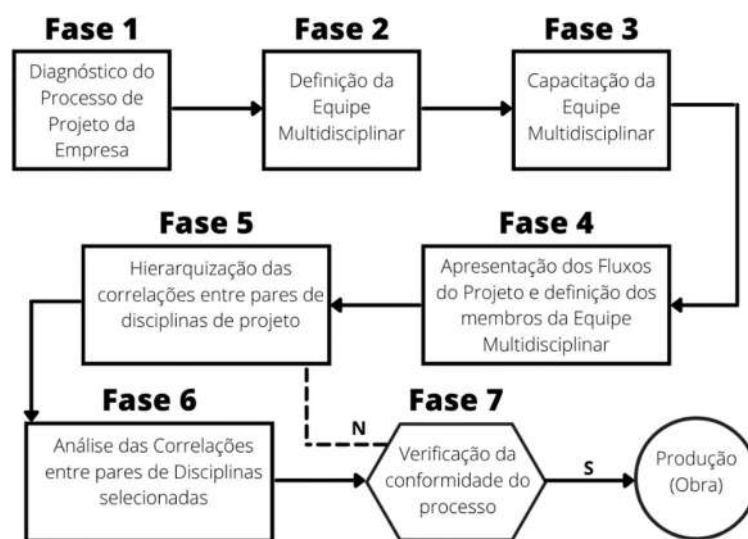


Fonte: Adaptado pela autora de Helman e Andery (1995) apud Mikaldo JR (2006).

Tavares Júnior et.al (2003) definiram um modelo de compatibilização de um projeto de uma edificação baseado na Engenharia Simultânea <sup>2</sup>e no FMEA. Este modelo foi dividido em sete etapas, como ilustrado na Figura 13.

<sup>2</sup> “Engenharia simultânea é a possibilidade de promover antecipadamente, durante a fase de concepção até o lançamento, uma integração de todo conhecimento, recursos, e experiência em projetos, desenvolvimento, marketing, produção e vendas de uma empresa para criar novos produtos com sucesso. Permite atingir simultaneamente a redução do “*time-to-market*”, a melhoria da qualidade do produto, e a diminuição dos custos de desenvolvimento dos produtos” (MELLONI, 1998, pg. 50).

Figura 13: Fluxograma Modelo de Compatibilização baseado na engenharia simultânea e no FMEA.



Fonte: Adaptado pela autora de Tavares Júnior et.al (2003).

Na Fase 1, é realizado um diagnóstico do processo de projeto utilizado pela empresa para identificar o conhecimento e os hábitos que a empresa possui na realização de projeto de edificações.

Na Fase 2, é feita a seleção dos membros da equipe com base nos critérios de competência técnica, interesse em trabalhos de equipe e disponibilidade para acompanhamento de obra.

Na Fase 3, é realizado um treinamento da equipe de projeto nos conceitos e ferramentas da Engenharia Simultânea e FMEA. Na Fase 4, é definido as funções de cada membro da equipe multidisciplinar. Para isso, utiliza-se uma Matriz Tarefa x Responsabilidade. Como exemplo, tem-se a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Matriz Tarefa x Responsabilidade para uma equipe multidisciplinar.

MATRIZ TAREFA X RESPONSABILIDADE									
EMPREENDIMENTO:		PROJETO DO PRODUTO					FOLHA:		
LOCAL:							DATA:		
DISCIPLINAS DO PROJETO	EQUIPE MULTIDISCIPLINAR								
	COORD PROJ.	ARQ.	ENG. ESTRU	ENG. INST.	ENG. PROD.	ENG. CUSTO	CONS. TECN.	CONS. MARK.	CONS. AS. TE
PROJ. ARQUITETÔNICO	X	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. ESTRUTURAL	X	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. ELÉTRICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. TELEFÔNICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. HIDRÁULICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. SANITÁRIA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. GÁS	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. PROD. FORMA	X	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. PROD. IMPERMEAB.	X	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. PROD. CANT. OBRA	X	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. PROD. VEDAÇÕES	X	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. PROD. REV. FACHAD	X	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ
CADERNO DE ENCARGOS	X				O		Δ	Δ	Δ
ORÇAMENTO	X	Δ	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ

LEGENDA: O - Responsável - Participa X - Decide Δ - Deve ser consultado

Fonte: Tavares Júnior et.al (2003).

Na Fase 5, inicia-se a compatibilização de projetos propriamente dita com a relação de hierarquização das correlações entre pares de disciplinas. Para isso, utiliza-se uma Matriz de Correlação entre Disciplinas do Projeto (ver Tabela 2). Nesta tabela é atribuído um peso para cada correlação, sendo 0 para correlação inexistente, 1 para correlação fraca, 2 para correlação média e 3 para correlação forte. Os pares com correlação igual ou maior que 1 devem ser considerados.

Tabela 2: Matriz de Correlação entre Disciplinas de Projeto.

MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE DISCIPLINAS DE PROJETO														
EMPREENHIMENTO:	PROJETO DO PRODUTO										FOLHA:			
LOCAL:											DATA:			
DISCIPLINAS DO PROJETO	DISCIPLINAS DO PROJETO													
	PA	PE	PIE	PIT	PIH	PIS	PIG	PF	PI	PC	PV	PR	CE	ORÇ
PROJ. ARQUITETÓNICO (PA)		3	3	2	3	3	2	0	2	2	3	3	3	3
PROJ. ESTRUTURAL (PE)			3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3
PROJ. INST. ELÉTRICA (PIE)				3	2	2	3	1	1	1	2	0	3	3
PROJ. INST. TELEFÓNICA (PIT)					2	2	2	1	1	1	2	0	3	3
PROJ. INST. HIDRÁULICA (PIH)						3	2	1	1	1	2	0	3	3
PROJ. INST. SANITÁRIA (PIS)							2	1	2	1	2	0	3	3
PROJ. INST. DE GÁS (PIG)								1	1	1	2	0	3	3
PROJ. PROD. DE FORMA (PF)									0	2	1	0	3	3
PROJ. PROD. IMPERM. (PI)										1	2	3	3	3
PROJ. PROD. CANT. OBRA (PC)											2	2	3	3
PROJ. PROD. VEDAÇÕES (PV)												3	3	3
PROJ. PROD. REVEST. FAC. (PR)													3	3
CADERNO DE ENCARGOS (CE)														3
ORÇAMENTO (ORÇ)														

Fonte: Tavares Júnior et.al (2003).

Na Fase 6, é analisada as correlações entre os pares de disciplinas consideradas na Fase 5. Para cada par é feito uma lista de verificações com o intuito de levantar os modos de falhas potenciais, definidos a partir de um *brainstorming* (chuva de ideias em português) entre os profissionais participantes (ver Figura 14).

Figura 14: Lista de verificação dos modos de falhas potenciais.

LISTA DE VERIFICAÇÃO DOS MODOS DE FALHAS POTENCIAIS		
EMPREENHIMENTO:	DISCIPLINAS CORRELACIONADAS	FOLHA:
LOCAL:	<u>PROJ. ESTRUT X PROJ. PROD. VEDAÇÕES</u>	DATA:
<p>MODOS DE FALHAS POTENCIAIS: 1 – Não-conformidades das espessuras entre paredes e vigas;                  2 – Falha nas junções entre paredes e pilares;                  3 – Escolha do tipo de vedação não condizente com a estrutura.</p> <p>PROFISSIONAIS PARTICIPANTES: 1 – Eng<sup>o</sup> Lucius Silva (Projeto Estrutural)                  2 – Eng<sup>o</sup> Antônio Lucas (Projeto Produção de Vedações)                  3 – Eng<sup>o</sup> Armando Pontes (Coordenador de Projeto)</p> <p>DATA DA REALIZAÇÃO: ____/____/____</p>		

Fonte: Tavares Júnior et.al (2003).

Feito o levantamento dos Modos de Falhas Potenciais, é estudado cada modo de falha potencial através de um formulário FMEA, apontando a causa e a consequência gerada por essa falha. A Figura 15 ilustra o preenchimento deste formulário.

Figura 15: Exemplo de formulário FMEA preenchido.

FMEA – ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHAS										
PROJETO DO PRODUTO					PROJETO DO PROCESSO					
EMPREENHIMENTO :			DISCIPLINAS CORRELACIONADAS				FOLHA :			
LOCAL :			PROJ. ESTRUT. X PROJ. PROD. VED.				DATA :			
ITEM	ETAPA	FALHAS POSSÍVEIS			ÍNDICES				CONTROLE	AÇÃO CORRETIVA
		MODO	CAUSA	EFEITO	O	G	D	R		
1.0	Estudo Preliminar	Não-conformidade das espessuras entre paredes e vigas	- Não existência de projeto de vedações. - Desconsideração pelo projetista de estruturas da espessura das vedações	- Visão estética de vigas salientes em relação às vedações. - Acréscimo no custo do serviço de revestimento.	8	5	2	80	Nenhum	De posse dos projetos estrutural e de vedações fazer a compatibilização das espessuras das vigas e paredes.

Fonte: Fonte: Tavares Júnior et.al (2003).

A partir do Índice de Risco (R) definido pela planilha anterior pode ser feita uma classificação das falhas com a intenção de analisar primeiramente as falhas com Índice de Risco mais elevado. Ademais, fica definida a ação de correção para a prevenção da falha potencial, podendo assim se estabelecer um plano de ação para determinar as contramedidas a serem aplicadas. Tal plano de ação é feito com a utilização de um quadro 5W-1H, ilustrado pela Figura 16.



Figura 16: Exemplo de um quadro 5W-1H preenchido.

QUADRO 5W – 1H					
PROJETO DO PRODUTO			PROJETO DO PROCESSO		
EMPREENHIMENTO:		DISCIPLINAS CORRELACIONADAS		FOLHA:	
LOCAL:		PROJ. ESTRUTURAL X PROJ. VEDAÇÕES		DATA:	
WHAT (O QUE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	WHERE (ONDE)	WHY (POR QUE)	HOW (COMO)
Compatibilizar as espessuras das vigas à das paredes (vedações)	Eng <sup>o</sup> Lucius Silva (Estrutura) e o Eng <sup>o</sup> Antonio Lucas (Vedações)	10/10/00 a 20/10/00.	Escritório do Eng <sup>o</sup> Lucius Silva.	Solucionar as não-conformidades (espessuras) entre as peças estruturais (vigas) e vedações (paredes).	Revisar os projetos Estrutural e de Vedações redimensionando as espessuras das vigas em conformidade com às espessuras das paredes.

Fonte: Tavares Júnior et.al (2003).

Com o quadro 5W-1H pronto, deve-se realizar as correções necessárias nas disciplinas analisadas.

Na Fase 7, é feita uma análise criteriosa do processo, a fim de verificar se este ainda possui não-conformidades. Caso o projeto esteja conforme ele é enviado para a etapa de produção (obra), ou caso contrário, ele retorna à Fase 5.

A Tabela 3 e 4 (além da “Lista de verificação dos modos de falhas em potencial” já apresentada) são exemplos de *check lists*, utilizadas como auxílio na detecção de inconformidades. Na Tabela 3, os projetos são verificados dois a dois e é feita a identificação das não-conformidades entre os itens considerados críticos. Saber definir esses itens é considerado o grande “*know how*” (“saber-fazer”) que uma empresa possui.

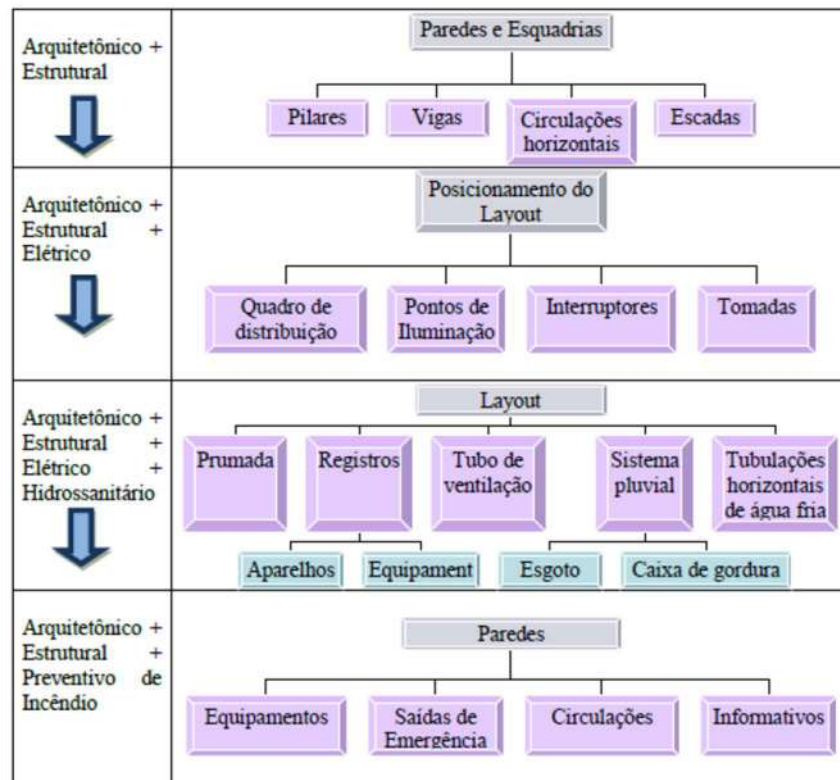
Tabela 3: Check List de compatibilização de projetos.

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO:		PROJETO INSPECIONADO:					
CR do EMPREENDIMENTO:	ETAPA DE PROJETO:	FOLHA / REVISÃO INSPECIONADA:					
DATA DA INSPEÇÃO:	RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO:	VISTO:	NÚMERO E REVISÃO DO PO UTILIZADO PARA INSPEÇÃO:				
<b>Tipo de Projeto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tipo de Projeto</b>	<b>NÃO APLIC.</b>	<b>TAMANHO DA AMOSTRA</b>	<b>CONFORME</b>	<b>NÃO CONFORME</b>	<b>DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE</b>
<b>ARQUITETURA</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>ESTRUTURA</b>					
ESPESSURA DE ALVENARIA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESPESSURA DE VIGA					
ALTURA DE FORRÓS	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTURA DE VIGAS					
PÉ DIREITO LIVRE NA GARAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTURA DAS VIGAS					
DIMENSÕES DE SHAFTS BRUTO	<input checked="" type="checkbox"/>	DIMENSÕES DE FUIROS EM LAJES					
<b>ARQUITETURA</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>INSTALAÇÕES</b>					
ESPESSURA DE ALVENARIA	<input checked="" type="checkbox"/>	SEÇÃO E CRUZAMENTO DE TUBULAÇÃO COM E SEM ISOLAMENTO TÉRMICO					
ALTURA DE ENTRE-FORRO	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTURA DE TUBULAÇÕES					
LOCAÇÃO DE FIXADORES DE ARMÁRIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	POSIÇÕES DE TUBULAÇÕES					
LOCAÇÃO DE VAGAS DE GARAGEM	<input checked="" type="checkbox"/>	LOCAÇÃO DE CXS, PASSAGEM, POÇOS DE RECALQUE, ALÇAPÕES E ALTURAS DE TUBULAÇÕES AÉREAS					

Fonte: Fontenelle, 2002.

Na Tabela 4, de forma similar, são analisadas as interferências entre itens específicos. Entretanto, os projetos não são avaliados apenas dois a dois. Por exemplo, os pontos de iluminação, tomadas e interruptores e a localização do quadro de distribuição são analisados no conjunto dos projetos: arquitetônico, estrutural e elétrico. Uma vez encontrados conflitos entre os elementos construtivos, busca-se soluções para alcançar a compatibilidade (GIACOMELLI, 2014).

Tabela 4: Check List de compatibilização de projetos.



Fonte: Giacomelli, 2014.

Existem algumas formas de se realizar a etapa de detecção de não conformidades presente na Fase 6 e 7. A mais simples é geralmente a sobreposição de plantas em 2D (duas dimensões) de forma manual ou em programa CAD (*Computer-Aided Design*, ou Desenho Assistido por Computador, em português) (MONTEIRO, et al., 2017). Apesar de ser um recurso muito utilizado, é difícil que as interferências sejam analisadas com precisão devido a diversidade de projetos (MONTEIRO, et al., 2017).

Outra forma de se realizar a compatibilização de projetos é através da modelagem em programas 3D (três dimensões). Esse método apresenta ser uma evolução da análise em 2D, mas fica limitado a apenas uma representação gráfica, sem nenhum dado adicional que possa auxiliar os arquitetos e os engenheiros no desenvolvimento do projeto. O Autocad 3D® é um exemplo de software utilizado para modelagem tridimensional de projetos.

Por último, tem-se a compatibilização através de softwares BIM - “*Building Information Modeling*”. Além de os projetos serem representados em 3D, os elementos do projeto possuem propriedades e os modelos são integrados entre si. Um exemplo seria a Autodesk, que desenvolveu o software Navisworks®, um software de gestão ou compatibilização de projeto BIM que possibilita encontrar automaticamente interferências físicas entre os projetos (simplificando a detecção de falhas realizada na Fase 6 e 7 do FMEA) devido a integração tridimensional entre programas compatíveis: Revit®, Archicad®, Formit®, entre outros. No próximo subcapítulo, será apresentado com mais detalhes a tecnologia BIM.

## 2.2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

### 2.2.1. Contextualização

Os setores de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) estão em constante busca por tecnologias para aprimorar a execução de projetos. Os principais objetivos são diminuir o custo e tempo de entrega dos projetos e aumentar sua qualidade e produtividade. O BIM (*Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção, em português) proporciona o potencial para atingir tais objetivos. A Modelagem da Informação da Construção simula o planejamento, projeto, construção e operação de um empreendimento através do desenvolvimento e uso de modelos n-dimensionais (n-D) produzidos por computador. Auxilia os profissionais da área (arquitetos, engenheiros e construtores) na visualização do que será construído e na identificação de irregularidades de projeto, construção e operação. Além disso, promove a integração entre os diferentes membros envolvidos na concepção do empreendimento (AZHAR et al. 2008). De acordo com a AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura):

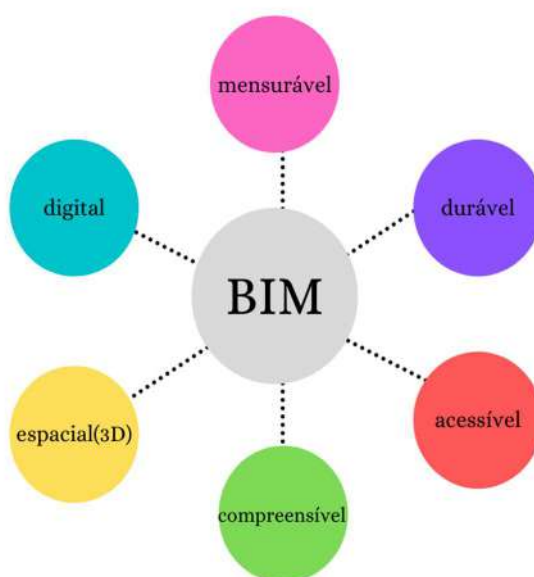
“Com o processo BIM, a troca de informações se torna mais intensa, o que permite compartilhar mais conhecimento, e tomar decisões de forma coletiva, levando a uma convergência de objetivos. Isso aperfeiçoa resultados, não só do projeto como um todo, da obra e do produto edificado, mas também possibilita melhores resultados individuais a cada um dos envolvidos no processo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015, p. 1)”.

Para o entendimento da tecnologia BIM é necessário saber o que caracteriza um modelo da construção. Para Eastman, et al. (2008) os modelos de construção são compostos por:

- Elementos construtivos representados por objetos que “sabem” o que eles são e que podem ser associados através de gráficos computáveis, atributos de dados e regras paramétricas;
- Elementos que incluem dados que descrevem seu comportamento, necessários para análises e processos de trabalho;
- Dados consistentes e não redundantes e que caso um componente seja modificado em uma vista, que essa modificação seja feita em todas as outras automaticamente.
- Dados coordenados de forma que todas as vistas de um modelo sejam representadas de uma forma coordenada.

O autor também aborda que, para que o BIM atinja a interoperabilidade apropriada entre as equipes, a modelagem necessita ter as seguintes características representadas pelo esquema composto na Figura 17.

Figura 17: Características da modelagem BIM.

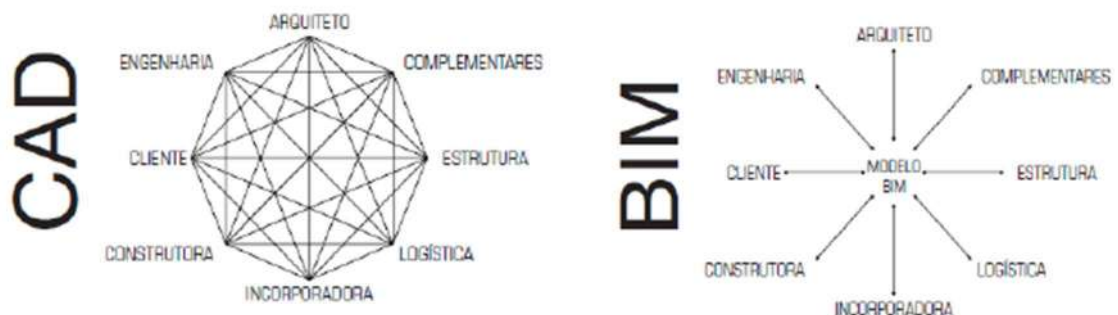


Fonte: Adaptado pela autora de Eastman et al. (2008).

Ainda, segundo o autor, os dois principais conceitos que diferem o *Building Information Modeling* (BIM) do sistema tradicional *Computer-Aided Design* (CAD) para projetos são a parametrização dos objetos e a interoperabilidade (EASTMAN et al., 2014). Diferente dos desenhos em CAD, onde uma porta é identificada pelo computador apenas como um conjunto de linhas (*layers*), no BIM, essa mesma porta possui propriedades associadas a ela, como por exemplo: material de fabricação, altura, largura, preço, fabricante, entre outros. Essa é a característica de um modelo parametrizado. Já a interoperabilidade contribui para o desenvolvimento do projeto e a troca de informações de forma integrada, sendo possível a checagem de interferências, falhas e incompatibilidades de maneira instantânea, ainda durante a fase do projeto (EASTMAN et al., 2014).

A seguir tem-se um esquema que representa a diferença entre a interligação dos elementos envolvidos no processo de projeto e construção de um edifício de um sistema CAD e BIM (ver Figura 18).

Figura 18: Interligação entre os diferentes elementos envolvidos no processo de projeto e construção de um edifício.

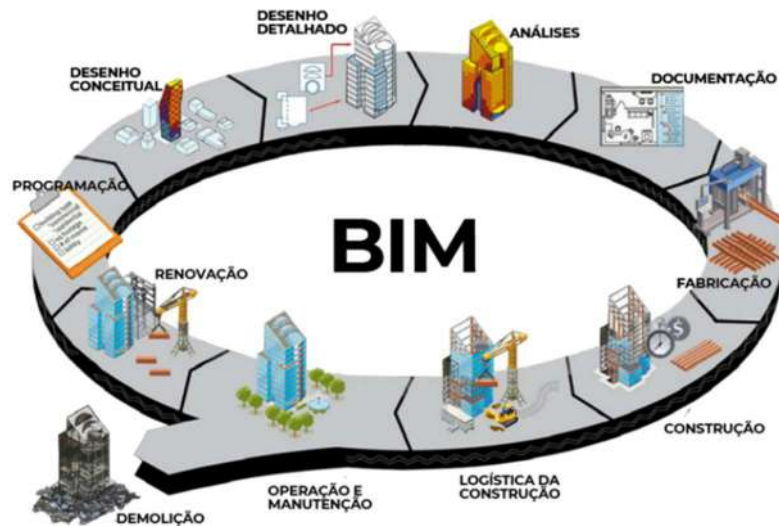


Fonte: Oliveira, 2015 apud Balem, 2015.

Como todas as informações são conectadas em um único modelo, isso permite que o projeto seja atualizado e representado simultaneamente a todos os membros da

equipe. Deste modo, o BIM contribui para que haja um maior controle da obra em todos o seu ciclo de vida (ver Figura 19).

Figura 19: Ciclo de vida BIM.



Fonte: Disponível no *website* Crasa Infraestrutura.<sup>3</sup>

Com o intuito de identificar os principais benefícios citados pelos projetistas que o BIM possui no desenvolvimento de projetos, a Autodesk realizou uma pesquisa ao longo dos anos 2017, 2018 e 2019. Os resultados estão representados pela Figura 20.

Figura 20: Crescimento ano após ano em projetos citando os benefícios do BIM.



Fonte: Autodesk, 2020.

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://www.blog.crasainfra.com/post/entendendo-a-modelagem-de-informa%C3%A7%C3%A3o-da-constru%C3%A7%C3%A3o-bim>>. Acesso em: 05 set. 2021.

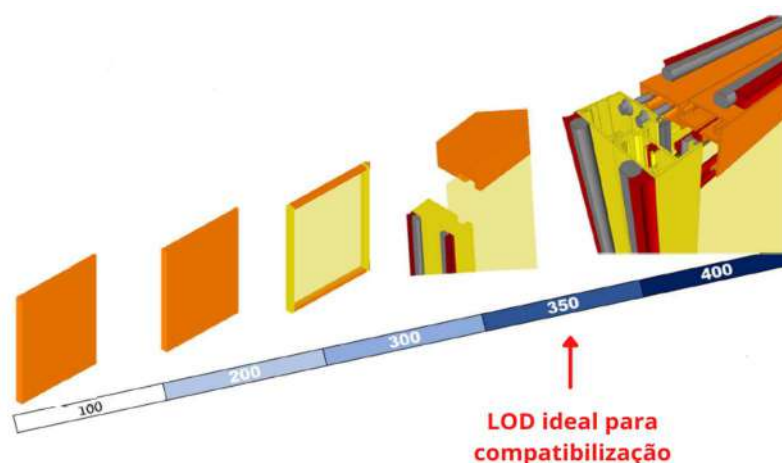
A partir desse estudo conclui-se que é mais notório os benefícios do BIM em relação a coordenação, simulação e análise e planejamento de projetos. Ademais, percebe-se que as maiores evoluções dos benefícios do BIM foram em relação a comunicação (crescimento de 17%) e planejamento (crescimento de 29%).

A seguir, serão introduzidas duas formas de classificação de projetos BIM: níveis de desenvolvimento e dimensões. Tais classificações são importantes para melhor gerenciamento das atividades projetuais dentro do conceito da Modelagem da Informação da Construção.

#### 2.2.1.1. Níveis de desenvolvimento BIM.

Uma das formas de classificação de um projeto em BIM é a partir do seu nível de desenvolvimento, conhecido como LOD (*Levels of Development*, em inglês). Cada LOD contém um nível de detalhamento diferente, que representa o grau em que a geometria do projeto e as informações anexadas foram pensadas, ou seja, o grau em que os membros da equipe podem confiar nas informações contidas no modelo (BIMFORUM, 2020). Como poderá observar no processo de compatibilização é necessário que haja um nível de informação suficiente para verificação de interferências, correspondendo no caso ao LOD 350 (ver Figura 21).

Figura 21: Levels of Development no BIM.



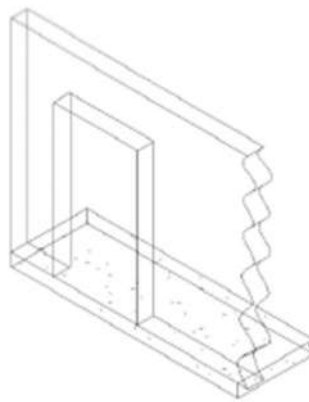
Fonte: Adaptado pela autora de BIMFÓRUM, 2020.



De acordo com o BIMFórum, existem seis níveis de desenvolvimento. São eles:

- LOD 100: os elementos são representados graficamente através de símbolos ou outra representação genérica e não satisfaz os requisitos para LOD 200. Os elementos não são considerados representações geométricas.
- LOD 200: os elementos são representados graficamente contendo informações geométricas aproximadas, como tamanho, forma, localização e orientação (Figura 22).

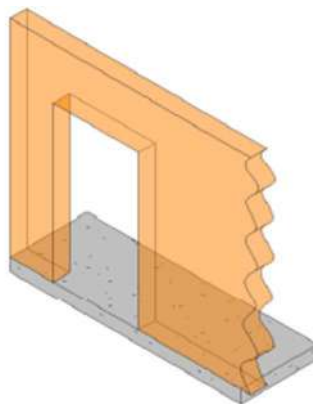
Figura 22: Exemplo de LOD 200.



Fonte: BIMFÓRUM, 2020

- LOD 300: os elementos são representados graficamente contendo informações geométricas exatas, como tamanho, forma, localização e orientação. O modelo possui origem definida e o elemento está localizado com precisão em relação à origem (Figura 23).

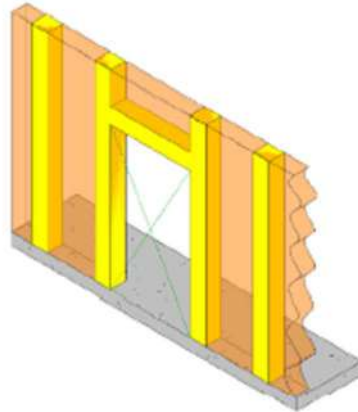
Figura 23: Exemplo de LOD 300.



Fonte: BIMFÓRUM, 2020.

- LOD 350: além das características do LOD 300, os elementos possuem interfaces com outros sistemas de construção. Nível ideal para permitir adequada compatibilização (Figura 24).

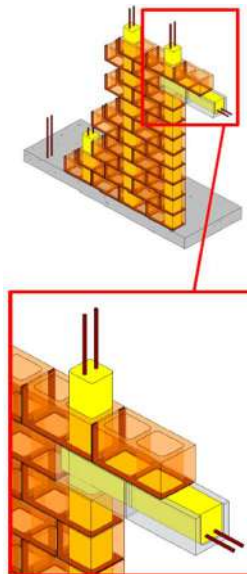
Figura 24: Exemplo de LOD 350.



Fonte: BIMFÓRUM, 2020.

- LOD 400: além das características do LOD 350, os elementos possuem informações específicas sobre montagem, fabricação e instalação (Figura 25).

Figura 25: Exemplo de LOD 400.



Fonte: BIMFÓRUM, 2020.

- LOD 500: as informações dos elementos são corrigidas de acordo com o que foi executado.

#### 2.2.1.2. Dimensões BIM

Além da classificação por níveis de desenvolvimento, um projeto feito com uso da Modelagem da Informação da Construção pode apresentar diferentes dimensões, também conhecido como os “D’s” do BIM (ver Figura 26).

De acordo com Daros (2021), existem dez dimensões do BIM. São elas:

- 1D: consiste na implantação de protocolos BIM em um país ou empresa, como exemplo a elaboração de leis e contratos que determinam o uso obrigatório do BIM em obras públicas.
- 2D: baseia-se na introdução de fluxos de trabalho colaborativos e abrange a implantação de um gerenciamento integrado.
- 3D (modelagem): realização da modelagem tridimensional do projeto com elementos paramétricos, que permite a identificação de colisões, capturas, produtos BIM, etc.
- 4D (cronograma e planejamento): nesta dimensão o tempo de execução é vinculado a cada um dos elementos do projeto e assim é possível obter um planejamento temporal completo do empreendimento.
- 5D (orçamentação): vinculada à dimensão anterior, na dimensão 5D o custo de execução é associado a cada elemento do projeto, possibilitando manobras para realizar uma otimização do orçamento.
- 6D (sustentabilidade): um dos maiores desafios presentes na construção civil atualmente, esta dimensão tem o objetivo de tornar as obras sustentáveis ambientalmente, com foco em eficiência energética, diminuição de desperdício de materiais, correto descarte de resíduos e reuso e reciclagem dos mesmos.
- 7D (operação e manutenção): relacionada ao ciclo de vida do projeto, dedica-se à operação e manutenção das instalações construídas.

- 8D (segurança): tem como objetivo garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que irão atuar na construção e manutenção do empreendimento. Também estabelece fluxo de trabalho para que o projeto seja construído fielmente ao que foi projetado.
- 9D (*lean construction*): aplicação da filosofia de gestão *lean*, também conhecida como Construção Enxuta.
- 10D (industrialização): implementação de tecnologias com o intuito de industrializar e tornar o setor da construção civil mais produtivo.

Figura 26: Dimensões BIM 3D ao 10D.



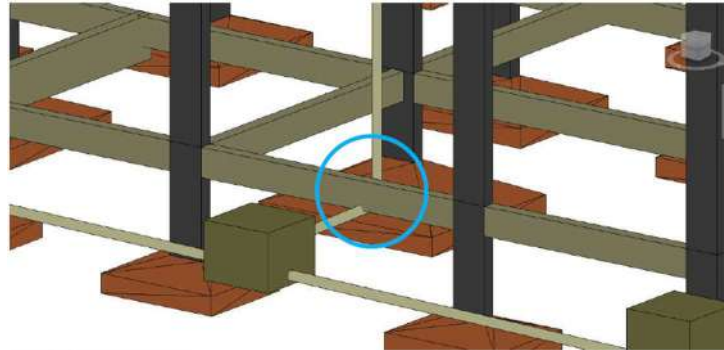
Fonte: Adaptado pela autora de Daros, 2019.

### 2.2.3. Compatibilização de projetos utilizando o BIM.

Como visto nos tópicos anteriores o BIM é uma tecnologia que possui muitas vantagens e veio para inovar o processo tradicional de desenvolvimento de projetos, principalmente na fase de compatibilização.

A integração dos projetos em uma simulação virtual em 3D permite uma visualização mais clara do empreendimento que será construído, facilitando, por exemplo, a identificação de tubos hidráulicos passando dentro de elementos estruturais (ver Figura 27), interferência que muitas das vezes passa despercebida em projetos CAD 2D.

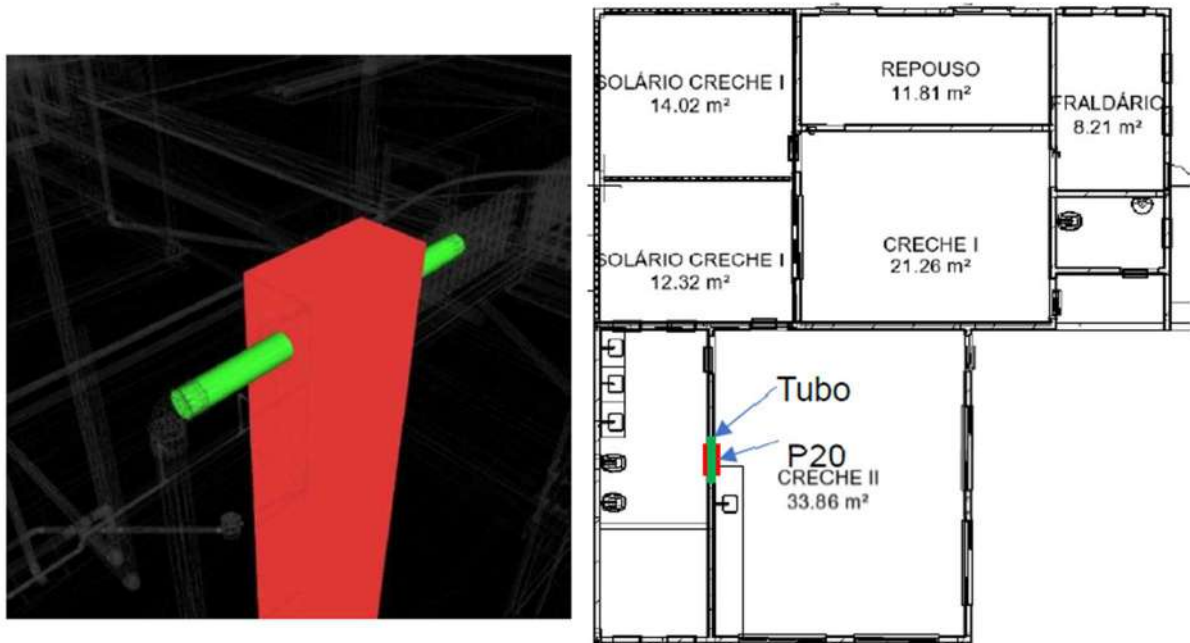
Figura 27: Detecção de interferência entre tubo de queda de esgoto e viga baldrame em projeto compatibilizado pelo software Revit®.



Fonte: Oliveira, 2019.

Além da facilidade visual, com a parametrização dos elementos é possível que essa detecção seja feita de forma automática através de programas específicos (ver Figura 28).

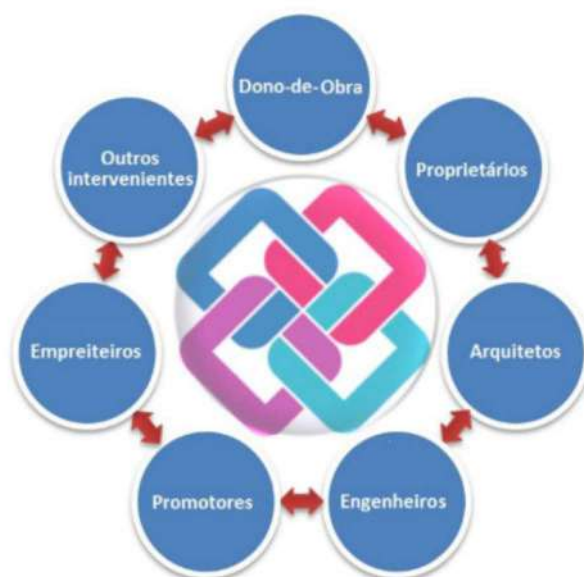
Figura 28: Detecção de interferência automática entre tubo hidráulico e pilar em projeto compatibilizado pelo software Navisworks®.



Fonte: Louro, 2020.

A interoperabilidade, como já mencionado, permite que as modificações sejam vistas simultaneamente por todos os projetistas, isso melhora a comunicação entre a equipe e evita que a compatibilização seja feita entre projetos desatualizados, situação recorrente em compatibilizações realizadas. Isso só é possível devido a criação de arquivos em formato IFC (*Industry Foundation Classes*). O IFC permite a integração de projetos entre diferentes softwares sem que se perca ou distorça qualquer dado e informação. Devido a isso, foi adotado internacionalmente como formato padrão para troca de modelos BIM.

Figura 29: O formato IFC enquanto agente de interoperabilidade.



Fonte: Pinho, 2013 apud. Praia, 2019.

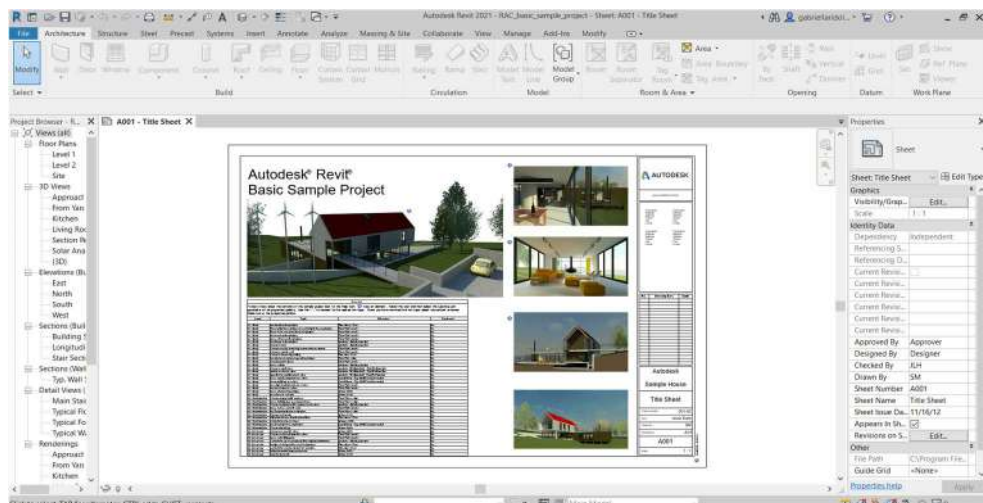
A seguir serão apresentados alguns *softwares* BIM disponíveis no mercado e dois exemplos de estudos de caso que utilizaram a Modelagem da Informação da Construção na compatibilização de projetos.

#### 2.2.3.1. *Softwares* BIM

- Revit®: Desenvolvido pela empresa Autodesk, é um dos *softwares* mais populares existente no mercado, porém é considerado de usabilidade complexa. É utilizado na modelagem de projetos arquitetônicos, estruturais e

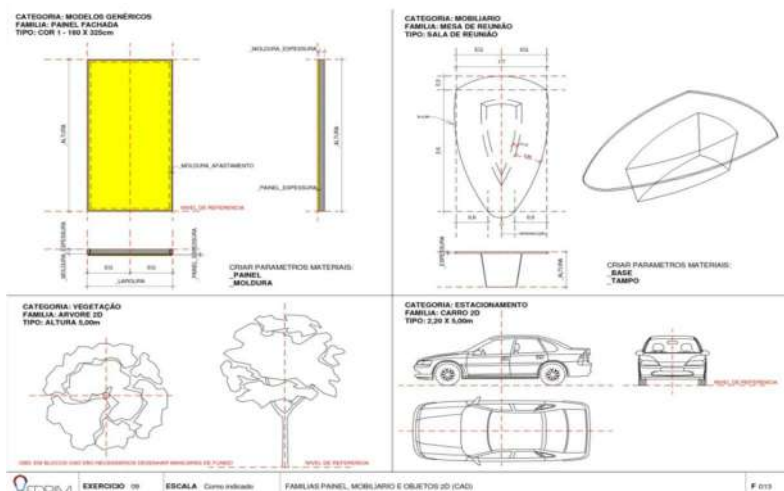
de instalações (ver figura 30). Os objetos são agrupados em famílias (diferente do CAD onde os objetos são agrupados em blocos), contendo informações parametrizadas e podem ser editados graficamente. Na figura 31 tem-se um exemplo de uma família desenvolvida no Revit®. Como o Revit® é um *software* BIM suas principais vantagens estão relacionadas a facilidade de gestão do projeto e de pessoas associadas a ele, diminuição do tempo com tarefas desnecessárias, qualidade da modelagem e segurança das informações contidas (FARIAS, 2019). O programa ainda possui uma ferramenta de detecção automática de colisões.

Figura 30: Interface programa Revit.



Fonte: Software Autodesk Revit 2021 (2021).

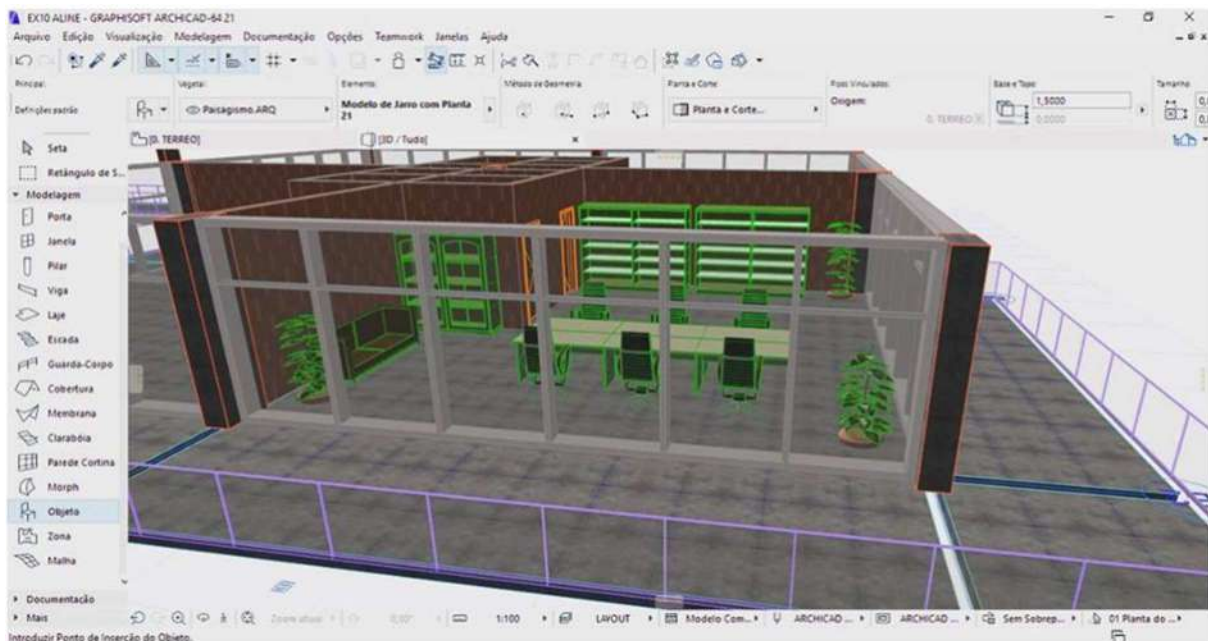
Figura 31: Exemplo família desenvolvida no Revit®.



Fonte: Farias, 2019.

- ArchiCAD®: Desenvolvido pela empresa Graphisoft, é uma ferramenta para desenvolvimento de projetos arquitetônicos. É considerado de fácil usabilidade e muito utilizado por planejadores urbanos, arquitetos e designer de interiores. É um software mais leve, mais intuitivo e melhor custo-benefício quando comparado ao Revit® (ver Figura 32).

Figura 32: Interface ArchiCAD.



Fonte: Fereguetti (2018).

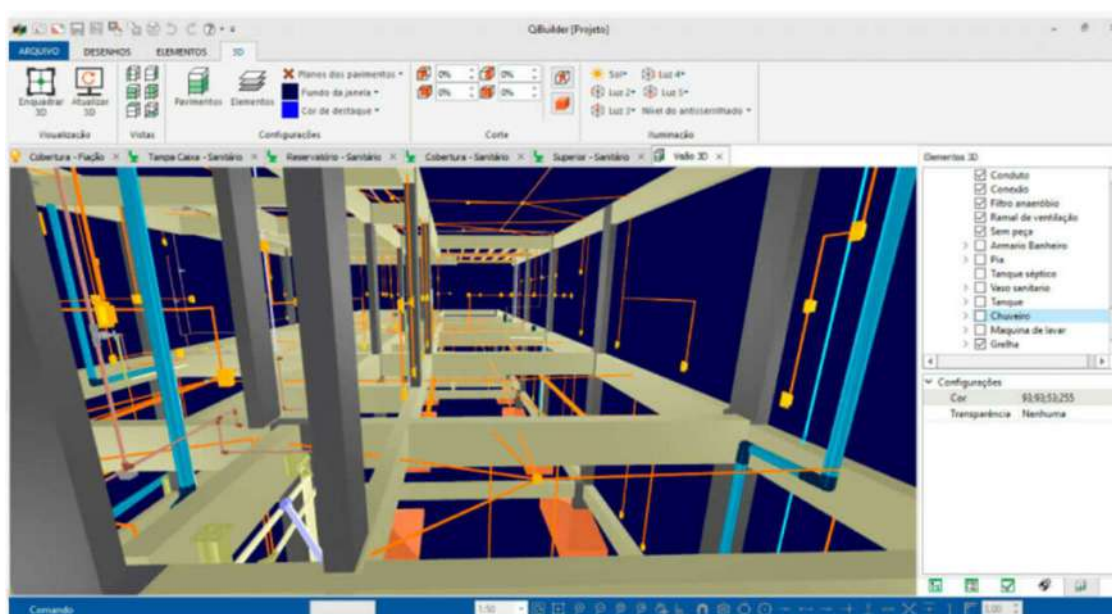
- OpenBuildings®: Desenvolvido pela empresa Bentley, é um *software* de desenvolvimento de projetos de edificações e análise energética. Possui o “OpenBuildings Designer” para projetos de construções multidisciplinares, “OpenBuildings Speedikon” para projetos industriais e documentação e “OpenBuildings Station Designer” para projetos de estações ferroviárias multidisciplinares e simulação de pedestres.
- QiBuilder®: Desenvolvido pela empresa AltoQi, é uma *software* para desenvolver projetos hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado e alvenaria estrutural em um sistema único. O programa possui a vantagem de garantir a compatibilização do projeto com as



Normas ABNT e também possui ferramenta de detecção automática de colisões (*clash detection*).

- Eberick®: Também desenvolvido pela empresa AltoQi, é uma plataforma BIM para elaboração de projetos estruturais em concreto armado moldado in-loco, pré-moldado, alvenaria estrutural e estruturas mistas, com processos que abrangem todas as etapas do projeto (ver Figura 33).

Figura 33: Visualização conjunto entre projetos QiBuilder e Eberick.



Fonte: Disponível no *website* da AltoQi.<sup>4</sup>

- TQS®: Desenvolvido pela empresa TQS é um dos *softwares* mais utilizados na elaboração de projetos estruturais de concreto armado. Fornece recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento de armaduras, geração de desenhos e emissão de plantas, de acordo com as normas ABNT. A integração entre os projetos é feita através da exportação e importação de arquivos .ifc.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://hotsite.altoqi.com.br/qibuilder/>>. Acesso em: 05 set. 2021.

- Navisworks®: Desenvolvido pela empresa Autodesk, é um *software* de gestão e compatibilização de projetos BIM. Com o Navisworks® é possível realizar a coordenação (terceira dimensão), planejamento (quarta dimensão) e análises de custos (quinta dimensão) de projetos (FARIAS,2020). Algumas funções do programa estão representadas pela Tabela 5.

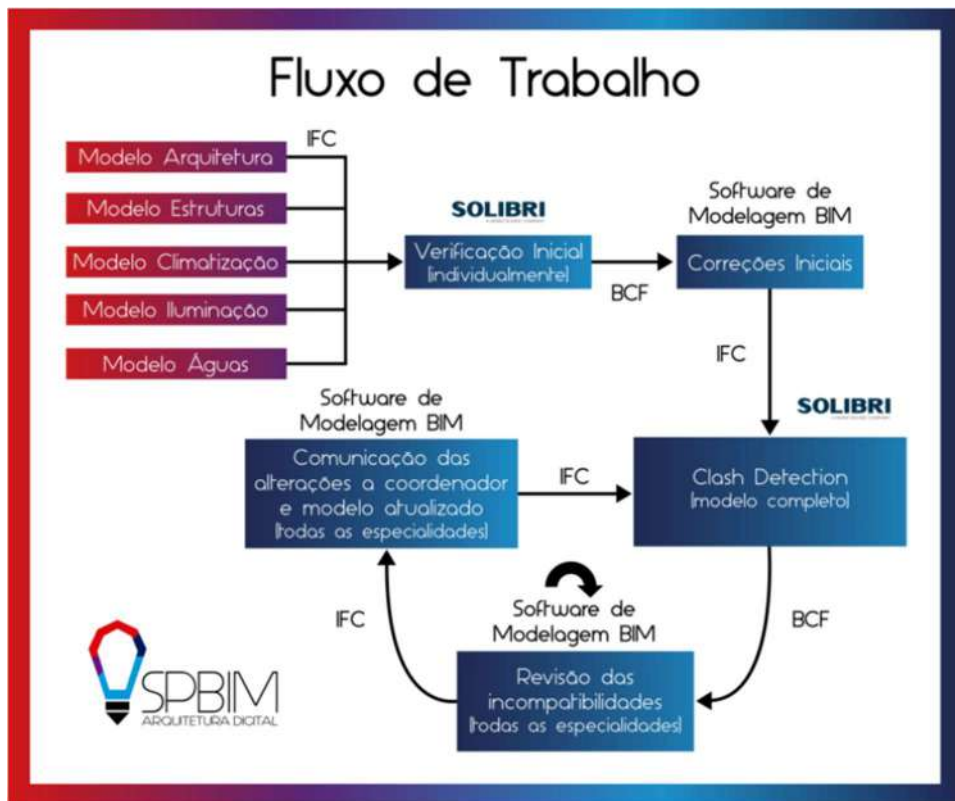
Tabela 5: Funções disponíveis no Navisworks®.

Coordenação (3D)	Planejamento (4D)	Custos (5D)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Navegação 3D;</li> <li>- Importação de nuvens de pontos geradas por laser scanning;</li> <li>-Geração de animações e de imagens foto realistas;</li> <li>- Medição de distâncias, áreas e ângulos;</li> <li>- Markups com anotações de revisão às vistas;</li> <li>- Clash detection.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integração de cronogramas de trabalhos provenientes de aplicações de gestão de projeto;</li> <li>- Dados a partir de folhas de cálculo e de ferramentas de planejamento;</li> <li>- Importação/exportação de dados no formato CSV para maior interoperabilidade;</li> <li>- Associação de componentes construtivos a tarefas;</li> <li>- Simulação da sequência da construção;</li> <li>- Análise de desvios ao cronograma inicial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gravação de catálogos de trabalhos;</li> <li>- Definição de fórmulas relativamente ao modo de quantificação dos diferentes trabalhos;</li> <li>- Medições com base no modelo 3d (take-off) ou em anotações;</li> <li>- Medições com base em desenhos 2d para maior flexibilidade;</li> <li>- Geração de listagens detalhadas de medições/custos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado pela autora de Farias, 2020.

- Solibri Office®: Desenvolvido pela empresa Solibri, também é um *software* de gestão e compatibilização BIM que tem como objetivo verificar a qualidade e a integridade do modelo. Com esse programa é possível analisar o projeto de acordo com normas, códigos de obras, planos diretores urbanos, entre outros. Os principais pontos de atuação do Solibri® são: *combine* (combinar), *classify* (classificação), *check* (checagem) e *communicate* (comunicação) (FARIAS, 2020). A seguir tem-se um fluxograma que representa o fluxo de trabalho da compatibilização de um projeto utilizando o programa (ver Figura 34).

Figura 34: Fluxo de Trabalho Solibri.



Fonte: Farias, 2020.

### 2.2.3.2. Estudos de Referência (exemplos).

#### 2.2.3.2.1. Exemplo 1 - Edifício Santa Maria

Praia (2019) realizou a compatibilização entre o projeto arquitetônico e estrutural através de dois métodos: híbrido e BIM. No método híbrido os projetos estão em BIM, porém a compatibilização é realizada de forma visual enquanto no método BIM a compatibilização é feita através do programa Navisworks® que realiza a detecção de interferências automaticamente. O autor categorizou os tipos de interferências de acordo com a Tabela 6. Ele também utilizou uma matriz de compatibilização para representação da quantidade de interferências físicas (IF's) encontradas entre diferentes elementos construtivos.

Tabela 6: Categoria de interferências.

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
COMPATIBILIZAÇÃO IF'S	Interferências e Incoerências entre projetos
CONSTRUTIBILIDADE	Incoerências relacionadas ao desempenho e execução dos sistemas
COORDENAÇÃO	Incoerências relacionadas ao controle da comunicação, das normas, do custos e tempo
ESPECIFICAÇÃO	Omissões, contradições ou inexistência de informações sobre o edifício

Fonte: Adaptado de Ferreira, 2007 apud. Praia, 2019.

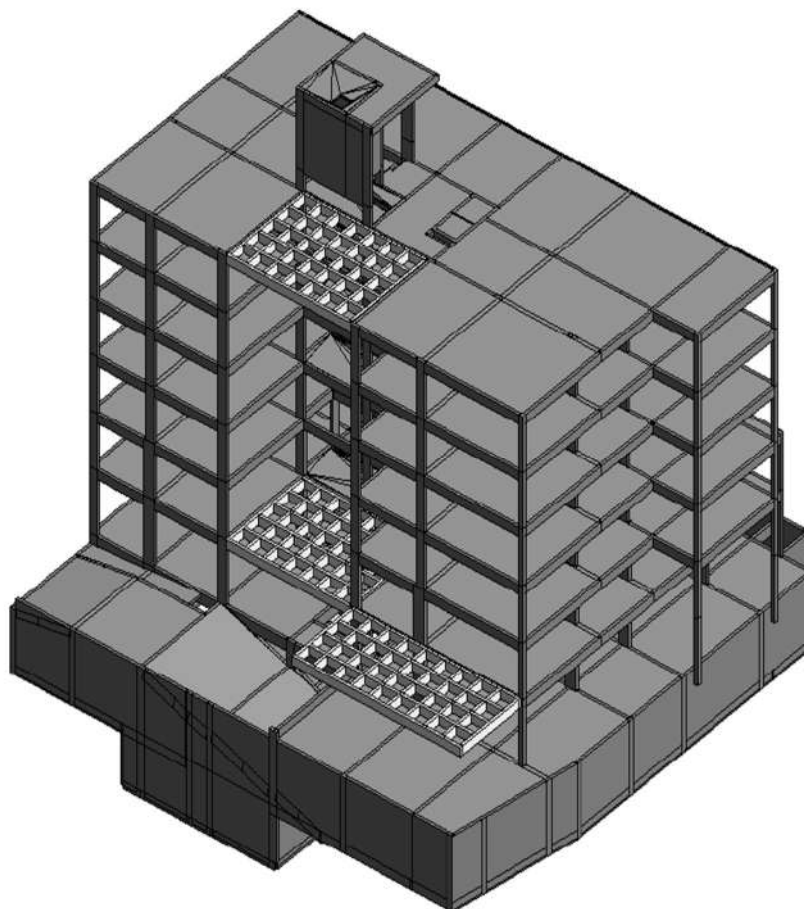
O empreendimento se trata do Edifício Santa Maria composto por sete pavimentos (contando com um subsolo garagem) com um total de 5024m<sup>2</sup> de área construída feito em concreto armado aparente com vedação em alvenaria (ver Figura 35). O edifício está localizado na cidade de Santa Maria, Distrito Federal, Brasil. O projeto arquitetônico foi feito em Revit® e o estrutural foi calculado no programa TQS e exportado em IFC para o Revit® (ver Figura 36).

Figura 35: Imagem representativa do empreendimento do Estudo 1.



Fonte: Praia, 2019.

Figura 36: Modelo Estrutural do Ed. Santa Maria.



Fonte: Praia, 2019.

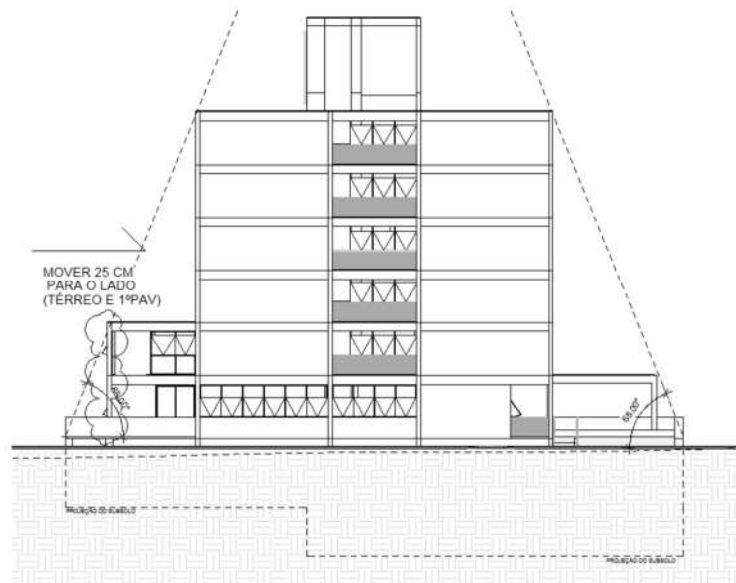
Através do processo de análise híbrido foram encontradas 22 incompatibilidades IF's e 4 do tipo coordenação, totalizando 26 incompatibilidades entre os projetos. As descrições dos conflitos encontrados estão expostas na Tabela 7 e as Figuras 37 e 38 representam alguns deles.

Tabela 7: Descrição dos conflitos encontrados pelo método híbrido.

PROJETO LEGAL+J1:U12					
Nº	TIPO	DESCRIÇÃO	Nº	TIPO	DESCRIÇÃO
1	COMPATIBILIZAÇÃO	Alinhar as vigas com os fechamento na fachada lateral esquerda	15	COMPATIBILIZAÇÃO	Alinhar todas as alturas de parede dos fechamentos com a face inferior das vigas
2	COMPATIBILIZAÇÃO	Mover escadas de emergência e alinhar com as do projeto de arquitetura	16	COMPATIBILIZAÇÃO	Rotacionar e redimensionar o pilar P10 em função das vagas no subsolo
3	COMPATIBILIZAÇÃO	Corrigir a altura dos enchimentos de laje em relação ao projeto de arquitetura	17	COMPATIBILIZAÇÃO	Prever carga das grelhas metálicas estruturais nas vigas de sustentação
4	COMPATIBILIZAÇÃO	Corrigir a laje do reservatório superior igual as dimensões do projeto de arquitetura	18	COMPATIBILIZAÇÃO	Ajustar o dimensionamento pilares P48, P49, P59 e P60 para a sessão quadrada
5	COMPATIBILIZAÇÃO	Alinhar pilar P33 com os fechamentos das salas comerciais	20	COMPATIBILIZAÇÃO	Ajustar a inclinação da rampa veicular para a mesma lançada na arquitetura (11,5%)
6	COMPATIBILIZAÇÃO	Rotacionar e redimensionar o pilar P42 em função das vagas no subsolo	21	COMPATIBILIZAÇÃO	Ajustar a inclinação da rampa de pedestre para a mesma lançada na arquitetura (7,5%)
7	COMPATIBILIZAÇÃO	Compatibilizar shaft ao lado do elevador com a arquitetura	22	COMPATIBILIZAÇÃO	Retirar parede estrutural acima da entrada da rampa veicular (guarda-corpo)
8	COMPATIBILIZAÇÃO	Redimensionar o cômodo do grupo motoventilador da escada pressurizada	1	COORDENAÇÃO	Rever a inclinação das rampas em função das normas de acessibilidade NBR950
9	COMPATIBILIZAÇÃO	Redimensionar o cômodo do grupo motoventilador da escada pressurizada	2	COORDENAÇÃO	Reposicionar os pilares da fachada leste e oeste em função do cone de visão
10	COMPATIBILIZAÇÃO	Reposicionar janelas de ventilação dos banheiros na fachada oeste.	3	COORDENAÇÃO	Reposicionar os pilares da fachada posterior em função do limite do terreno
11	COMPATIBILIZAÇÃO	Rever altura dos guardacorpos em relação ao nível das vigas nas varandas frontais.	4	COORDENAÇÃO	Rever altura da viga de entrada da garagem para se adequar a norma
12	COMPATIBILIZAÇÃO	Compatibilizar guardacorpos das varandas com os pilares da fachada leste	0	CONSTRUBILIDADE	Não se aplica a essa fase
13	COMPATIBILIZAÇÃO	Compatibilizar guardacorpos das varandas com a altura do piso acabado	0	ESPECIFICAÇÃO	Não se aplica a essa fase
14	COMPATIBILIZAÇÃO	Reposicionar as portas das salas em função do posicionamento dos pilares P17 e P33			

Fonte: Adaptado pela autora de Praia, 2019.

Figura 37: Exemplo de interferência do tipo coordenação conforme Tabela 7, nº02.



Fonte: Praia, 2019.

Figura 38: Exemplo de interferência do tipo IF conforme Tabela 7, nº 01.

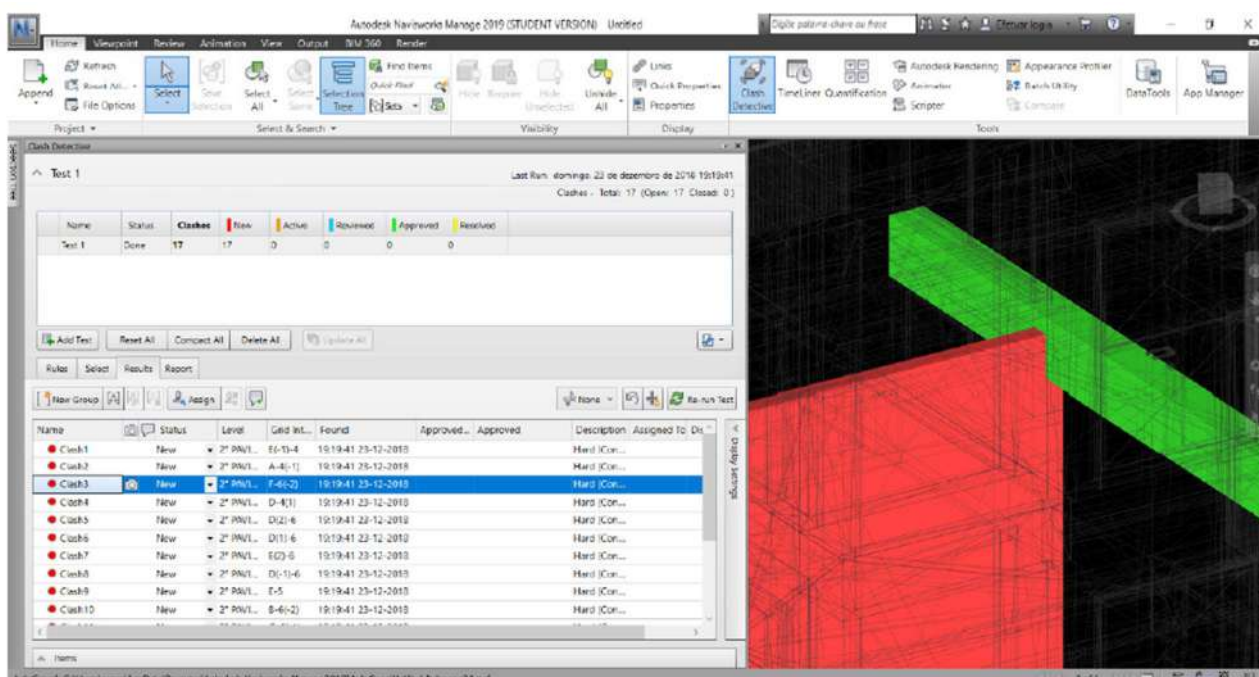


Fonte: Praia, 2019.

Concluído o método híbrido, a compatibilização de projetos foi feita pelo programa Autodesk Navisworks Manage 2019®. É importante ressaltar que o programa não foi capaz de identificar os conflitos do tipo coordenação e que ele não substitui uma

posterior análise criteriosa do projetista acerca das incompatibilidades encontradas, avaliando a importância e a relevância de cada uma delas. Deste modo, foram encontradas 386 interferências do tipo IF's, sendo 278 delas conflitos entre vigas e paredes. Segundo Praia, p.117, 2019 “esse número elevado se deve muitas vezes a pequenos detalhes de modelagem como os recortes feitos nas paredes nos encontros com vigas por exemplo” (ver Figura 39). A seguir tem-se a primeira página do relatório gerado pelo Navisworks® (Tabela 8).

Figura 39:Exemplo de conflito entre parede e viga detectado pelo software Navisworks®.



Fonte: Praia, 2019.



Tabela 8: Tabela de interferências BIM software Navisworks®.

**AUTODESK®  
NAVISWORKS®** **Clash Report**

PIL/PAR	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
	0.010m	50	0	50	0	0	0	Hard (Conservative)	OK

Image	Clash Name	Distance	Grid Location	Clash Point	Layer	Item 1		Item 2		
						Item Name	Item Type	Layer	Item Name	Item Type
	Clash1	-0.275	E-3 : 1* SUBSOLO	x:7.269, y:5.995, z:-2.503	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm BRANCA	TÉRREO	P32	Colunas
	Clash2	-0.200	G-2 : RESERV. INF. PLANTA BAIXA	x:8.361, y:21.578, z:-3.580	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P51	Colunas
	Clash3	-0.200	D-1 : 1* SUBSOLO	x:16.525, y:4.799, z:-0.080	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P25	Colunas
	Clash4	-0.200	D-1 : 1* SUBSOLO	x:17.232, y:3.346, z:-0.080	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P61	Colunas
	Clash5	-0.200	E-1 : 1* SUBSOLO	x:14.163, y:9.655, z:-0.080	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P31	Colunas
	Clash6	-0.200	C-1 : 1* SUBSOLO	x:18.931, y:-0.147, z:-0.080	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P15	Colunas
	Clash7	-0.200	F-1 : 1* SUBSOLO	x:12.019, y:14.061, z:-0.080	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Parede Contenção 50cm	TÉRREO	P38	Colunas
	Clash8	-0.200	D-3 : RESERV. INF. PLANTA BAIXA	x:9.628, y:1.832, z:-3.580	1* SUBSOLO	Parede básica	Paredes: Parede básica: Genérico - 150 mm BRANCA	TÉRREO	P26	Colunas
	Clash9	-0.200	D-5 : 5* PAVIMENTO	x:-1.889, y:-5.639, z:18.450	RESERV. SUP. PLANTA BAIXA	Parede básica	Paredes: Parede básica: Genérico - 200 mm BRANCA	FUNDO RESERV	P24	Colunas

ie://C:/Users/larpe/Desktop/relat%20comp.%20NAVISWORKS%20STA%20MARIA.html

1/38

Fonte: Praia, 2019.

Ao final, foram realizadas as matrizes de compatibilização com os resultados obtidos em cada método (ver Tabela 9).

Tabela 9: Matriz de compatibilização híbrida x Matriz de compatibilização BIM.

MATRIZ DE COMPATIBILIZAÇÃO HÍBRIDA						MATRIZ DE COMPATIBILIZAÇÃO BIM					
		ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS						ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS			
		PAREDES	PORTAS	JANELAS	G. CORPO			PAREDES	PORTAS	JANELAS	G. CORPO
ELEMENTOS ESTRUTURAIS	PILARES	PAR 03 IF's PIL	POR 02 IF's PIL	JAN 02 IF's PIL	GDC 03 IF's PIL	ELEMENTOS ESTRUTURAIS	PILARES	PAR 50 IF's PIL	POR 08 IF's PIL	JAN 09 IF's PIL	GDC 16 IF's PIL
	VIGAS	PAR 05 IF's VIG	POR 01 IF's VIG	JAN 01 IF's VIG	GDC 02 IF's VIG		VIGAS	PAR 278 IF's VIG	POR 01 IF's VIG	JAN 06 IF's VIG	GDC 10 IF's VIG
	LAJES	PAR 02 IF's LAJ	POR 00 IF's LAJ	JAN 00 IF's LAJ	GDC 01 IF's LAJ		LAJES	PAR 08 IF's LAJ	POR 00 IF's LAJ	JAN 00 IF's LAJ	GDC 00 IF's LAJ

Fonte: Praia, 2019.

Contudo, o autor concluiu que o processo automático de detecção de conflitos possui muito mais precisão e eficácia em detectar conflitos e falhas entre os projetos envolvidos na construção de um empreendimento.

Outro fato observado foi que a maioria das interferências ocorrem entre vigas e pilares (elementos estruturais) e os elementos paredes e cortinas de vidro (elementos arquitetônicos). Isso devido a imprecisão na modelagem e ao fato de algumas estruturas serem embutidas nas paredes de alvenaria.

Ficou claro a importância da realização do projeto estrutural em BIM para a realização da compatibilização com auxílio das ferramentas de “*clash detection*” entre os projetos arquitetônicos e estruturais.

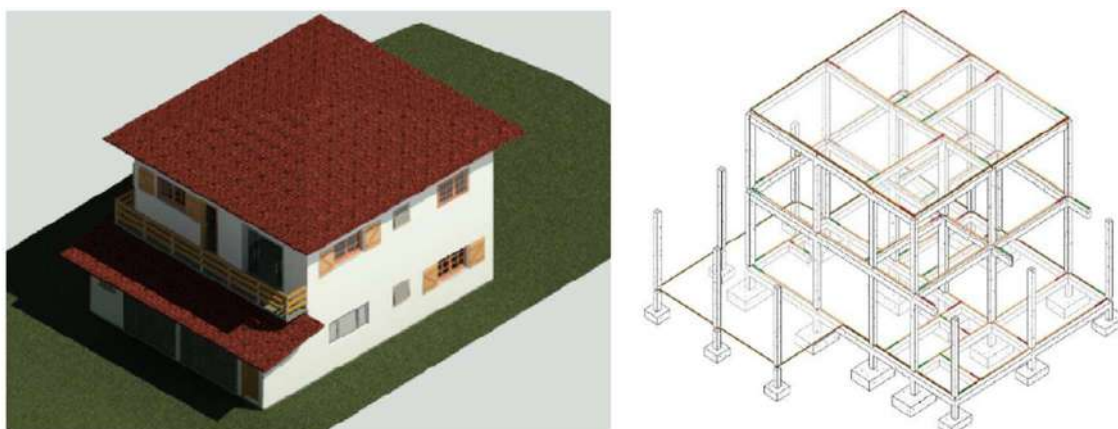
Também foi concluído que a ferramenta de detecção automática não substitui a análise visual dos projetistas, mas os norteiam em relação aos pontos que necessitam de foco e atenção no processo de busca de interferências, facilitando o processo.

### 2.2.3.2.2. Exemplo 2 - Residência Unifamiliar Ouro Preto

O objeto de estudo do trabalho realizado por Guimarães, 2019 se trata de uma residência unifamiliar com dois pavimentos e 214,09 m<sup>2</sup> de área construída. O primeiro pavimento é composto por garagem, sala de estar, suíte, banheiro social, cozinha, varanda, área de serviço e despensa e o segundo pavimento por salão de jogos, sala de estar, dois quartos, banheiro e uma pequena sacada.

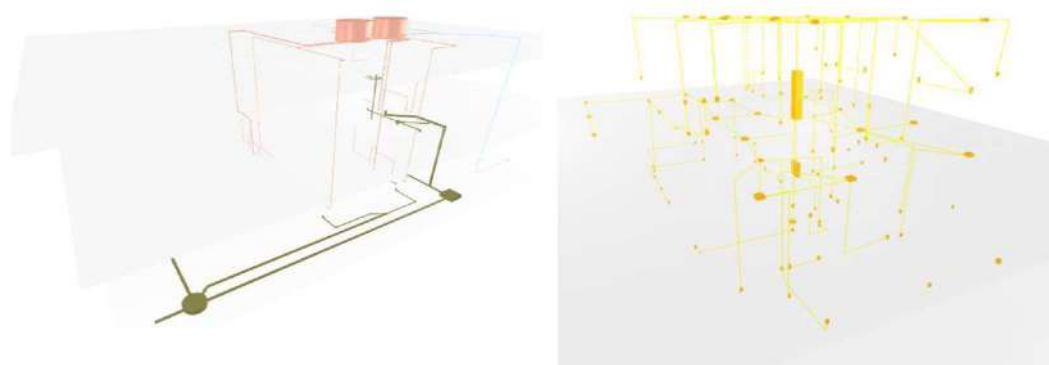
O objetivo da autora foi analisar as vantagens do BIM no processo de compatibilização de projetos. Os projetos arquitetônico e estrutural foram desenvolvidos no Revit® (Figura 40) e o hidrossanitário e elétrico no QiBuilder® (Figura 41).

Figura 40:3D dos projetos arquitetônico e estrutural desenvolvidos no Revit®.



Fonte: Guimarães, 2019.

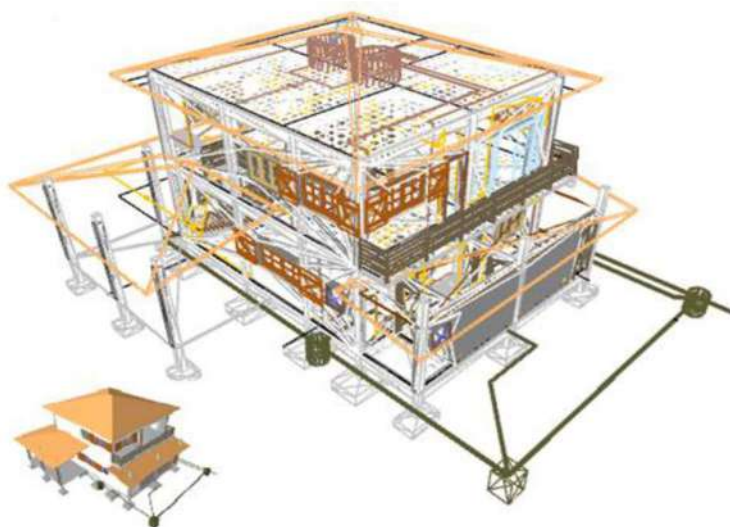
Figura 41: 3D dos projetos hidráulico e elétrico desenvolvidos no QiBuilder®.



Fonte: Guimarães, 2019.

A compatibilização foi realizada de forma automática pelo *software* Navisworks® através de quatro tipos de combinação entre disciplinas diferentes: Completo, Estrutural x Elétrico e Hidrossanitário, Arquitetônico x Estrutural e Elétrico x Hidrossanitário. Como os projetos não foram desenvolvidos com a utilização de um mesmo programa, foi necessário convertê-los em arquivo “.ifc” para depois integrá-los no Navisworks®.

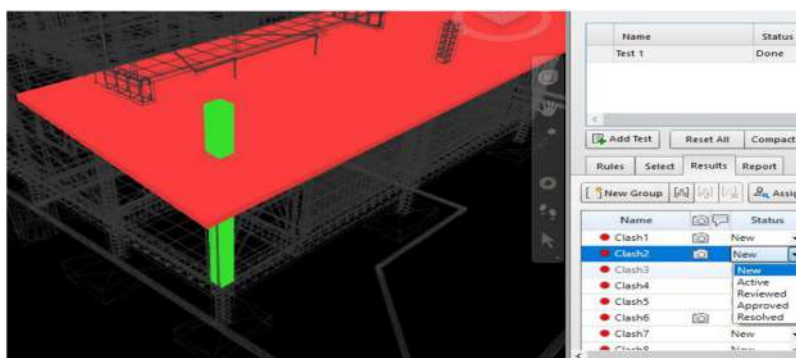
Figura 42: 3D de todas as disciplinas integradas no software Navisworks®.



Fonte: Guimarães, 2019.

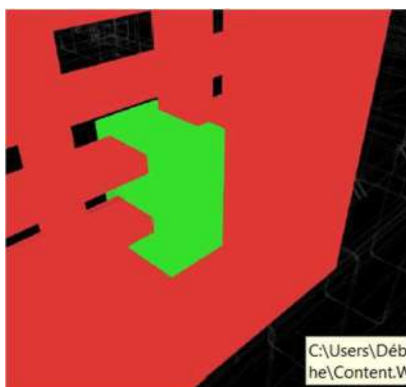
No total foram identificadas 3920 falhas, entre elas: pilar interceptando a cobertura da varanda (Figura 43), caixa de tomada coincidindo com parede de cobogó (Figura 44), tubo hidrossanitário interceptando armação estrutural (Figura 45).

Figura 43: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto estrutural e arquitetônico - pilar interceptando a cobertura da varanda.



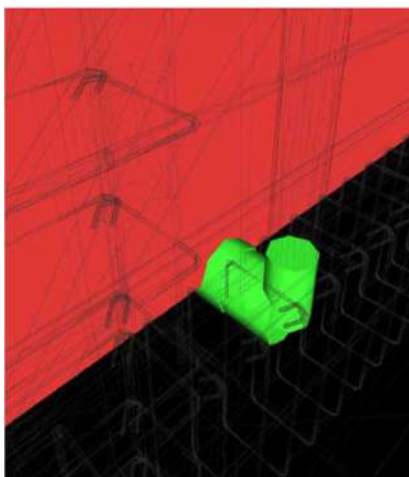
Fonte: Guimarães, 2019.

Figura 44: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto elétrico e arquitetônico - caixa de tomada coincidindo com parede de cobogó.



Fonte: Guimarães, 2019.

Figura 45: Identificação de interferência pelo programa Navisworks® entre projeto hidrossanitário e estrutural - tubo hidrossanitário interceptando armação estrutural.



Fonte: Guimarães, 2019.

A seguir, apresentam-se as conclusões realizadas pela autora:

- Devido a necessidade de inserção de elementos parametrizados no BIM, o processo de inicialização do projeto foi um pouco mais demorado, devido a necessidade de criar e cadastrar novas famílias de objetos no Revit®;
- O programa realiza vistas de cortes e fachadas automaticamente, o mesmo acontece, com as modificações, todas as alterações são simultaneamente corrigidas, sendo uma vantagem no quesito tempo;
- Dentre todos os projetos, o mais vantajoso em se realizar em BIM foi o arquitetônico por possuir muitos detalhes construtivos e devido sua importância em ser bem elaborado e por servir de base para os demais projetos;

- O QiBuilder® apresentou uma vantagem significativa por permitir verificar o dimensionamento, tanto do projeto hidráulico quanto do elétrico, de acordo com as normas brasileiras;
- A maior quantidade de incompatibilidades encontrada foi entre o projeto arquitetônico e estrutural e a menor entre o projeto elétrico e hidrossanitário;
- A utilização do BIM previne erros que seriam encontrados apenas na fase de construção, pois o projetista se depara com detalhes que precisam ser pensados durante a execução do projeto e é obrigado a resolvê-los nesta fase para a conclusão do mesmo, como exemplo, a cota de nível de um tubo hidráulico para atender aos critérios de inclinação.

Contudo, conclui-se que o uso da metodologia BIM se mostrou eficaz na compatibilização de projetos por: demandar projetos com mais detalhes, sendo que a omissão destes muitas das vezes tornam-se motivos de falhas, retrabalhos e atrasos na etapa de obra; devido a detecção instantânea de conflitos; e por identificar minuciosamente todas as interferências existentes entre os projetos, que poderiam passar despercebidas a apenas um “*check up*” visual.

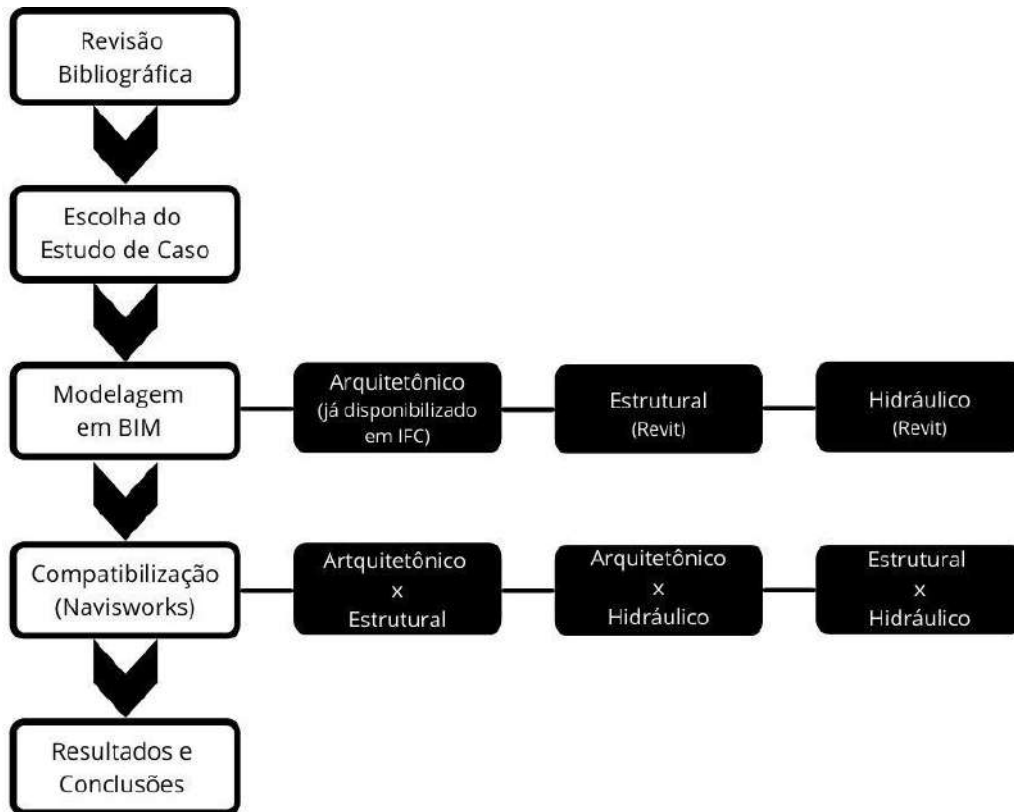
Quanto à identificação de inúmeros “falsos” conflitos, relatados em ambos os estudos, é possível evitá-los. De acordo com informações retiradas do próprio *website* do fabricante, o *software* Navisworks® permite definir, personalizar e ignorar regras a serem aplicadas no teste de interferência, ou seja, é possível programar a ferramenta “*clash detective*” para que ela agrupe conflitos que não são considerados falhas de fato e assim não gere um relatório poluído com interferências não relevantes, como exemplos as interferências entre: pilar e parede, tubulação hidráulica e alvenaria, mangueiras elétricas e alvenaria, entre outros. O passo a passo de como realizar esse filtro de “falsos” conflitos será visto no Subcapítulo 4.5.

Após a análise dos exemplos apresentados, pode-se perceber que a implementação do BIM na compatibilização de projetos obteve sucesso. Deste modo, este trabalho visa implementar o mesmo *software* BIM de gestão e compatibilização utilizado e analisar sua eficácia. No próximo capítulo será apresentado a metodologia a ser seguida para se chegar a este objetivo.

### 3. METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar o uso da tecnologia BIM no processo de compatibilização de projetos, a metodologia do presente trabalho será dividida em cinco etapas de acordo com o fluxograma representado pela Figura 46.

Figura 46: Fluxo Global proposto.



Fonte: Autora, 2021.

A seguir, serão apresentadas com mais detalhes o desenvolvimento de cada etapa.

#### 3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica onde foram reunidos temas sobre projetos na construção civil, o processo de compatibilização e aspectos

inerentes à metodologia da Modelagem da Informação da Construção. A busca teórica foi realizada através de livros, trabalhos acadêmicos e publicações científicas sobre os assuntos, manuais de implantação do BIM e normas brasileiras.

### 3.2. ESCOLHA DO ESTUDO DE CASO

Nessa etapa foi escolhido o estudo de caso a ser abordado. A escolha se deu devido a autora atuar como estagiária na obra em questão, ter acesso aos projetos e possuir conhecimento sobre cada detalhe de construção do empreendimento, fatores importantes para a elaboração dos projetos em BIM. Além disso, foi disponibilizado pelo escritório de arquitetura o projeto arquitetônico em IFC, dispensando a necessidade da modelagem em 3D do mesmo pela autora.

### 3.3. MODELAGEM EM BIM

Em seguida, iniciou-se a modelagem dos projetos estrutural e hidrossanitário em BIM através do *software* Revit®. O Revit® foi escolhido por ser um programa muito difundido e por abranger a elaboração dos projetos complementares, além de ser um *software* que a autora já utilizou e por possuir versão gratuita para estudantes.

O primeiro passo foi a busca por *templates* e famílias já existentes e disponíveis para utilização gratuita e que atendam ao projeto em questão. Não foi necessário a criação de nenhum objeto, visto que todos foram encontrados de forma gratuita.

O segundo passo consistiu na modelagem das disciplinas em si. Para tanto foi adotado uma sequência de modelagem que representa como o fluxo de desenvolvimento de projetos se daria caso fosse colaborativo (ver Figura 47). Os projetos disponibilizados em CAD foram exportados para o Revit® e utilizados como base para o desenho em 3D, de modo a garantir, a geometria e a localização adequada de todos os elementos. Como o objetivo final foi a realização de uma adequada compatibilização entre as disciplinas, os projetos foram desenvolvidos em LOD 350, pois foi necessário que os elementos tivessem informações geométricas



exatas, localização precisa e interligação com as outras disciplinas, para o adequado desenvolvimento da etapa seguinte.

Figura 47: Fluxo de desenvolvimento de projetos.



Fonte: Autora, 2022.

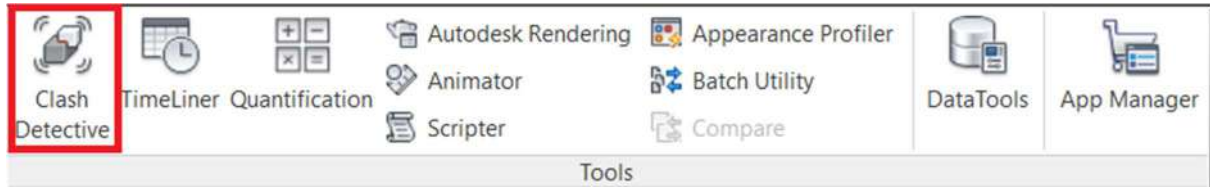
### 3.4. COMPATIBILIZAÇÃO

Nesta etapa, realizou-se a compatibilização dos projetos através da detecção automática de interferências entre os projetos em questão. Para isso, o projeto arquitetônico foi exportado em IFC para o programa de gestão e compatibilização escolhido, o Navisworks®, assim como os projetos complementares realizados no Revit®. A escolha se deu pelo fato de o programa ter vínculo direto com o Revit®, ser de ampla utilização e possuir versão estudante.

Com todas as disciplinas importadas, foi realizada a detecção de conflitos através da ferramenta “clash detective” (Figura 48). Dentro da ferramenta de detecção de conflitos, foram selecionados os pares de disciplinas a serem compatibilizados e os

parâmetros de análise, como: as regras, o tipo de colisão e a tolerância mínima aceitável.

Figura 48: Ferramenta “clash detective”.



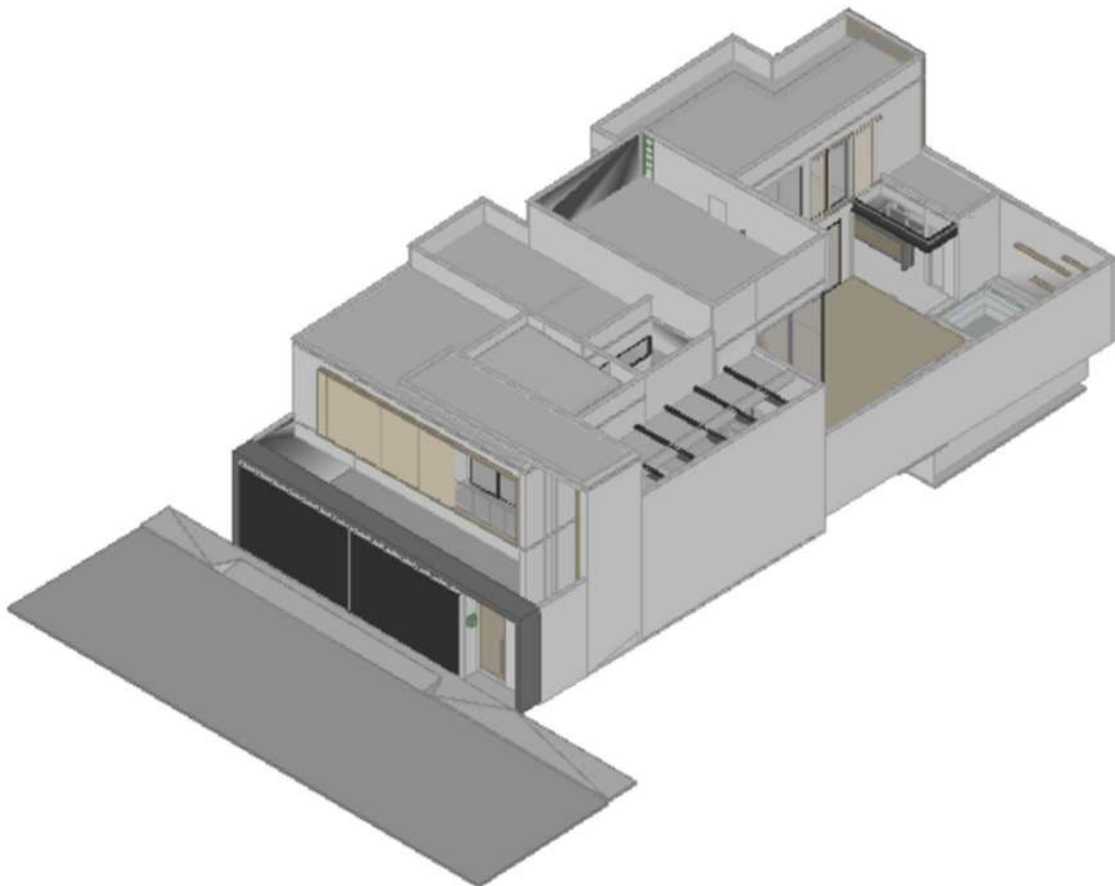
Fonte: *Software* Autodesk Navisworks Manage 2022®, 2021.

Uma vez gerado o relatório de conflitos, analisou-se as falhas mais recorrentes, os pares de disciplinas onde elas mais ocorrem e possíveis soluções.

#### 4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso escolhido se trata de uma residência unifamiliar de alto padrão com 434,81m<sup>2</sup> de área construída. O projeto arquitetônico foi desenvolvido por um determinado escritório de arquitetura e os projetos complementares por diferentes engenheiros projetistas. Ao final, não houve a compatibilização dos projetos e os mesmos foram disponibilizados em CAD à construtora responsável pela execução, com exceção do arquitetônico que também foi disponibilizado a modelagem 3D em arquivo IFC (ver Figura 49).

Figura 49: Modelagem 3D em IFC do Projeto Arquitetônico.

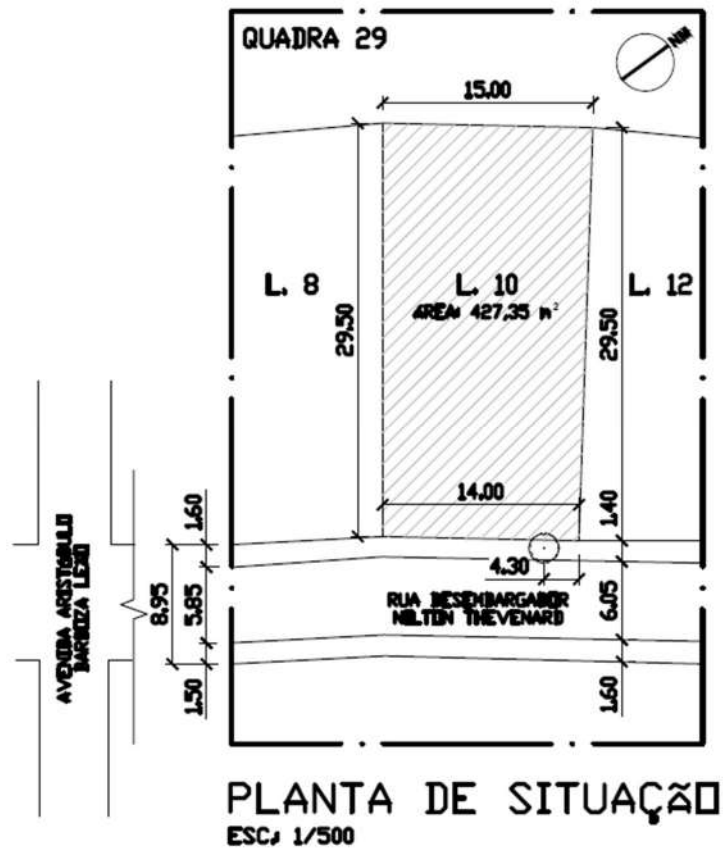


Fonte: Acervo do escritório de Arquitetura, 2020.

A Figura 50 representa a fachada frontal do empreendimento contido no Projeto



Figura 52: Planta de Situação.



Fonte: Escritório de Arquitetura, 2019.

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

O sistema construtivo foi o de concreto armado e alvenaria de vedação feita com lajotas cerâmicas. A cobertura adotada foi a de laje impermeabilizada. A residência possui dois pavimentos, com pé esquerdo (altura do piso de um pavimento até o piso pavimento acima) de 3,15 metros e pé direito (altura do piso até o teto de um mesmo pavimento) de 2,70 metros. O pavimento térreo possui 255,90 m<sup>2</sup> de área construída e é composto por uma cozinha, uma área gourmet, dois lavabos, uma sala de estar, uma suíte de hóspedes, um depósito, uma piscina, um lago, uma ducha, um deck, uma área gourmet, um hall, uma claraboia e uma garagem para quatro carros. Além disso possui um depósito subterrâneo abaixo da área do deck. A sala de estar possui uma parte com pé direito duplo de 5,85 metros. Na Figura 53, tem-se uma demonstração do layout do pavimento térreo com todos os ambientes mencionados.

O projeto original em escala e com medidas pode ser visto no Anexo do presente trabalho.

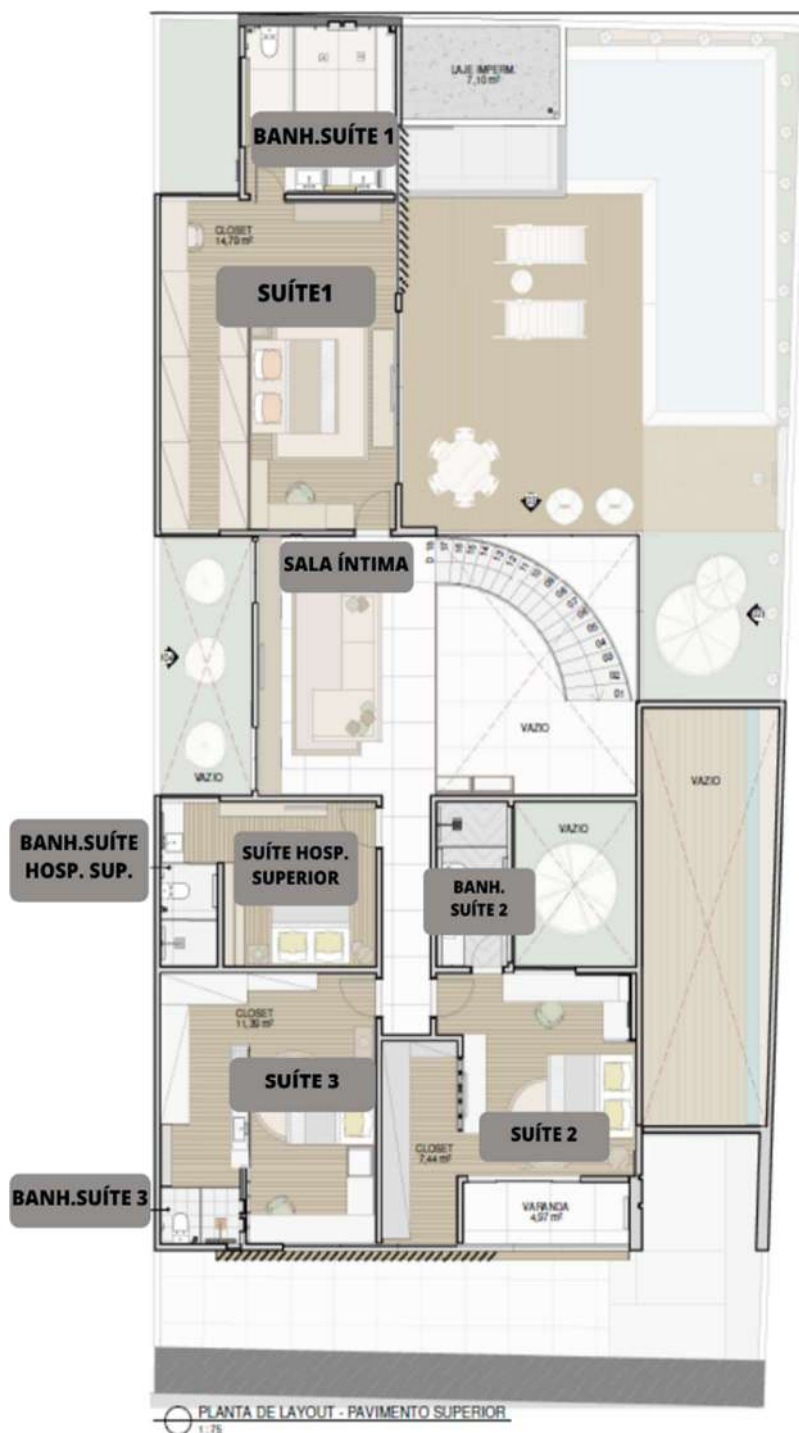
Figura 53: Layout Pavimento Térreo.



Fonte: Escritório de Arquitetura, 2020.

O pavimento superior possui 178,91m<sup>2</sup> de área construída e conta com quatro suítes e uma sala íntima. A Figura 54 representa o layout do pavimento superior.

Figura 54: Layout Pavimento Superior.



Fonte: Escritório de Arquitetura, 2020

## 4.2. PROJETO ESTRUTURAL

O projeto foi dividido em quatro níveis: fundação, térreo, pavimento superior e cobertura. Os níveis fundação e térreo foram realizados por um determinado Escritório de Estruturas A e os níveis pavimento superior e cobertura por outro Escritório de Estruturas B. Apenas a viga e os pilares de entrada da residência foram mantidos do projeto estrutural inicial no pavimento superior. Outro ponto foi a alteração do projeto estrutural da piscina, que, no caso, não será considerada na modelagem em 3D.

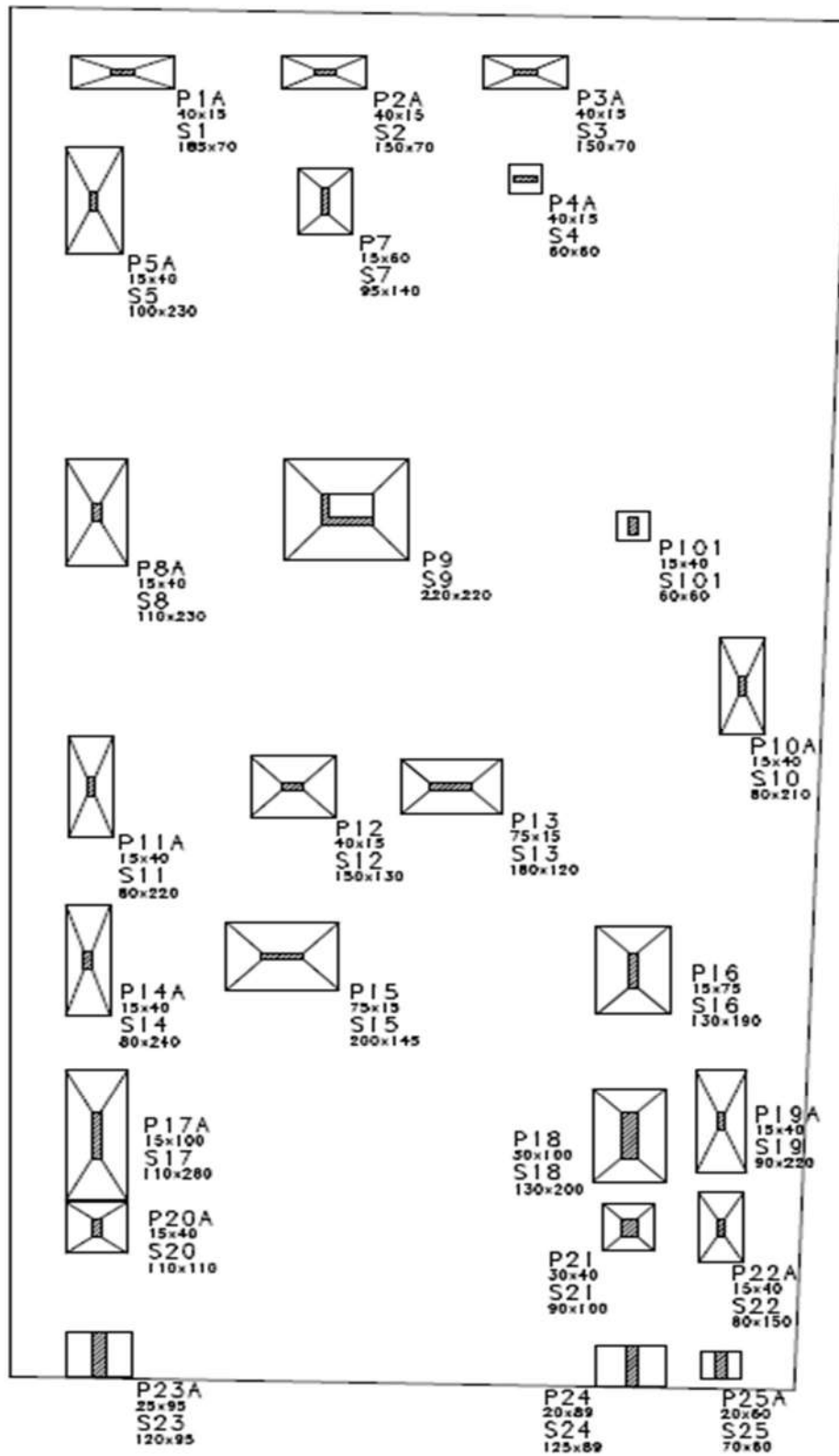
A fundação possui um total de 25 sapatas isoladas, assentadas a uma cota de arrasamento de 1,50m desde o nível térreo (nível 0). A Figura 55 mostra a planta de forma da fundação.

O térreo é composto por 31 vigas, 25 pilares e lajes de 10cm de espessura (Figura 56). Destas 31 vigas, as vigas 12, 14, 16 e 17 são rebaixadas para construção da garagem nivelada com a calçada (ver Figura 57).

Foi especificado para ambos os níveis, um concreto usinado com  $f_{ck} = 35\text{Mpa}$  e armação de Aço CA-50 e Aço CA-60.

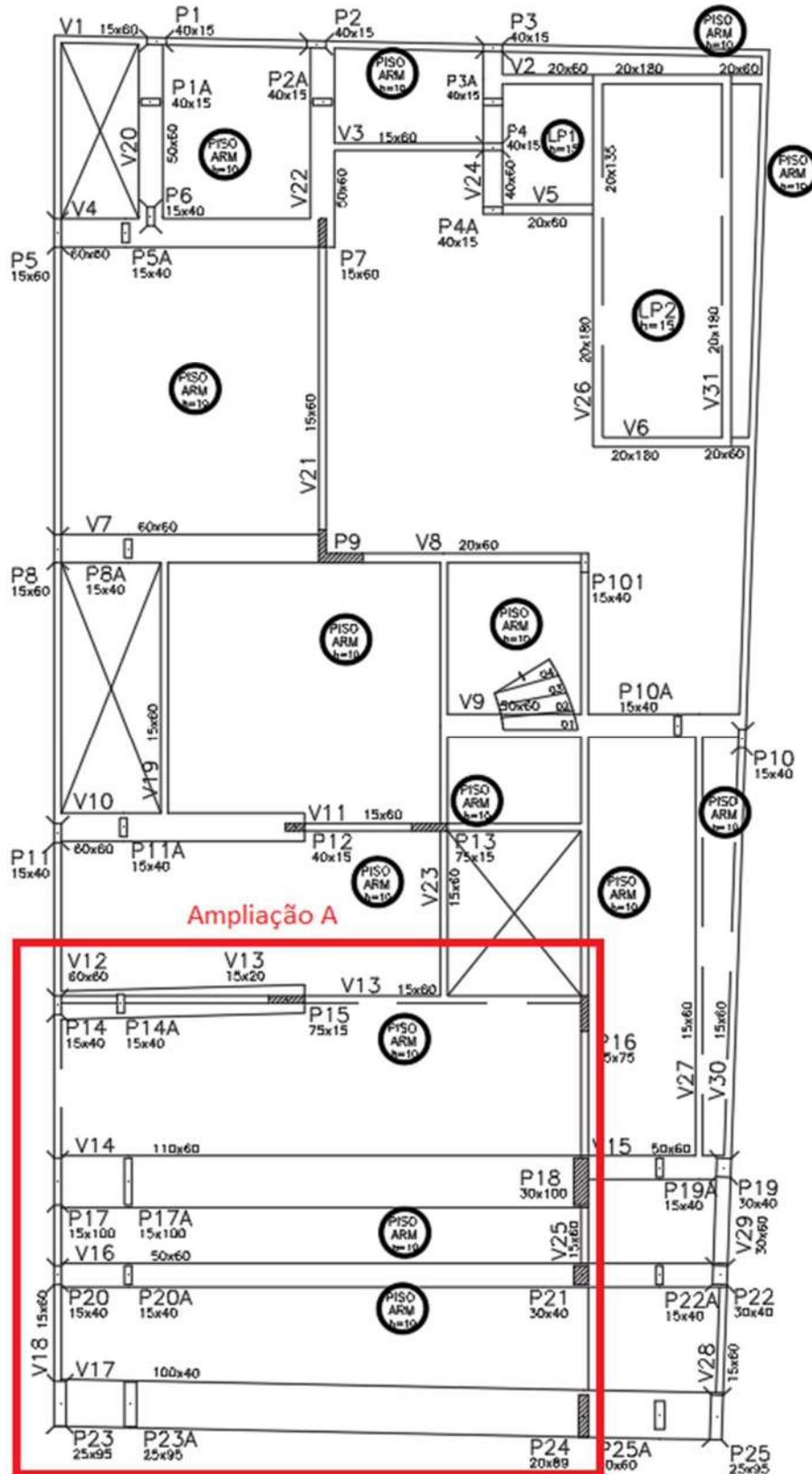


Figura 55: Planta de Forma da Fundação (medidas em cm).



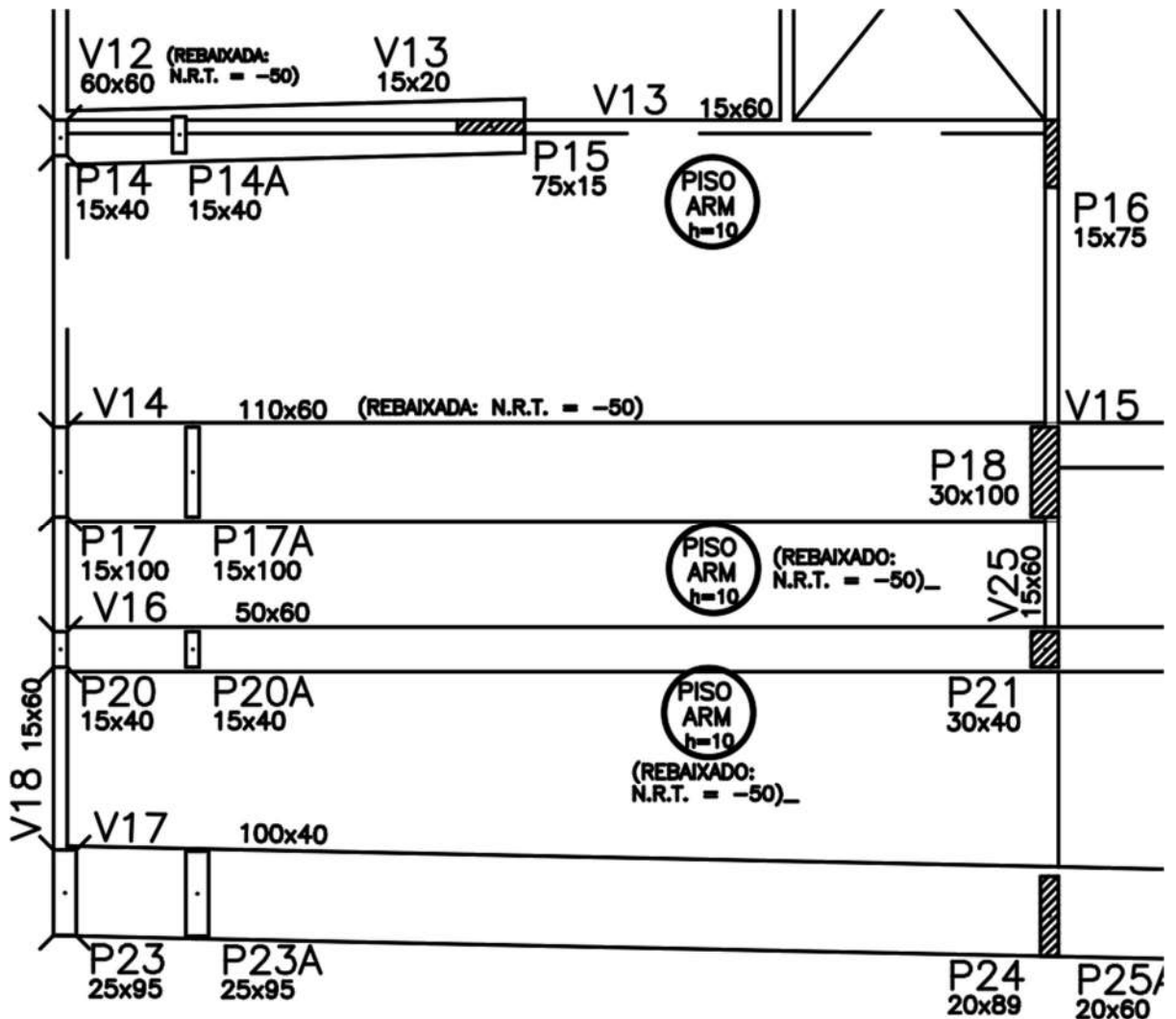
Fonte: Escritório de Estruturas A, 2020.

Figura 56: Planta de Forma do Térreo (medidas em cm).



Fonte: Adaptado pela autora de Escritório de Estruturas A, 2020.

Figura 57: Planta de fôrma das vigas rebaixadas (medidas em cm) - Ampliação A.

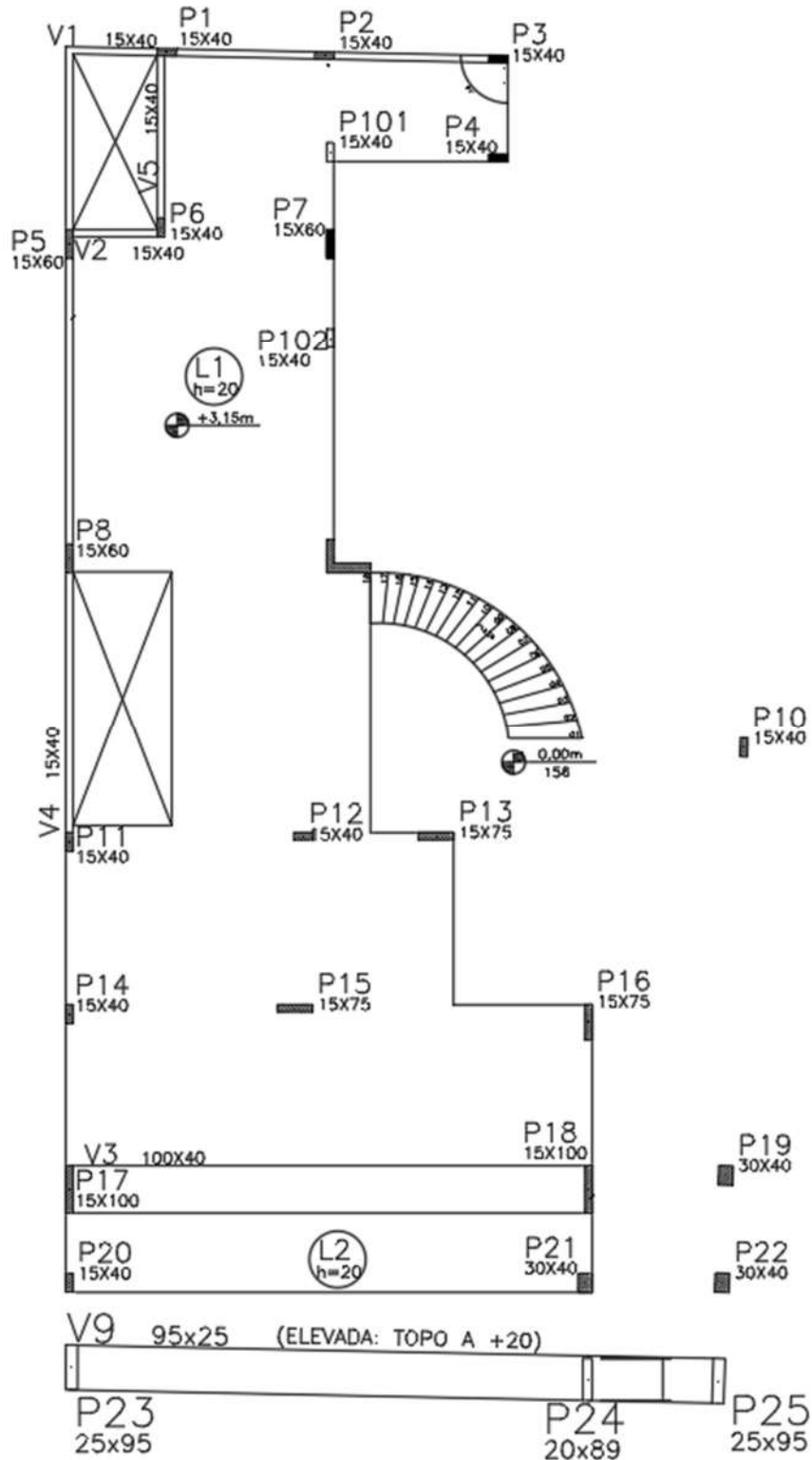


Fonte: Adaptado pela autora de Escritório de Estruturas A, 2020.

A transição entre o térreo e o pavimento superior é feita por uma escada em espiral de concreto armado. A escada contém 18 degraus com espelho de 18cm.

O pavimento superior é composto por 6 vigas, sendo uma delas protendida, 24 pilares e lajes de 20cm de espessura. Com exceção da viga 9 e pilares 23, 24 e 25 mantidos do projeto antigo, o concreto especificado foi de  $f_{ck} = 30\text{Mpa}$ , armação de Aço CA-50 e Aço CA-60 para as vigas de concreto armado e Aço CP190-RB para a viga de concreto protendido. A Figura 58 mostra a planta de forma geral do pavimento superior.

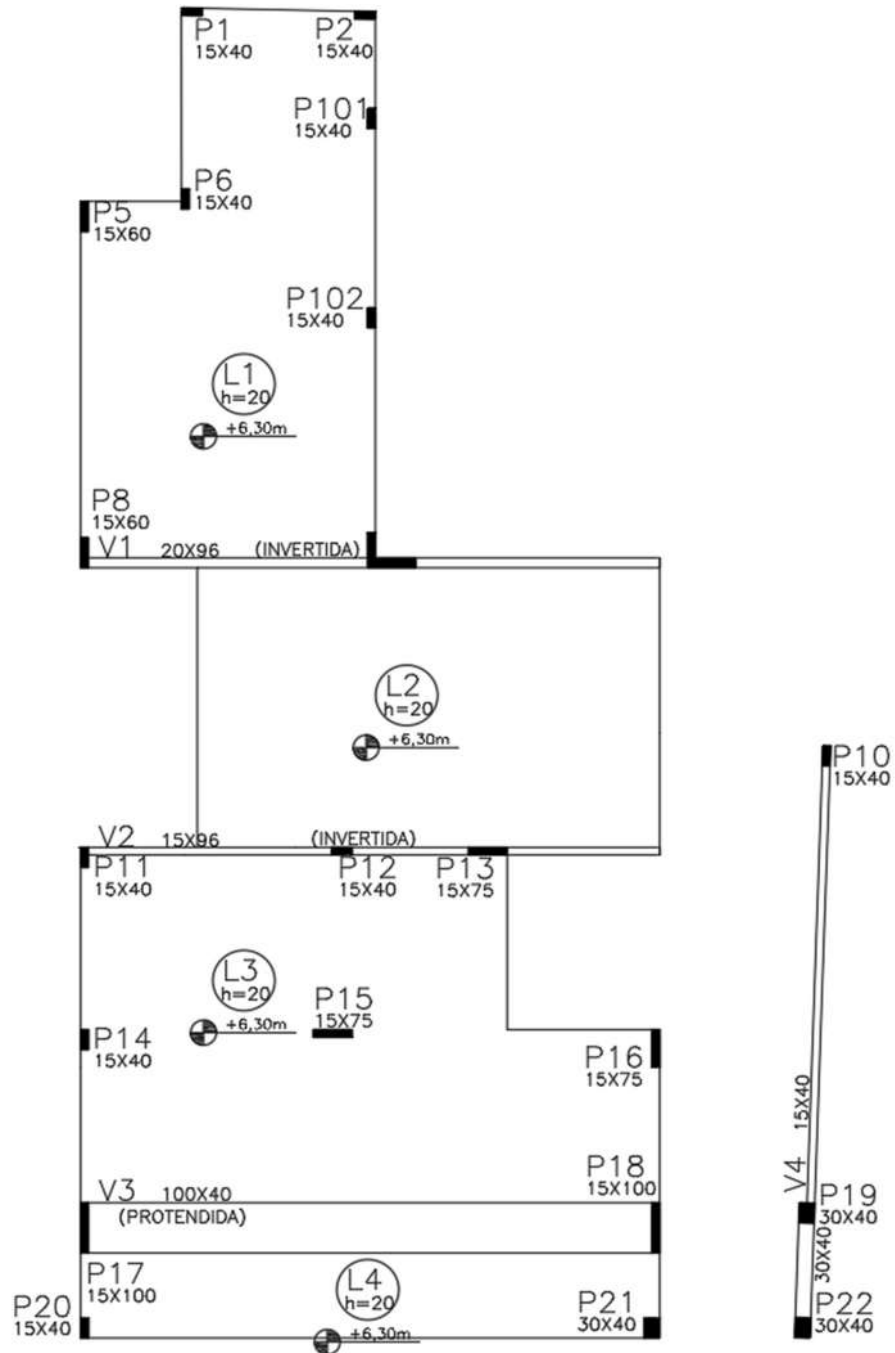
Figura 58: Planta de forma do Pavimento Superior (medidas em cm).



Fonte: Adaptado pela autora de Escritório de Estruturas B, 2020.

A cobertura é composta por 21 pilares, lajes de 20cm de espessura e 4 vigas, sendo 1 delas protendida e 2 delas invertida. As especificações de materiais são as mesmas do pavimento superior. A seguir tem-se a planta de fôrmas do pavimento cobertura (Figura 59).

Figura 59: Planta de forma da cobertura.



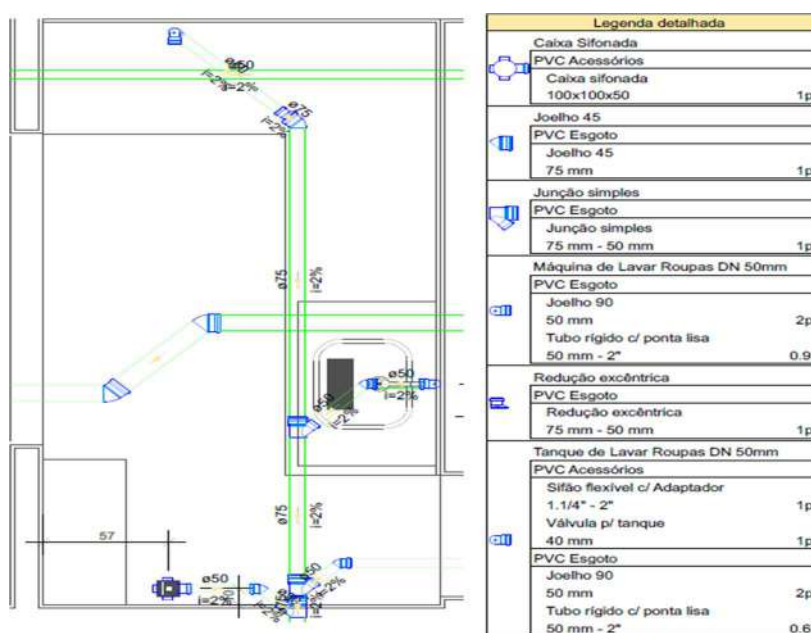
Fonte: Adaptada pela autora de Escritório de Estruturas B, 2020.

### 4.3. PROJETO HIDRÁULICO

O projeto de instalação hidráulica foi realizado antes da modificação do projeto estrutural, não sendo feita nenhuma alteração ou compatibilização devido ao novo projeto. O projeto foi dividido em Instalações de Água Fria, Instalações de Água de Reuso, Instalações de Água Quente, Instalações de Esgoto Sanitário e Instalações de Águas Pluviais. De acordo com o projeto as Instalações de Água Fria e de Água de Reuso devem ser feitas com condutos em PVC Marrom Soldável, as de Água Quente em CPVC, as de Esgoto Sanitário em PVC branco e as de Águas Pluviais em PVC Esgoto SR. A Figura 60 mostra, como exemplo, as instalações de esgoto da lavanderia e a Figura 61 do banheiro de hóspedes do térreo. Demais projetos poderão ser identificados nos Anexos.

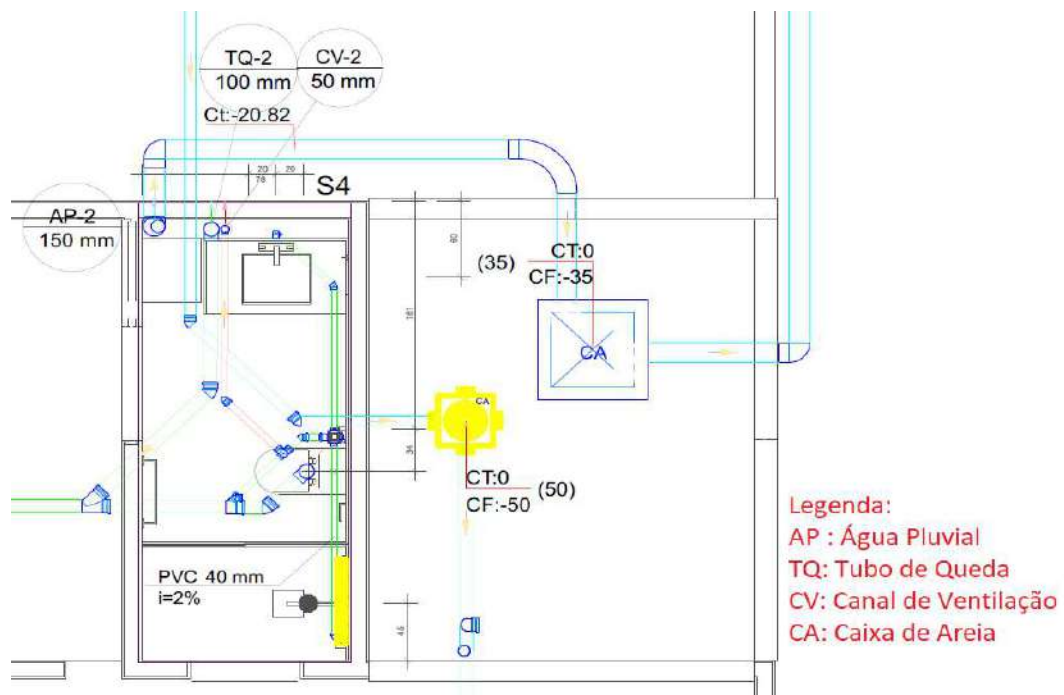
Como diferencial, a residência conta com uma cisterna para armazenamento e reaproveitamento da água pluvial. A água de reuso será a fonte para todas as torneiras de jardins. Além disso, será utilizada energia solar térmica para aquecimento da água.

Figura 60: Instalações de Esgoto Lavanderia.



Fonte: Projetista Hidráulico, 2020

Figura 61: Instalações de Esgoto Banheiro Hóspedes Térreo.



Fonte: Projetista Hidráulico, 2020.

#### 4.4. MODELAGEM 3D - REVIT

Para as modelagens tridimensionais do projeto foi utilizado a versão estudante do programa Autodesk Revit 2022®. A modelagem de ambos os projetos, estrutural e hidrossanitário, seguiu os seguintes passos:

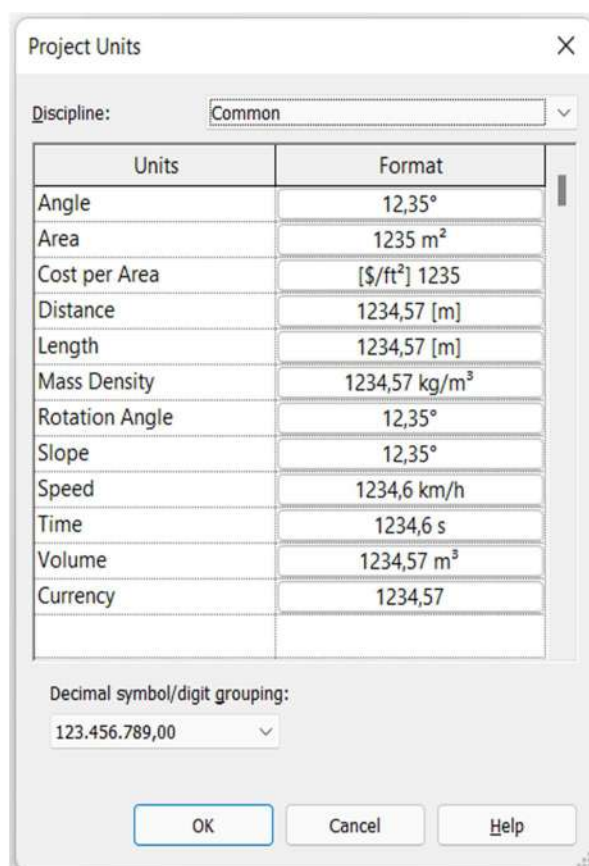
1. Configuração de um *template* para a modelagem.
2. Importação do projeto em CAD;
3. Marcação de uma linha guia para modelagem das demais vistas;
4. Desenho do projeto sobre o projeto CAD e com auxílio de cortes de vistas para os ajustes necessários em 3D.

Nos próximos subcapítulos serão detalhados os passos realizados na modelagem de cada disciplina.

#### 4.4.1. Modelagem 3D – Projeto Estrutural

Como apresentado anteriormente, o primeiro passo foi a configuração de um *template* para a criação do projeto. Foi utilizado o *template* para realização de projetos estruturais do próprio programa e feito alguns ajustes. Primeiro configurou-se a unidade de medida para metros, através do comando “UN - Project Units” (ver Figura 62).

Figura 62: Configuração de medidas para metros.

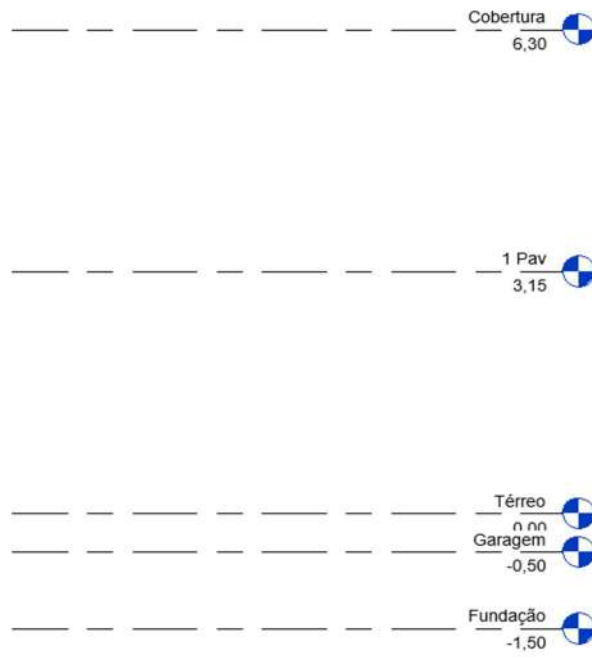


Fonte: Autora 2022.

O segundo passo foi a definição das elevações e suas respectivas alturas, para então criar a vista de cada plano. Os níveis e vistas estão representados pelas Figuras 63 e 64, respectivamente.

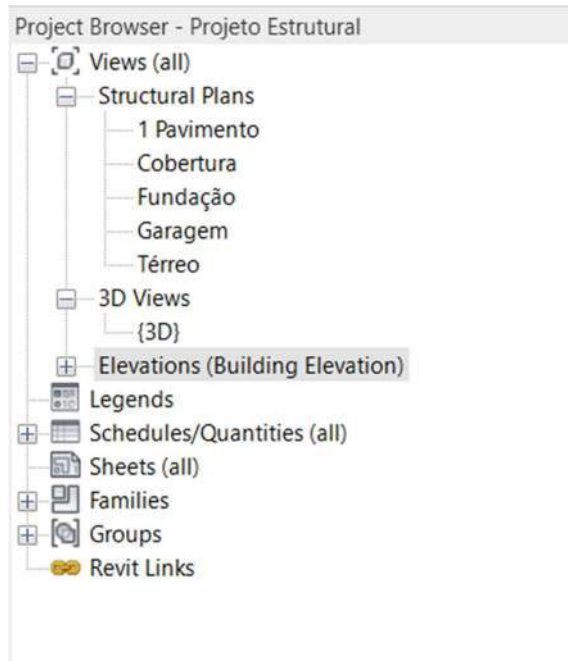


Figura 63: Elevações: Projeto Estrutural.



Fonte: Autora 2022.

Figura 64: Vistas de Planta: Projeto Estrutural.

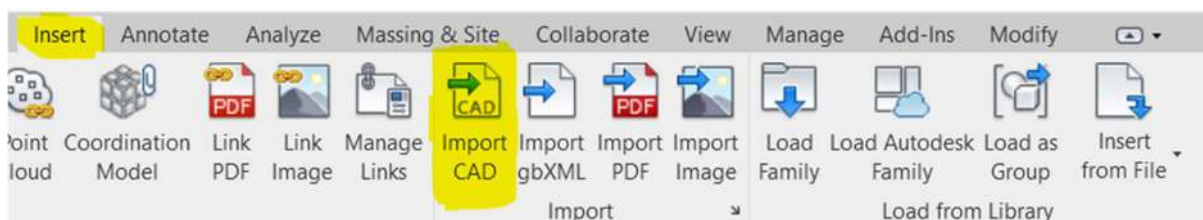


Fonte: Autora 2022.

Feito isso, foi baixado a família de elementos estruturais em concreto armado disponibilizada pelo próprio *software*. Não foi necessário a criação de nenhum elemento e nem a busca em outros locais.

Com o *template* pronto, começou-se a modelagem do projeto em si. Primeiro, foi importado o arquivo CAD através da guia “*Insert -> Import CAD*” (ver Figura 65). O projeto ao ser importado já foi ajustado automaticamente para as medidas em metros, sem necessidade de mudança de escala.

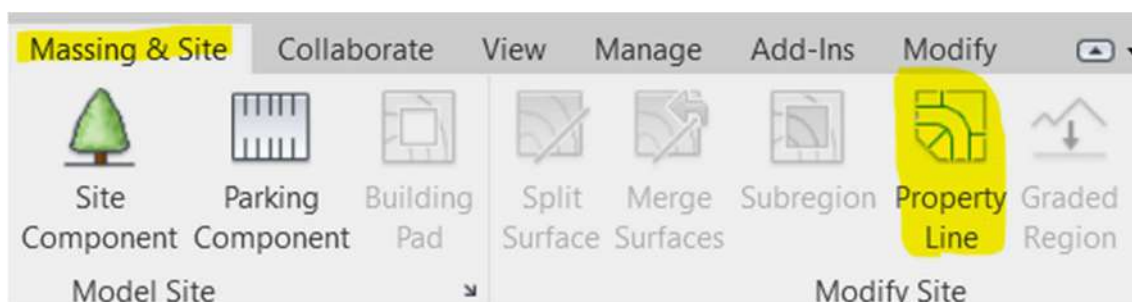
Figura 65: Guia para importação de projeto CAD.



Fonte: Autora 2022.

Com o projeto base (CAD), foi delimitado uma linha de contorno do terreno através da guia “*Massing&Site -> Property Line -> Create by sketching*” (ver Figura 66). A vantagem da criação dessa linha de terreno é que ela é visível em todas as plantas, e portanto, serve de base para começar o desenho da próxima elevação.

Figura 66: Guia para criação de linha de terreno.



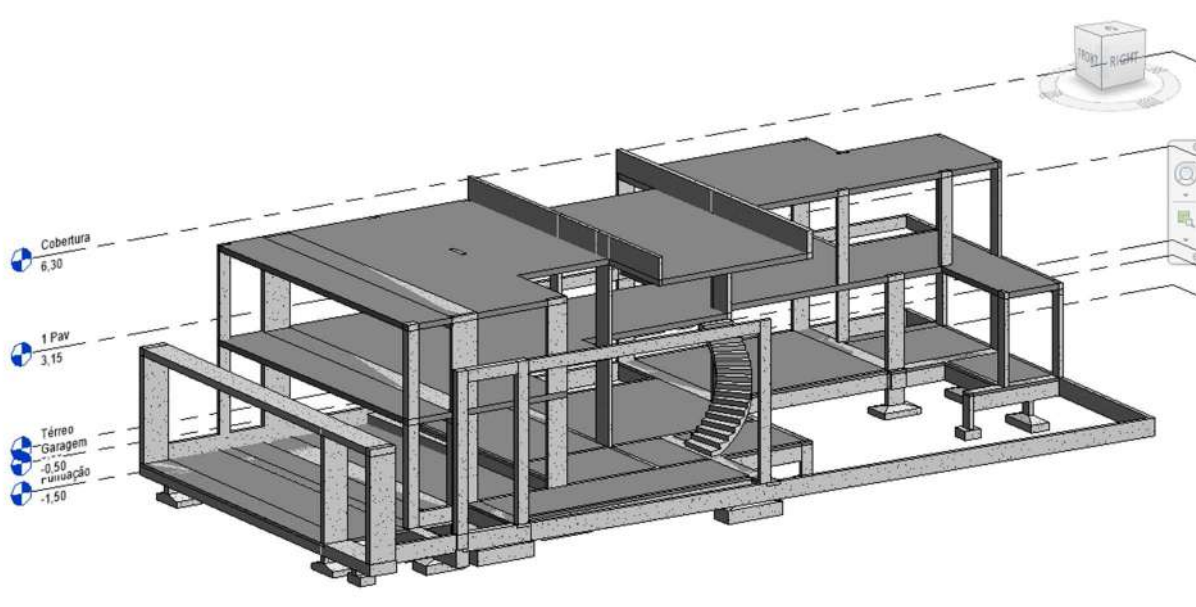
Fonte: Autora 2022.

A próxima etapa foi o desenho dos elementos em planta, começando pela fundação. Para cada elemento, primeiro ajustou-se as dimensões disponibilizadas pela família baixada para as dimensões do projeto, duplicando e editando cada elemento e com o

comando “AL - Align”, que alinha os elementos de acordo com um eixo escolhido, posicionou-se cada sapata, pilares, vigas e lajes, em seus devidos lugares, sobrepondo o desenho importado do CAD.

Após a locação dos elementos em planta, foram utilizadas as vistas de elevação para ajustar as devidas alturas dos elementos estruturais e com o auxílio da vista 3D foi possível conferir se tudo estava sendo feito corretamente.

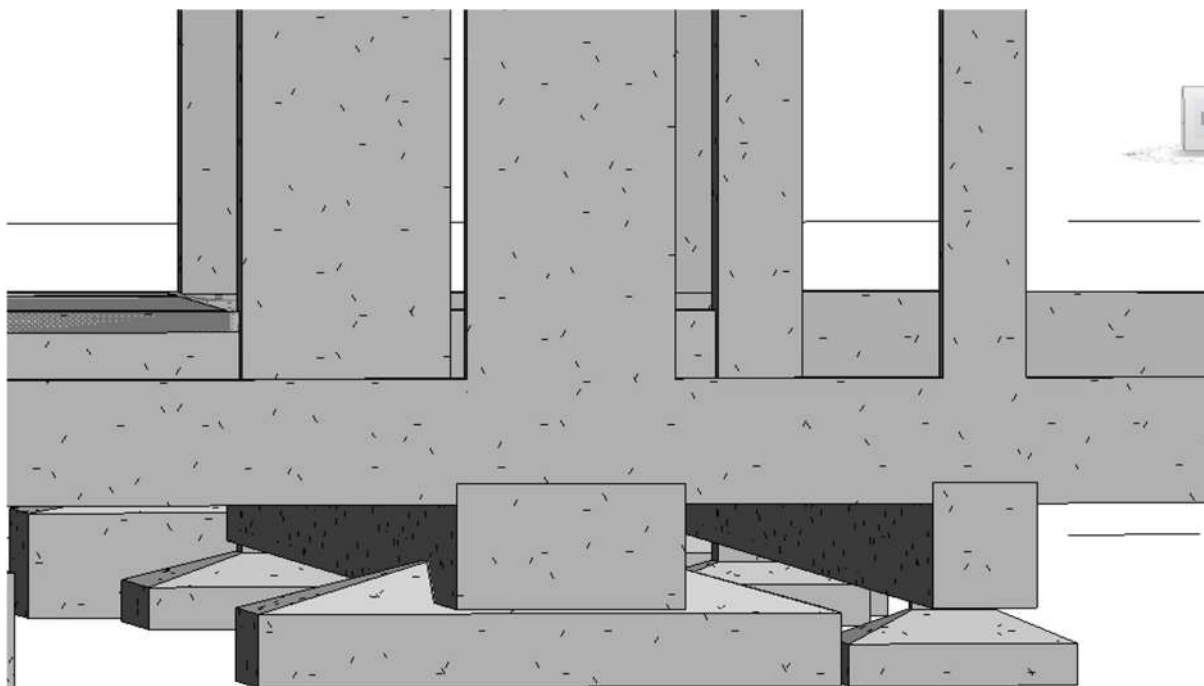
Figura 67: Modelagem 3D: Projeto Estrutural.



Fonte: Autora 2022.

Através da modelagem 3D, foi possível detectar visualmente uma incompatibilidade presente no projeto (ver Figura 68).

Figura 68: Incompatibilidade - Projeto Estrutural.



Fonte: Autora 2022.

Na Figura 68 é possível visualizar um conflito entre a viga baldrame e a pirâmide da sapata cônica, onde as duas se sobrepõem. Tal conflito só foi notado durante a etapa de obra, após a execução da sapata, o que ocasionou desperdício de tempo, desgaste da equipe e consequentemente prejuízos financeiros. Ao final, o conflito foi solucionado junto ao projetista estrutural e o responsável técnico pela execução da obra.

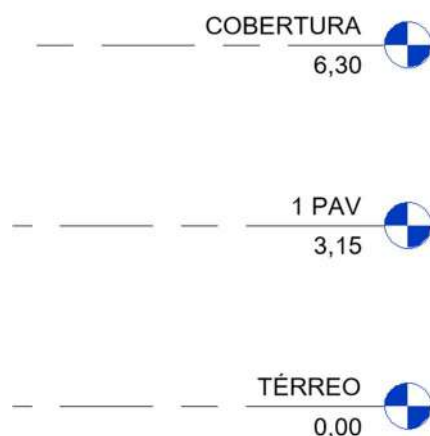
De maneira geral, não houve dificuldades para a modelagem tridimensional do projeto estrutural visto que todos os objetos são geométricos e não possuem muitos detalhes. O fato de o próprio programa possuir e disponibilizar uma família completa de objetos de concreto armado, considera-se uma vantagem.

#### **4.4.2. Modelagem 3D - Projeto Hidrossanitário**

Para a modelagem do projeto hidrossanitário, foi utilizado um *template* já existente, que já continha muitas famílias de objetos hidráulicos baixadas e feito as adaptações necessárias para a modelagem do projeto de estudo. Primeiro foi configurada a

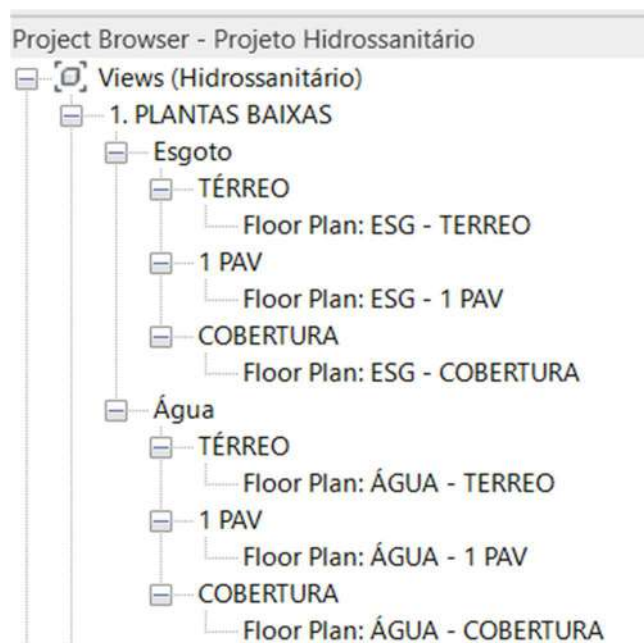
unidade de medida padrão para o desenho, as elevações (Figura 69) e criadas as vistas de planta (Figura 70), conforme descrito no item 4.4.1.

Figura 69: Elevações - Projeto Hidrossanitário.



Fonte: Autora 2022.

Figura 70: Vista de Planta - Projeto Hidrossanitário.

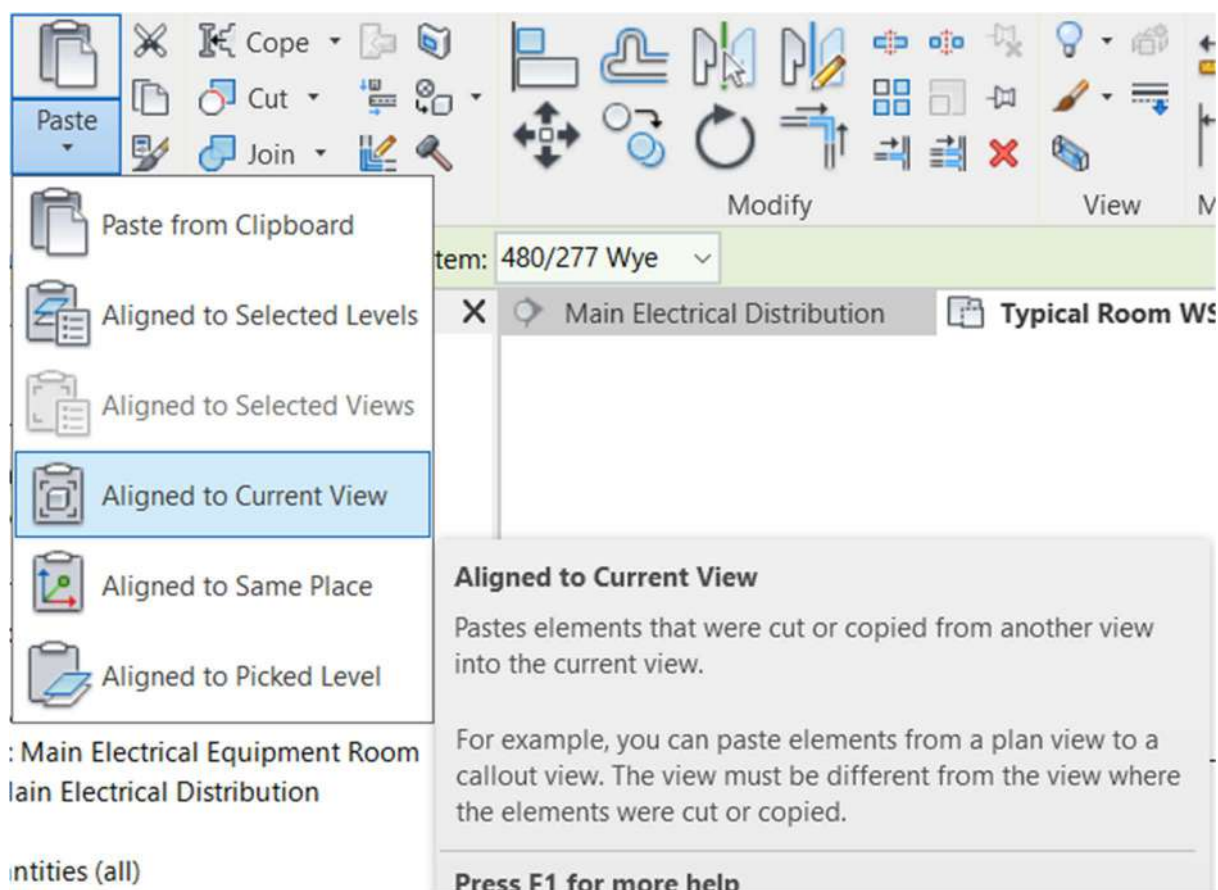


Fonte: Autora 2022.

Feito isso, também foi criada uma linha para servir de guia em todas as plantas, copiada do Projeto Estrutural e colada no Projeto Hidrossanitário através da

ferramenta “*Paste Aligned to Current View*” para garantir que ambos os projetos fossem moldados na mesma localização (ver Figura 71).

Figura 71: Ferramenta “Paste Aligned to Current View”.



Fonte: Autora 2022.

Depois, realizou-se a importação do projeto CAD semelhante ao descrito no subcapítulo 4.4.1. Entretanto, foi necessário ajustar a escala do projeto através da ferramenta “*Scale*”. Após o ajuste da escala, iniciou-se a modelagem sobre o projeto importado do CAD. Também foram feitos os cortes de vistas, necessários para o desenho das isometrias. Durante o desenho, foi necessário buscar na internet algumas famílias de objetos complementares. Os objetos foram baixados diretamente do site oficial da marca Tigre, que disponibiliza todos os elementos de sua marca para serem baixados em BIM de forma gratuita.

Durante o desenho, foram encontradas muitas dificuldades devido à falta de informação da altura de passagem dos tubos e dos pontos hidráulicos e devido à falta de especificação de bitola de alguns tubos. Para que fosse possível realizar o desenho, foi adotado algumas alturas de passagem de tubos e de pontos hidráulicos, tentando realizar o mínimo de modificações possíveis para ser fiel ao projeto base. A altura de passagem de tubos de água fria e quente pelo teto adotada foi de 2,945 metros em relação ao pavimento de referência. Essa altura foi calculada subtraindo a altura bruta de um pavimento ao outro (3,15 metros) da espessura da laje (0,20 metros) mais 0,05 metros de folga. Já a altura de passagem dos tubos pelo piso foi calculada de forma que a base do tubo encostasse no nível 0 de referência de cada pavimento. As alturas dos pontos hidráulicos adotadas foram baseadas na Tabela 10, que teve como referência, as alturas especificadas no projeto arquitetônico. Para o desenho das tubulações de esgoto, no pavimento térreo foram utilizadas como referência as cotas das caixas de esgoto e as respectivas inclinações de cada tubo. No pavimento superior e cobertura, foram seguidas algumas cotas pontuadas pelo projetista e seguido com a inclinação descrita de cada tubo.

Na prática essas alturas foram definidas durante a execução da obra e com isso outras interferências surgiram, como por exemplo, tubulações passando abaixo do nível do forro estabelecido em projeto. Essas situações poderiam ter sido evitadas com o uso de softwares BIM.

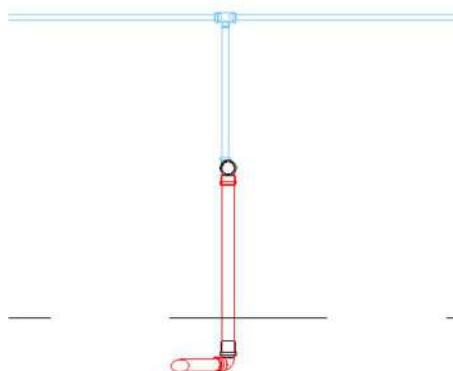
Tabela 10: Altura Pontos Hidráulicos.

Altura Pontos Hidráulicos em relação ao piso acabado (cm)		
	Ponto de Água	Ponto de Esgoto
Lavatório	55	55
Bacia Sanitária	20	
Ducha higiênica	45	
Pia	55	55
Tanque	55	55
Máquina de Lavar Roupas	55	55
Filtro	105	
Chuveiro	210	
Misturador	110	
Registro de gaveta	180	
Torneira de Jardim	30	
Máquina de Lavar Louça	55	55
Geladeira	105	

Fonte: Autora 2022.

Durante a modelagem, encontrou-se algumas interferências, entre elas, um conflito entre ponto de esgoto e ponto de água fria (Figura 72).

Figura 72: Sobreposição de ponto de esgoto com ponto de água fria.

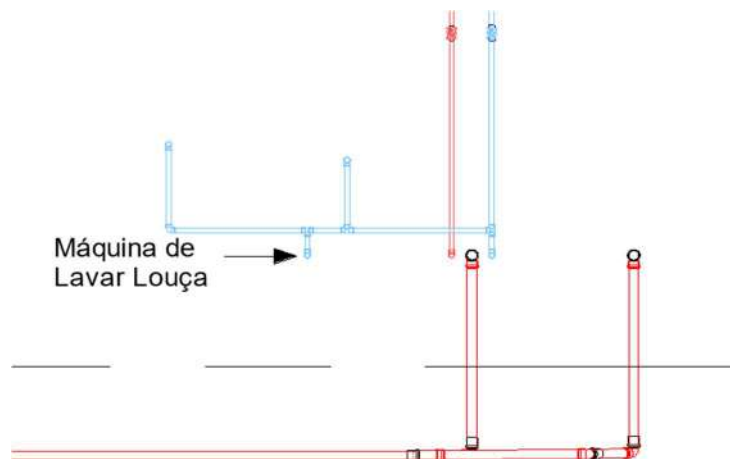


Fonte: Autora 2022.



Após feita uma análise final do projeto 3D percebeu-se a falta de ponto de esgoto para a máquina de lavar louças da cozinha do pavimento térreo (Figura 73).

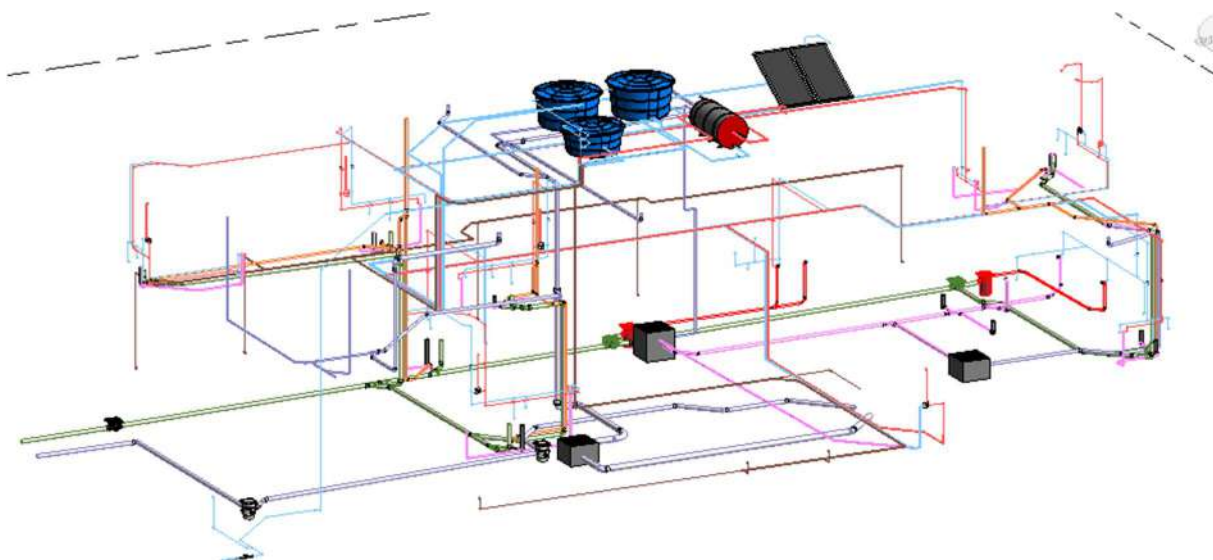
Figura 73: Falta de ponto de esgoto para máquina de lavar louça.



Fonte: Autora 2022.

Na Figura 74, tem-se a representação do modelo final em 3D do projeto hidrossanitário.

Figura 74: Modelagem 3D - Projeto Hidrossanitário.





Fonte: Autora, 2022.

Em comparação ao projeto estrutural, a modelagem do projeto hidrossanitário foi mais trabalhosa, devido à falta de informação de alturas e gastou-se mais tempo para sua realização por possuir muitos detalhes. Em relação a disponibilidade de famílias acessíveis na biblioteca do Revit e *online*, definiu-se como uma vantagem.

#### 4.5 COMPATIBILIZAÇÃO - NAVISWORKS

Para a detecção de interferências foi utilizado a versão estudante do programa Autodesk Navisworks 2022® através da ferramenta “*Clash Detective*”, uma ferramenta que detecta automaticamente as interferências físicas entre elementos de um projeto ou mais projetos. Nesse caso, a intenção era de encontrar incompatibilidades contidas entre os projetos estrutural, arquitetônico e hidrossanitário de uma residência e para isso a compatibilização foi feita a cada dois projetos.

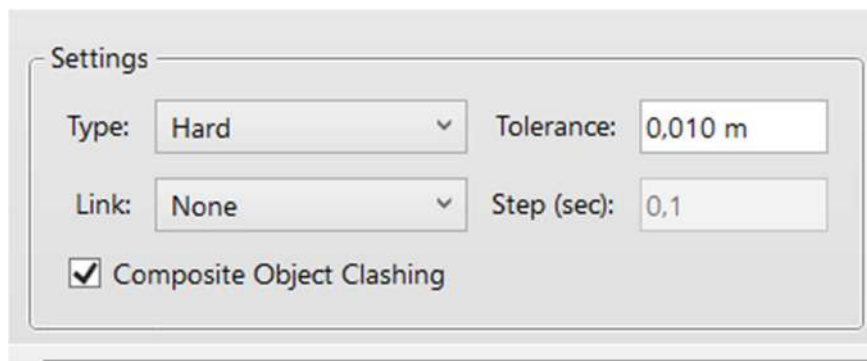
Após importar ambos os projetos a serem compatibilizados, foram definidas as regras de compatibilização, com o intuito de diminuir o número de interferências não relevantes. A seguir tem-se a descrição de cada uma delas, retiradas do próprio suporte da Autodesk:

- *Items in Same Layer* - quaisquer itens com interferência encontrados que estão na mesma camada, não são reportados nos resultados. Esse recurso tornou-se útil, por exemplo, em situações onde se desejava ignorar interferências no mesmo nível de um arquivo do Revit® (2014 ou posterior). Camadas ou níveis, identificados pelo ícone , estão localizados na aba *Selection Tree*.
- *Items in Same Group/Block/Cell* - quaisquer itens encontrados com interferência que estiverem no mesmo grupo (ou bloco inserido), como definições de bloco do AutoCAD ou de célula do MicroStation, não serão relatados nos resultados. Grupos, blocos e células, identificados pelo ícone , encontram-se na aba *Selection Tree*.
- *Items in Same File* - quaisquer itens com interferência encontrados que estão no mesmo arquivo (referenciado externamente ou anexado), não são

reportados nos resultados. Se o modelo contiver vários arquivos CAD, esta opção permite somente pesquisar as interferências entre arquivos diferentes.

Depois, foram definidas outras configurações de compatibilização na guia “*Select*”, painel “*Settings*”, conforme Figura 75.

Figura 75: Configurações “Clash Detective”.



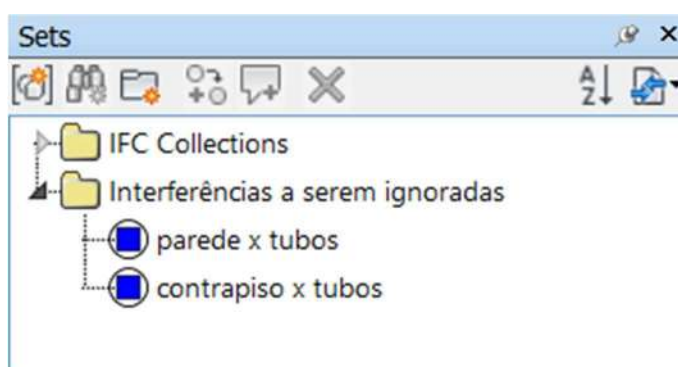
Fonte: Autora, 2022.

A seguir tem-se a descrição de cada configuração adotada retirada do suporte online da Autodesk:

- *Type Hard*: dois objetos que de fato efetuam a intersecção.
- *Tolerance*: Controla a gravidade das interferências reportadas e a habilidade de filtrar interferências insignificantes, que podem ser assumidas para serem solucionadas em torno do terreno.
- *Composite Object Clashing*: Marca-se esta caixa de seleção para incluir os resultados de interferência, que podem ser encontrados no mesmo objeto composto, ou um par de objetos compostos. Um objeto composto é um grupo de geometrias que é considerado um objeto único na *Selection Tree*. Por exemplo, um objeto de janela pode ser composto por uma estrutura e um painel, ou uma parede com cavidade pode ser criada por meio de várias camadas.

Feito isso, os projetos selecionados foram introduzidos no programa para a realização do primeiro teste de interferência. Nessa primeira execução, muitas interferências foram encontradas e muitas delas não relevantes. Para resolver parte deste problema, foi acrescentado outra regra ao teste, a regra “*Same Selection Set*”, que ignora interferências entre itens contidos em um mesmo conjunto de seleção. Portanto, antes de utilizar essa regra, foram salvos no projeto alguns conjuntos de seleção onde a interferência entre os itens não era considerada relevante. Como exemplo, os itens parede e tubos e os itens contra piso e tubos (ver Figura 76), pois não é de interesse que o programa aponte tubos passando pela parede ou pelo contra piso como uma incompatibilidade, visto que este é um procedimento padrão em uma obra.

Figura 76: Painel com as “Selection Sets” criadas.



Fonte: Autora, 2022.

Feito isso, o teste foi rodado novamente e os conflitos entre os itens selecionados foram atualizados para “*Resolved*” (em português, Resolvido), eliminando uma grande quantidade de falsos positivos. Neste exemplo, foram eliminados 369 conflitos, restando 126 ativos (ver Figura 77). Esse passo não foi realizado anteriormente, porque era de interesse que as interferências fossem mostradas no teste, para poder agrupá-las e de uma forma geral analisar se mesmo assim, alguma delas poderiam ser relevantes.

Figura 77: Resultado após eliminar falsos positivos.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
Test 1	Done	495	0	126	0	0	369

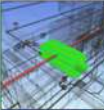
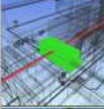
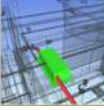
Fonte: Autora, 2022.

Posteriormente, foi utilizado a ferramenta “*Group*” para compactar e identificar os conflitos semelhantes ou pertencentes a um mesmo item. Finalizado o agrupamento de interferências, foi utilizado a ferramenta “*Compact*” para eliminar todos os conflitos marcados como “*Resolved*” e assim obter o relatório final de interferências.

Ao final, foram salvas as imagens correspondentes a cada conflito para gerar a tabela final contendo as interferências e suas respectivas representações. A Figura 78 representa uma parte do relatório de compatibilização entre o projeto arquitetônico e o hidrossanitário. O relatório inteiro e os demais relatórios podem ser visualizados através do QR Code abaixo.



Figura 78: Parte do Relatório Final - Compatibilização Projeto Arquitetônico x Projeto Hidrossanitário.

AUTODESK® NAVISWORKS®		Clash Report							
<b>Test 1</b>	Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
	0.010m	43	0	43	0	0	0	Hard	OK
Image	Clash Name	Status	Item 1 Item Name	Item 1 Item Type	Item 2 Item Name	Item 2 Item Type			
	1. ArCondicionadoSalaIntima/TubeAQ	Active	Tipos de tubos	Tubulação: Tipos de tubos: CPVC - Água Quente	MMU-AP0074YH1-E	Composite			
	2. ArCondicionadoSalaIntima/TubeAF	Active	Tipos de tubos	Tubulação: Tipos de tubos: PVC Marrom Soldável	MMU-AP0074YH1-E	Composite			
	3. ArCondicionadoSalaIntima/TubeESG	Active	Tipos de tubos	Tubulação: Tipos de tubos: PVC Esgoto Série Normal	MMU-AP0074YH1-E	Composite			

Fonte: Autora, 2022.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

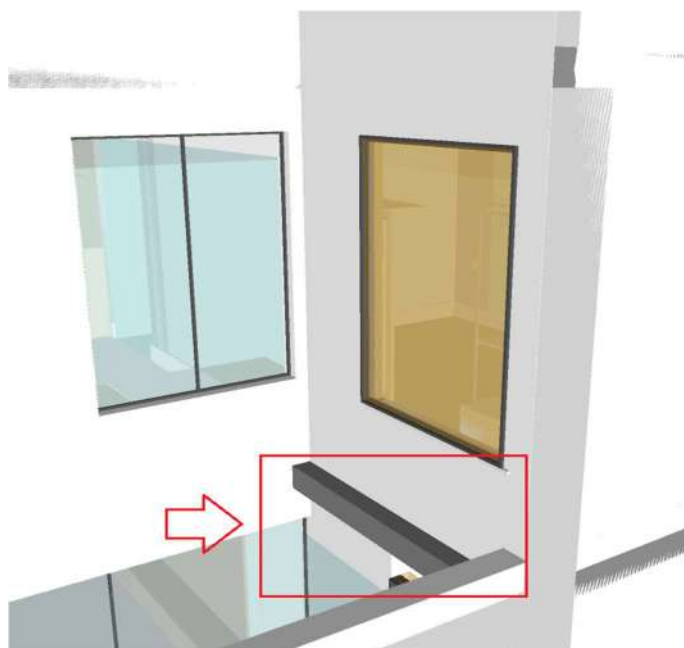
Neste capítulo serão apresentados os resultados dos testes de interferência realizados entre os Projetos ARQ (Arquitetônico) x EST (Estrutural), ARQ x HID (Hidrossanitário) e EST x HID. Além disso, será apresentado para cada conflito encontrada uma possibilidade de resolução.

### 5.1. COMPATIBILIZAÇÃO ARQ x EST

Foram encontradas um total de 18 interferências físicas (IF'S) identificadas pelo programa entre os elementos arquitetônicos e estruturais, conforme tabela presente no Apêndice A.

Além das interferências físicas citadas, foi encontrada uma interferência visual representada pela Figura 79, onde a laje forma um dente na fachada no pavimento superior.

Figura 79: Interferência visual da fachada entre laje e parede.



Fonte: Autora, 2022.

Contudo, foram encontradas um total de 19 interferências. A Tabela 11 representa as interferências a cada par de elementos;

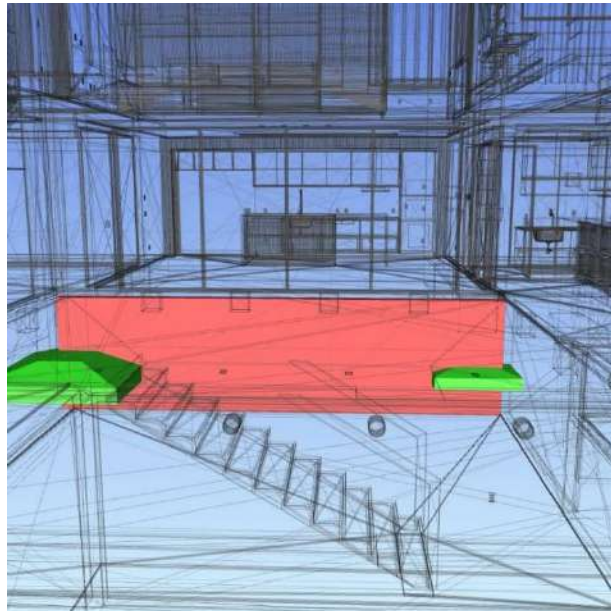
Tabela 11: "Interferências por par de elementos arquitetônico e estrutural".

		ELEMENTOS ARQUITETÔNICO					
		Parede	Forro	Ponto Elétrico	Iluminação	Ralo	Ar condicionado
ELEMENTOS ESTRUTURAIIS	Laje	1			2		1
	Pilar			1	1		
	Viga		2		3	1	1
	Sapata	6					

Fonte: Autora, 2022.

Pode-se concluir que o maior número de conflitos se deu em primeiro lugar entre sapata e parede e em segundo lugar, entre iluminação e viga. A Figura 80 mostra uma das incompatibilidades entre sapata e parede e a Figura 81 mostra sua posição na tabela contida no Apêndice A com a descrição do conflito, os elementos envolvidos, possível solução e o nível da planta em que o conflito ocorre.

Figura 80: Interferência n° 11: Parede x Sapata.



Fonte: Autora, 2022.



Figura 81: Descrição Interferência n° 11 : Parede x Sapata.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
10	Iluminação Suíte 2	Viga 3	Iluminação sobrepondo viga	Mudar localização da iluminação	Pav. Superior
11	Parede Depósito Subterrâneo	Sapatas 7 e 9	Parede sobrepondo sapatas	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
12	Parede Depósito Subterrâneo	Sapatas 9 e 101	Parede sobrepondo sapatas	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo

Fonte: Autora, 2022.

## 5.2. COMPATIBILIZAÇÃO ARQ x HID

Foram encontradas um total de 43 interferência físicas (IF'S) identificadas pelo programa entre os elementos arquitetônicos e hidrossanitários, conforme tabela presente no Apêndice B.

A seguir tem-se a Tabela 12 que representa as interferências a cada par de elementos do projeto.

Tabela 12: "Interferências por par de elementos arquitetônicos e hidrossanitários".

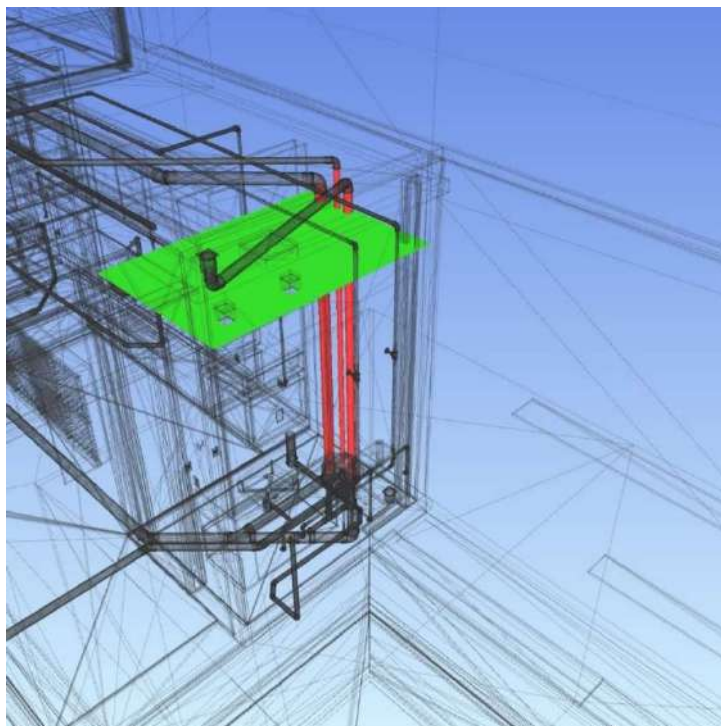
		ELEMENTOS ARQUITETÔNICO											
		Armário	Forro	Tanque	Pia	Monocomando	Iluminação	Nicho	Ralo	Bacia Sanit.	Espelho	Lavatório	Ar Cond.
ELEMENTOS HIDROSSANITÁRIOS	Tubo Esgoto	2	7	1	2		2		3		1	3	2
	Tubo Água Fria		1					1	1	1		4	1
	Tubo Água Quente		1					1	1	1		2	2
	Caixa de Areia		1										
	Monocomando					1		1					

Fonte: Autora, 2022.

Pode-se concluir que as tubulações de esgoto foram responsáveis por mais da metade dos conflitos entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário, sendo o maior número de conflitos entre tubulação de esgoto e forro. Em segundo lugar, tem-se os conflitos entre tubo de água fria e lavatório.

A Figura 82 mostra uma das incompatibilidades entre tubo de esgoto e forro e a Figura 83 mostra sua posição na tabela contida no Apêndice B com a descrição do conflito, os elementos envolvidos, possível solução e o nível da planta em que o conflito ocorre.

Figura 82: Interferência n° 16: Forro x Tubo de Esgoto.



Fonte: Autora, 2022.

Figura 83: Descrição Interferência nº16: Forro x Tubo de Esgoto.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
12	Lavatório Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Água Quente	Tubos fora da parede conflitando com armário do lavatório	Fazer um shaft nesse local	Térreo
13	Espelho Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede conflitando com espelho	Fazer um shaft nesse local	Térreo
14	Forro Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Térreo
15	Forro Banheiro Suíte 2	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Pav. Superior
16	Forro Lavabo Área Gourmet	Tubo de Esgoto	Prumadas de tubos fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Térreo

Fonte: Autora, 2022.

### 5.3. COMPATIBILIZAÇÃO EST x HID

Foram encontradas um total de 37 interferência físicas (IF'S) identificadas pelo programa entre os elementos estruturais e hidrossanitários, conforme tabela presente no Apêndice C.

A seguir tem-se a Tabela 13 que representa as interferências a cada par de elementos do projeto.

Tabela 13: "Interferências por par de elementos estruturais e hidrossanitários".

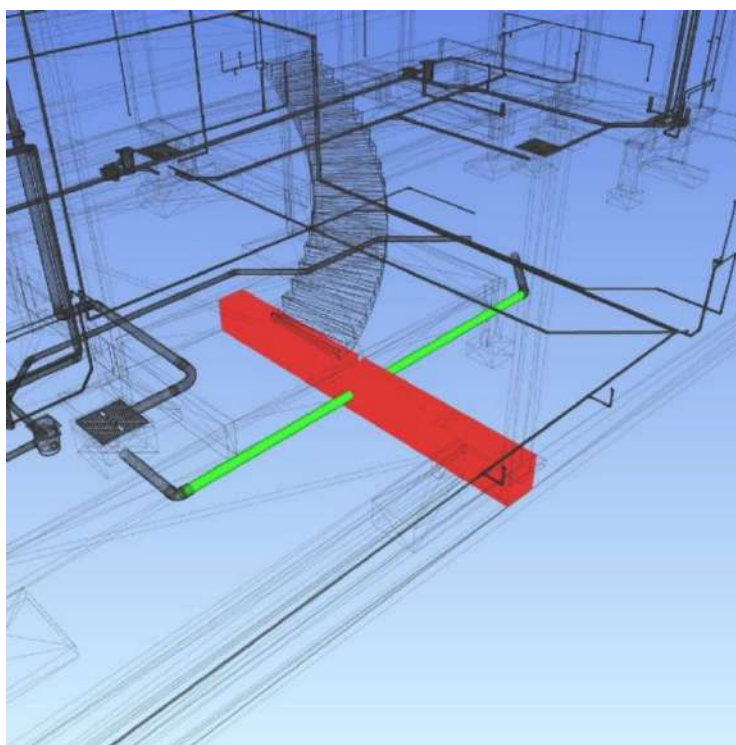
		ELEMENTOS HIDROSSANITÁRIOS			
		Tubo de Esgoto	Tubo de Água Fria	Tubo de Água Quente	Caixa de Passagem
ELEMENTOS ESTRUTURAIS	Laje	1	1		
	Pilar		3		
	Viga	20	8	3	1

Fonte: Autora, 2022.

Pode-se concluir que novamente as tubulações de esgoto foram responsáveis pela grande maioria dos conflitos, nesse caso mais de 50%, sendo em sua maioria conflitos com vigas, que também representaram um grande número de interferências. Além disso, o número de conflitos com as tubulações de água fria foi muito significativo. Assim sendo, o maior número de conflitos ocorreu entre viga e tubo de esgoto e em segundo lugar entre viga e tubo de água fria.

A Figura 84 mostra uma das incompatibilidades entre viga e tubo de esgoto e a Figura 85 mostra sua posição na tabela contida no Apêndice C com a descrição do conflito, os elementos envolvidos, possível solução e o nível da planta em que o conflito ocorre.

Figura 84: Interferência n°22: Viga x Tubo de Esgoto.



Fonte: Autora, 2022.

Figura 85: Descrição Interferência nº22: Viga x Tubo de Esgoto.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
17	Viga 17	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
18	Viga 3	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
19	Viga 4	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
20	Viga 7	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
21	Viga 8	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
22	Viga 9	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo

Fonte: Autora, 2022.

#### 5.4. ANÁLISE GERAL

Ao final, foram encontradas um total de 99 interferências. A seguir serão representados graficamente alguns dados relevantes extraídos dos resultados da compatibilização realizada entre os projetos.

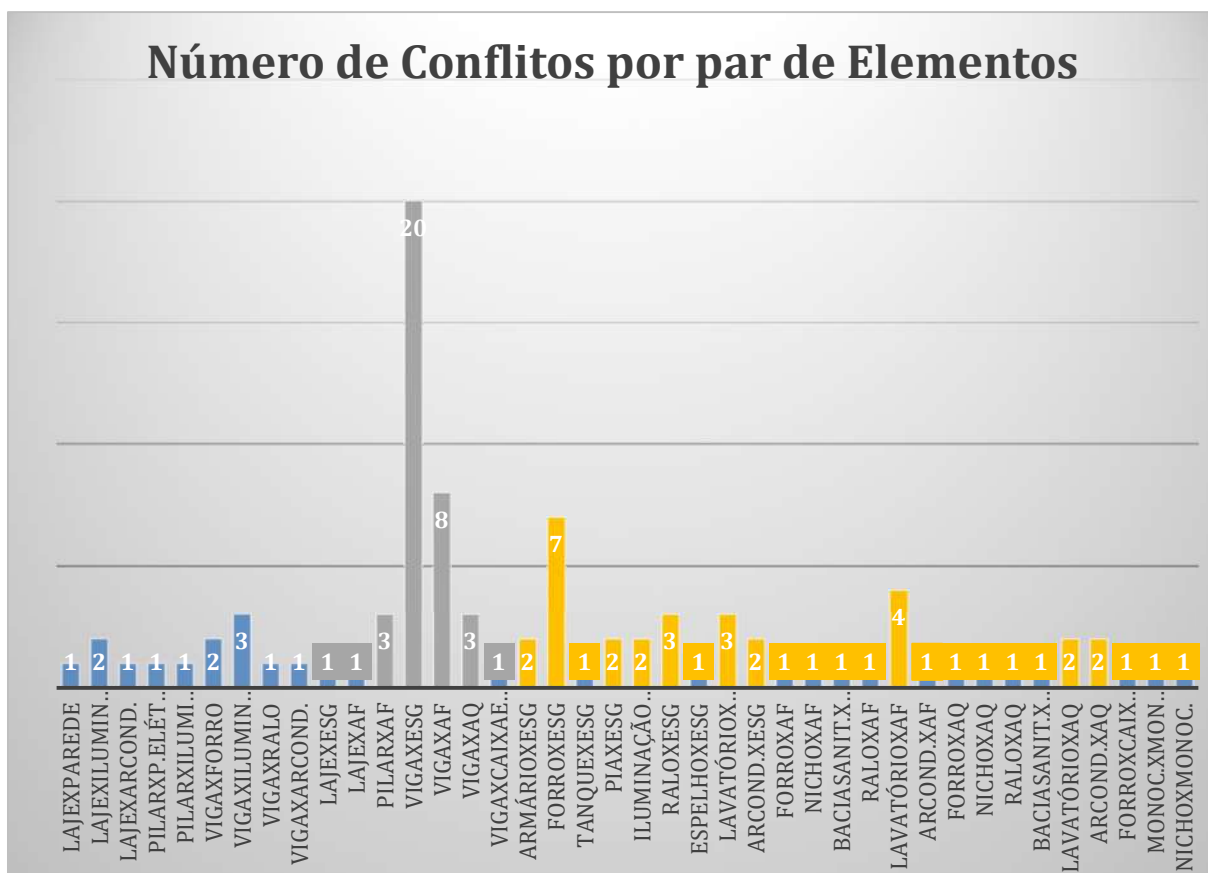
Gráfico 1: “% de Conflito por Par de Disciplina”.



Fonte: Autora, 2022.

Através do Gráfico 1, pode-se concluir que a compatibilização entre o Projeto Arquitetônico e Hidrossanitário apresentou o maior número de interferências.

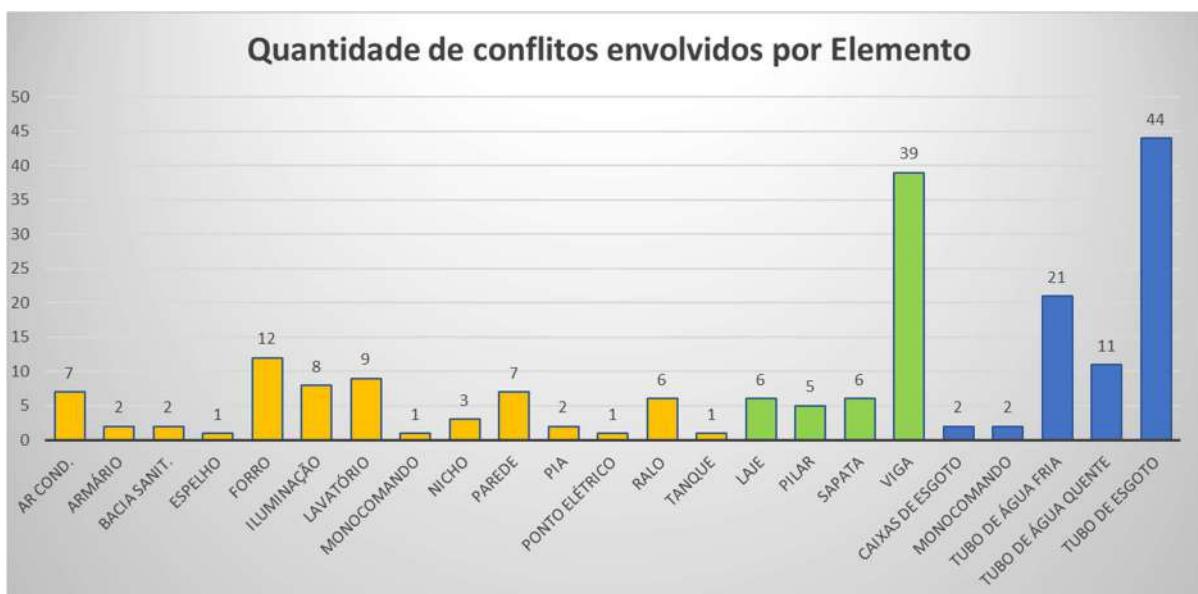
Gráfico 2 : "Número de Conflitos por par de Elementos".



Fonte: Autora, 2022.

Analisando o Gráfico 2, tem-se que os maiores conflitos ocorreram em 1º lugar entre viga e tubo de esgoto, em 2º lugar entre viga e tubo de água fria e em 3º lugar entre forro de tubo de esgoto.

Gráfico 3: “Quantidade de conflitos envolvidos por Elemento”.



Fonte: Autora, 2022.

Por último, conclui-se que dentre os elementos com maior potencial de interferência tem-se em 1º lugar os tubos de esgoto, em 2º as vigas e em 3º os tubos de água fria.

## 6. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi analisar o uso da tecnologia BIM no processo de compatibilização dos projetos de uma residência unifamiliar.

A etapa de compatibilização permitiu uma ampliação da visão geral do empreendimento ao integrar todos os projetos necessários para a construção. Somado a isso, conclui-se que esta etapa poderia acelerar, otimizar e racionalizar a etapa de obra ao identificar erros e incompatibilidades ainda na fase de projetos, evitando que os mesmos ocorram na prática.

A partir da realização dos projetos no Revit®, pode-se concluir que a modelagem tridimensional contribuiu para antecipar e solucionar dúvidas de projeto fundamentais para uma correta execução, como exemplo, as alturas de passagem das tubulações de esgoto, de água fria e de água quente. Além disso, a visualização 3D facilitou a identificação visual de falhas existentes em cada projeto, como exemplo, a identificação do conflito entre sapata e viga no projeto estrutural. Outra vantagem notada foi a disponibilidade de famílias gratuitas. Como desvantagem tem-se a dedicação de um maior tempo na confecção do projeto devido a um maior número de detalhamento necessário ao acrescentar a terceira dimensão ao projeto, como exemplo, o desenho de todos os elementos com suas respectivas alturas. Entretanto, o maior tempo gasto na fase de projeto compensa o tempo desperdiçado para corrigir erros e falhas durante a execução.

Após o processo de compatibilização no Navisworks®, concluiu-se que a identificação automática de conflitos, a possibilidade de ignorar conflitos entre conjuntos de elementos com categorias distintas e de agrupar conflitos entre itens selecionados foram ferramentas cruciais que fizeram da compatibilização pelo *software* ser rápida e eficaz. Além dessas vantagens, a visualização tridimensional das interferências facilitou no entendimento das mesmas e auxiliou na solução do conflito.



A identificação de noventa e nove (99) conflitos após a compatibilização reforçou a necessidade de se realizar essa análise. Ainda, com os dados obtidos, ficou claro que a maioria dos conflitos ocorre com o projeto hidrossanitário e entre os elementos tubos de esgoto e vigas.

Pontuadas as vantagens mencionadas acima, pode-se concluir que a implementação da tecnologia BIM na compatibilização dos projetos do estudo de caso em questão demonstrou ser vantajosa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, K. M.; ANTONIO, D. F.; CONDE, K. M.; JESUS, L. A. N. Estudo de caso de implementação e compatibilização em BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 658-670.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA: Boas Práticas em BIM Fascículo II**, 2015. Disponível em: <http://asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-1**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1: Diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AUTODESK. **Inside look at projects winning with BIM**, 2020. Disponível em: <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/docs/adsk-bim-excellence-ebook.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2021.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, p. 241-252, 2011.

AZHAR, S.; NADEM, A.; MOK, J. Y. N.; LEUNG, B. H. Y. “**Building information modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects.**” In: First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I). Paquistão, 2008.

BALEM, A. **Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil ao uso da metodologia BIM**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

BARROS, M.M.S.B.; MELHADO, S.B. **Racionalização do projeto de edifícios construídos pelo processo tradicional**.1993. Seminário (Pós graduação) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

BIMFORUM. **Level of Development (LOD) Specification part I & commentary** for Building Information Models and Data, BIMForum, 2020.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer**. 2.ed. Austin, 1987. (CII publication n. 3-1).

DAROS, José. **Guia completo: BIM 10D construção industrializada**, 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>. Acesso em: 24 ago. 2021.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. Hoboken. New Jersey, 2008.

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

FARIAS, J, C. **O que é o Navisworks**, 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-navisworks/>. Acesso em: 07 set. 2021.

FARIAS, J. C. **O que é Revit**, 2019. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-o-revit/>. Acesso em: 07 set. 2021.

FARIAS, J. C. **O que é o Solibri**, 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-o-solibri/>. Acesso em: 07 set. 2021.

FEREGUETTI, L. **Saiba o que é o ArchiCAD e por que ele é um software importante na arquitetura.** Blog da Arquitetura, 2018. Disponível em: <https://blogdaarquitetura.com/saiba-o-que-e-o-archicad/>. Acesso em: 07 set. 2021.

FETTERMANN, P. **Decreto estabelece utilização do BIM em obras públicas,** 2020. Disponível em: <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#!/conteudo/161>. Acesso em: 24 ago 2021.

FONTENELLE, Eduardo Cavalcante. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GIACOMELLI, Wiliana. Compatibilização de projetos – estudo de caso. **Revista Especialize On-Line IPOG**, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.

GUIMARÃES, D. E. P. **Comparação de metodologias de projeto de edificações: BIM e convencional.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP),Ouro Preto, 2019.

HAMMARLUND, Y; JOSEPHSON, Per-Erik. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. *Téchne*, n.1, nov/dez, 1992.

HOROSTECKI, A. R. N. **Compatibilização de projetos de engenharia/arquitetura em empresas de pequeno porte.** 2014. Dissertação – Universidade Cruzeiro do Sul, Florianópolis, 2014.

LOURO, B. **Implementação da tecnologia BIM ao projeto proinfância do FNDE.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

MATIAS, L; NUNES, A. F; CRUZ, R. C.A. L. Desperdícios na construção civil. **Revista Campo do Saber**, vol.4, nº3, abr, 2001.

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

MELLONI, Luís Fernando. **Engenharia Simultânea: potencialidades e limites**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Metodista de Piracicaba Coordenação Geral de Pós-Graduação Programa de Pós-Graduação, Santa Bárbara D'Oeste, 1998.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MONTEIRO, A.C.N.; SOBRINHO JÚNIOR, A.S.; CAVALCANTI, D.S.C.; PEREIRA, E.E. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, vol. 3, nº1, jan/jun, 2017.

NOVAES, Celso Carlos. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. In: I Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício, 1998. São Carlos, 1998.

OLIVEIRA, Pedro Victor Aguiar Silva. **Estudo de caso para a compatibilização de projetos utilizando uma ferramenta BIM**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), Palmas, 2019.

PICCHI, Flávio Augusto. Entrevista. **Revista Técnica**, São Paulo, mar/ abr, 1993.

PRAIA, Pedro. **A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso**. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação de projetos em edificações**. Publicação interna. Florianópolis, UNERJ, SC, 2001.

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

SOUSA JUNIOR, Almir Mariano de; MAIA, Clivia Corina Lima Lobo; CORREIO, Prisciliane Roberta Paula de Azevedo. Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário: uma abordagem teórica e estudo de caso. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria – **Revista Monografias Ambientais**. V 14, n. 2, março de 2014. Santa Maria, 2014.

TAVARES JÚNIOR, Wandemberg; POSSAMAI, Osmar; BARROS NETO; MOTA, E. M. Um modelo de registro das tecnologias para uso na compatibilização de projetos de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.

## APÉNDICE

APÊNDICE A

TABELA - INTERFERÊNCIAS FÍSICAS ENTRE PROJETOS ARQ X EST.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
1	Ar Condicionado	Laje	Ar Condicionado sobrepondo a laje	Ajustar a altura dos Ar condicionado	Térreo Pav. Superior
2	Ar Condicionado Suíte 3	Viga 3	Ar condicionado sobrepondo a viga	Mudar localização do Ar condicionado	Pav. Superior
3	Detalhe Cortineiro (Forro) Suíte 2	Viga 3	Cortineiro sobrepondo a viga	Verificar possível alteração no cortineiro	Pav. Superior
4	Forro Suíte 2 e 3	Viga 3	Forro sobrepondo a viga	Abaixar a altura do forro	Pav. Superior
5	Iluminação	Viga 1	Iluminação sobrepondo viga	Mudar localização da iluminação	Cobertura
6	Iluminação	Laje	Iluminação sobrepondo laje	Mudar localização da iluminação	Cobertura
7	Iluminação Depósito Subterrâneo	Pilar 4A	Iluminação sobrepondo pilar	Mudar localização da iluminação	Fundação Térreo
8	Iluminação Depósito Subterrâneo	Laje	Iluminação sobrepondo laje	Mudar localização da iluminação	Fundação Térreo
9	Iluminação Suíte 3	Viga 3	Iluminação sobrepondo viga	Mudar localização da iluminação	Pav. Superior
10	Iluminação Suíte 2	Viga 3	Iluminação sobrepondo viga	Mudar localização da iluminação	Pav. Superior



IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
11	Parede Depósito Subterrâneo	Sapatas 7 e 9	Parede sobrepondo sapatas	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
12	Parede Depósito Subterrâneo	Sapatas 9 e 101	Parede sobrepondo sapatas	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
13	Parede Depósito Subterrâneo	Sapatas 7 e 4	Parede sobrepondo sapatas	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
14	Parede Depósito Subterrâneo	Sapata 4	Parede sobrepondo sapata	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
15	Parede Depósito Subterrâneo	Sapata 101	Parede sobrepondo sapata	Diminuir depósito subterrâneo	Fundação Térreo
16	Parede Piscina	Sapatas 4 e 3	Parede sobrepondo sapatas	Rever Altura da parede da piscina	Fundação Térreo
17	Ponto elétrico Suíte 1	Pilar 6	Ponto elétrico no teto sobrepondo pilar	Mover ponto elétrico para a esquerda	Pav. Superior
18	Ralo Lavabo Área Gourmet	Viga 24	Ralo sobrepondo viga	Mover ralo para o lado	Térreo

## APÊNDICE B

TABELA - INTERFERÊNCIAS FÍSICAS ENTRE PROJETOS ARQ X HID.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
1	Ar condicionado Sala Íntima	Tubo de Água quente	Tubo sobrepondo ar condicionado	Desvio da tubulação	Pav. Superior
2	Ar condicionado Sala Íntima	Tubo de Água fria	Tubo sobrepondo ar condicionado	Desvio da tubulação	Pav. Superior
3	Ar condicionado Sala Íntima	Tubo de Esgoto	Tubo sobrepondo ar condicionado	Desvio das tubulação	Pav. Superior
4	Ar condicionado Suíte 1	Tubo de Água quente	Tubo sobrepondo ar condicionado	Desvio da tubulação	Pav. Superior
5	Ar condicionado Suíte 2	Tubo de Esgoto	Tubo sobrepondo ar condicionado	Desvio da Tubulação	Pav. Superior
6	Forro Depósito	Caixa de Areia	Caixa de areia sobrepondo forro	Mudar localização caixa de areia	Térreo
7	Detalhe Cortineiro (Forro) Suíte Hóspedes Pav. Superior	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto passando abaixo do nível do forro	Verificar se é possível abaixar a altura do cortineiro	Pav. Superior
8	Detalhe Cortineiro (Forro) Suíte Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto sobrepondo o forro	Verificar se é possível abaixar a altura do cortineiro	Térreo
9	Armário Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumadas de tubos fora da parede conflitando com armário	Fazer um shaft nesse local	Térreo
10	Lavatório Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumadas de tubos fora da parede conflitando com bancada e armário do lavatório.	Fazer um shaft nesse local	Térreo
11	Lavatório Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo Água fria	Tubos fora da parede conflitando com armário do lavatório	Fazer um shaft nesse local	Térreo

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
12	Lavatório Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Água Quente	Tubos fora da parede conflitando com armário do lavatório	Fazer um shaft nesse local	Térreo
13	Espelho Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede conflitando com espelho	Fazer um shaft nesse local	Térreo
14	Forro Banheiro Hóspedes Térreo	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Térreo
15	Forro Banheiro Suíte 2	Tubo de Esgoto	Prumada de tubo fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Pav. Superior
16	Forro Lavabo Área Gourmet	Tubo de Esgoto	Prumadas de tubos fora da parede passando pelo forro	Fazer um shaft nesse local	Térreo
17	Iluminação Depósito	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto sobrepondo iluminação	Desviar o tubo	Térreo
18	Iluminação Depósito Subterrâneo	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto sobrepondo iluminação	Mudar localização da iluminação	Térreo
19	Nicho Banheiro Hóspedes Térreo	Monocomando	Monocomando sobrepondo nicho	Abaixar altura do monocomando	Térreo
20	Monocomando Banheiro Suíte 3	Monocomando	Monocomando fora do eixo	Ajustar eixo da tubulação do monocomando	Pav. Superior
21	Nicho Banheiro Suíte 1	Tubo de Água fria	Tubos sobrepondo nicho	Abaixar altura de passagem dos tubos	Pav. Superior
22	Nicho Banheiro Suíte 1	Tubo de Água quente	Tubos sobrepondo nicho	Abaixar altura de passagem dos tubos	Pav. Superior
23	Ralo linear Banheiro Suíte 3	Tubos de Água fria	Tubos sobrepondo ralo	Desviar tubos	Pav. Superior
24	Ralo linear Banheiro Suíte 3	Tubos de Água Quente	Tubos sobrepondo ralo	Desviar tubos	Pav. Superior
25	Lavatório Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Água fria	Tubos fora da parede sobrepondo armário do lavatório	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
26	Lavatório Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de, Água quente	Tubos fora da parede sobrepondo armário do lavatório	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
27	Lavatório Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Esgoto	Tubos fora da parede sobrepondo armário do lavatório	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
28	Forro Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Água fria	Tubos fora da parede passando pelo forro	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
29	Forro Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Água quente	Tubos fora da parede passando pelo forro	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
30	Bacia Sanitária Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Água fria	Tubos fora da parede sobrepondo bacia sanitária	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
31	Bacia Sanitária Banheiro Hóspedes Pav.Sup.	Tubos de Água quente	Tubos fora da parede sobrepondo bacia sanitária	Ajustar localização dos tubos	Pav. Superior
32	Lavatório Banheiro Suíte 1	Tubo de Água Fria	Tubo fora da parede sobrepondo o armário do lavatório.	Ajustar localização do tubo	Pav. Superior
33	Lavatório Banheiro Suíte 2	Tubo de Água fria	Tubo fora da parede sobrepondo o armário do lavatório.	Ajustar localização do tubo	Pav. Superior
34	Pia Cozinha	Tubo de Esgoto	Tubo fora da parede sobrepondo o armário da pia	Ajustar localização do tubo	Térreo
35	Armário Depósito	Tubo de Esgoto	Prumada fora da parede	Ajustar localização da prumada	Térreo
36	Tanque Lavadeira	Tubo de Esgoto	Tubo fora da parede sobrepondo armário do tanque	Ajustar localização do tubo	Térreo

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
37	Lavatório Lavabo Área Gourmet	Tubo de Esgoto	Tubo fora da parede sobrepondo armário do lavatório	Ajustar localização do tubo	Térreo
38	Forro Suíte 2	Tubo de Esgoto	Prumada fora da parede passando pelo forro	Ajustar localização da prumada	Pav. Superior
39	Forro Depósito	Tubo de Esgoto	Tubos passando por baixo do nível do forro	Abaixar altura do forro	Térreo
40	Ralo Banheiro Hóspedes Pav.Sup	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto fora do eixo do ralo	Ajustar localização do tubo	Pav. Superior
41	Ralo Banheiro Suíte 1	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto fora do eixo do ralo	Ajustar localização do tubo	Pav. Superior
42	Ralo Banheiro Suíte 3	Tubo de Esgoto	Tubo de esgoto fora do eixo do ralo	Ajustar localização do tubo	Pav. Superior
43	Pia Área Gourmet	Tubo de Esgoto	Tubo fora da parede sobrepondo armário da pia	Ajustar localização do tubo	Térreo

APÊNDICE C

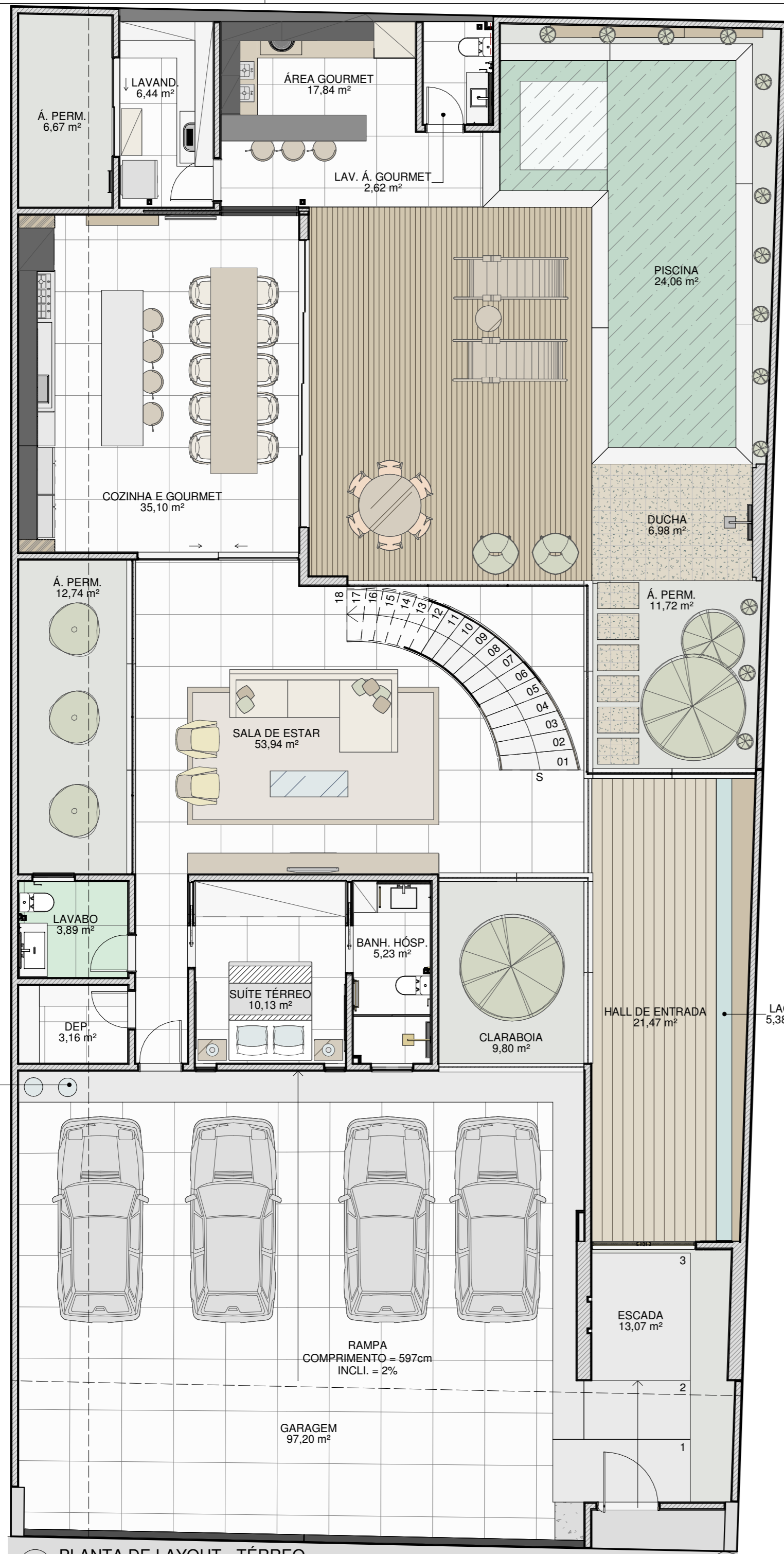
TABELA - INTERFERÊNCIAS FÍSICAS ENTRE PROJETOS EST X HID.

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
1	Viga 1	Tubo de Água Quente	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Cobertura
2	Viga 2	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Cobertura
3	Viga 3	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Abaixar altura tubulação	Cobertura
4	Viga 3	Tubo de Água Quente	Tubulação sobrepondo viga	Abaixar altura tubulação	Cobertura
5	Pilar 25A	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo pilar	Mudar localização do ponto hidráulico final	Fundação
6	Laje	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo laje	Subir altura da tubulação para passar pelo contrapiso	Garagem
7	Laje	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo laje	Abaixar altura do ponto de esgoto para passar por baixo da laje	Garagem
8	Viga 1	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Pav. Superior
9	Viga 2	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Pav. Superior
10	Viga 3	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Abaixar altura da tubulação	Pav. Superior
11	Viga 3	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Abaixar altura da tubulação	Pav. Superior
12	Viga 4	Tubo de Água Quente	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Pav. Superior
13	Viga 4	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Pav. Superior
14	Pilar 2	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo pilar	Desviar o tubo para passar no reboco.	Térreo
15	Pilar 24	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo pilar	Mudar localização do ponto hidráulico final	Térreo
16	Viga 17	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Subir a altura da tubulação	Térreo

IF'S	Elemento 1	Elemento 2	Descrição	Possível Solução	Nível
17	Viga 17	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
18	Viga 3	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
19	Viga 4	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
20	Viga 7	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
21	Viga 8	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
22	Viga 9	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
23	Viga 11	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
24	Viga 12	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
25	Viga 13	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
26	Viga 14	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
27	Viga 16	Tubo de Água Fria	Tubulação sobrepondo viga	Desviar tubulação da viga	Térreo
28	Viga 12	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
29	Viga 18	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
30	Viga 19	Caixa de Passagem	Caixa de passagem sobrepondo viga	Mover caixa de passagem para o lado esquerdo	Térreo
31	Viga 19	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
32	Viga 20	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
33	Viga 21	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
34	Viga 22	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
35	Viga 23	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
36	Viga 24	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo
37	Viga 25	Tubo de Esgoto	Tubulação sobrepondo viga	Prever furo na viga	Térreo

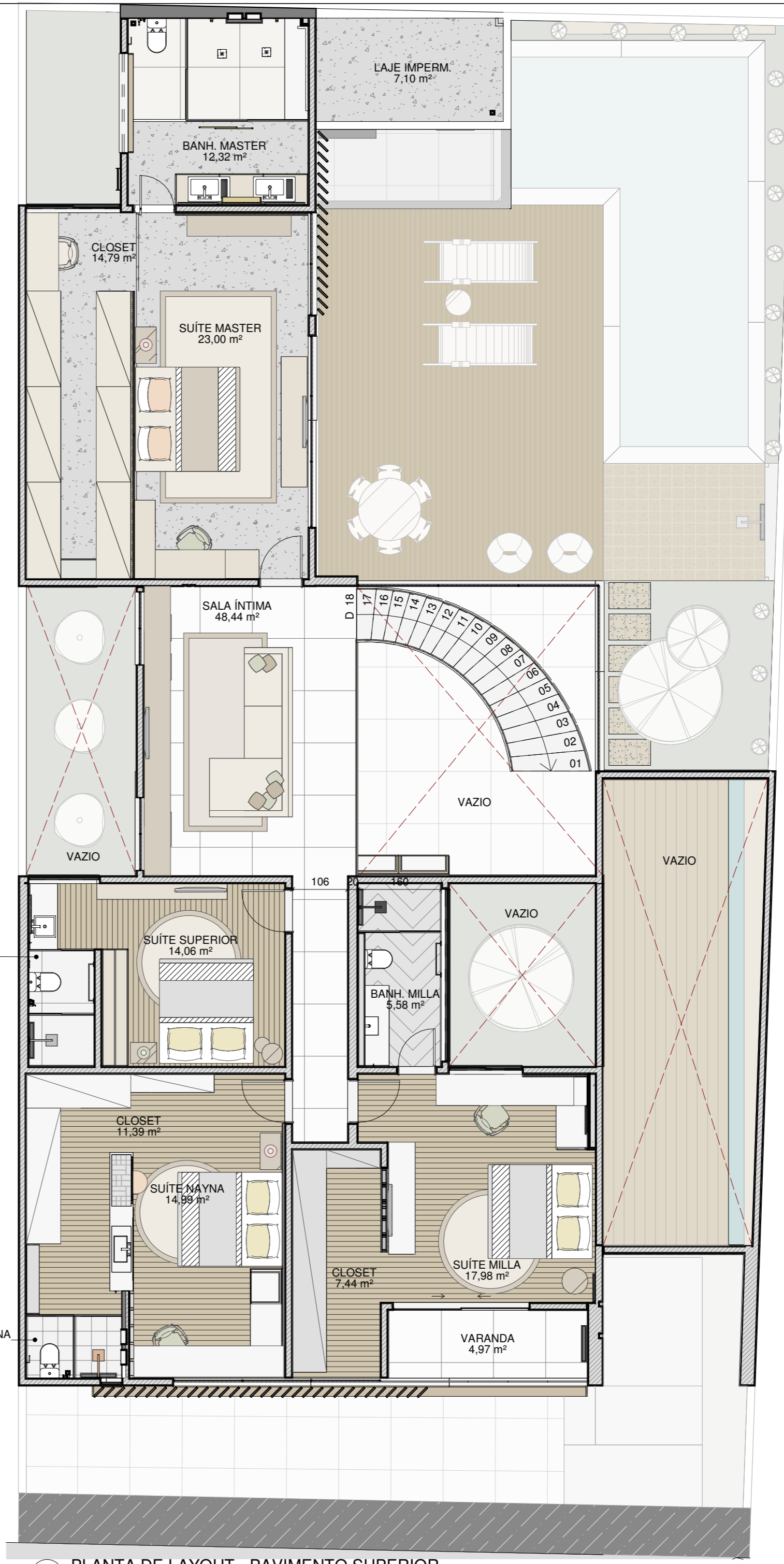
## **ANEXO**





PLANTA DE LAYOUT - TÉRREO

1 : 75



PLANTA DE LAYOUT - PAVIMENTO SUPERIOR

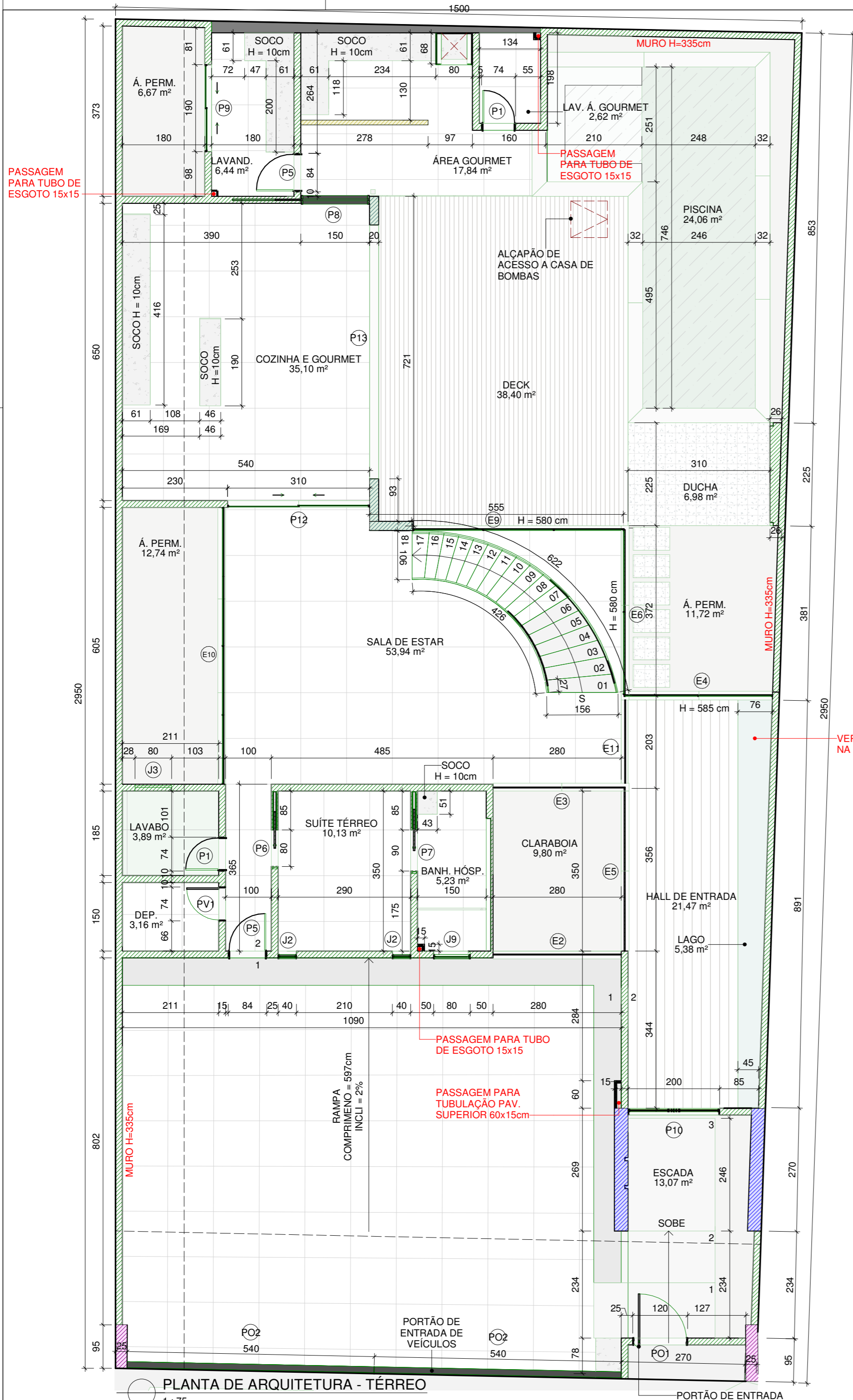
1 : 75

AMBIENTE:  
PLANTAS DE LAYOUT

**DANIELA ANDRADE**  
ARQUITETURA

www.danielaandradearquitectura.com  
contato@danielaandradearquitectura.com  
Rua Doutor Eurico de Aguiar  
Edifício Metropolitan Office - 888, 13º Andar, sala 1301  
Santa Lúcia - Vitória/ES | Tel: 27 3029-7022  
(27) 9 9900-5222

CLIENTE: JANAÍNA E WELITHON	DATA: 26/03/2021
ANTEPROJETO	FOLHA:
<input checked="" type="checkbox"/> PLANTAS DE ARQUITETURA <input type="checkbox"/> FACHADAS, ESQUADRIAS E ESCADA <input type="checkbox"/> DETALHAMENTO DE ÁREAS MOLHADAS <input type="checkbox"/> DETALHAMENTO DE MARCENARIA <input type="checkbox"/> IMAGENS ARQUITETA RESPONSÁVEL: DANIELA ANDRADE LAGE - CAU/A22725-0 EQUIPE: JULIANA HUPP	01 -



VER DETALHAMENTO NA PRANCHA 47- 87

NOTA: CHURRASQUEIRA EM TIJOLO REFRATÁRIO.

**.DA - ARQ - QUADRO DE ESQUADRIAS - JANELAS**

CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	MODELO	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.
J1	0,40	1,05	1,70	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6 MM	1
J2	0,40	2,27	0,20	MAXIM - AR 1 FOLHA COM QUADRO INFERIOR FIXO	JANEL MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO INC 6MM	2
J3	0,80	0,80	1,80	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC 4MM	1
J4	1,35	1,90	0,75	MAXIM - AR 1 FOLHA COM QUADRO INFERIOR FIXO	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J5	1,40	1,60	1,15	CORRER 02 FOLHAS	JANELA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J6	1,80	1,50	1,10	CORRER 02 FOLHAS	JANELA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J7	1,90	0,80	1,80	MAXIM - AR 2 FOLHAS	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC mm	1
J8	3,30	0,80	1,65	MAXIM-AR 3 FOLHAS	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT.EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 4MM	1
J9	0,80	0,67	1,80	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC 4MM	1

**.DA - ARQ - QUADRO DE ESQUADRIAS - PORTAS**

CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	MODELO	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.
P1	0,70	2,40	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	2
P2	0,70	2,60	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO EXTERNO RIPADO - INTERNO LACA BRANCA	1
P3	0,80	2,60	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO EXTERNO RIPADO - INTERNO LACA BRANCA	4
P4	0,80	2,60	PIVOTANTE	PORTA EM MDF - ACABAMENTO RIPADO	1
P5	0,80	2,40	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	2
P6	0,80	2,60	ECLISSE	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	1
P7	0,90	2,60	ECLISSE	PORTA EM MADEIRA DE LEI A DEFINIR - ACABAMENTO LACA BRANCA FOSCA	1
P8	1,50	2,40	ECLISSE	PORTA DE CORRER 1 FOLHA - VIDRO TEMPERADO 8 MM	1
P9	1,90	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1
P10	2,00	5,00	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 10MM	1
P11	2,60	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1
P12	3,10	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1
P13	5,55	2,60	CORRER 04 FOLHAS	PORTA COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - COR: CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8mm	1
PO1	1,20	3,20	PORTÃO	PORTA EM MADEIRA DE LEI COM ACABAMENTO A DEFINIR	1
PO2	5,40	3,40	PORTÃO BASCULANTE	PORTÃO VENEZIANA CEGA EM ALUMÍNIO ANODIZADO CHUMBO	2
PV1	0,70	2,40	ABRIR	PORTA DE GIRO EM VENEZIANA	1

**LEGENDA ALVENARIA**

- ALVENARIA A CONSTRUIR 9cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 15cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 20cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 25cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 30cm
- PAREDE FALSA EM DRIWALL OU PLACA CIMENTÍCIA

AMBIENTE:  
PLANTA DE ARQUITETURA - TÉRREO

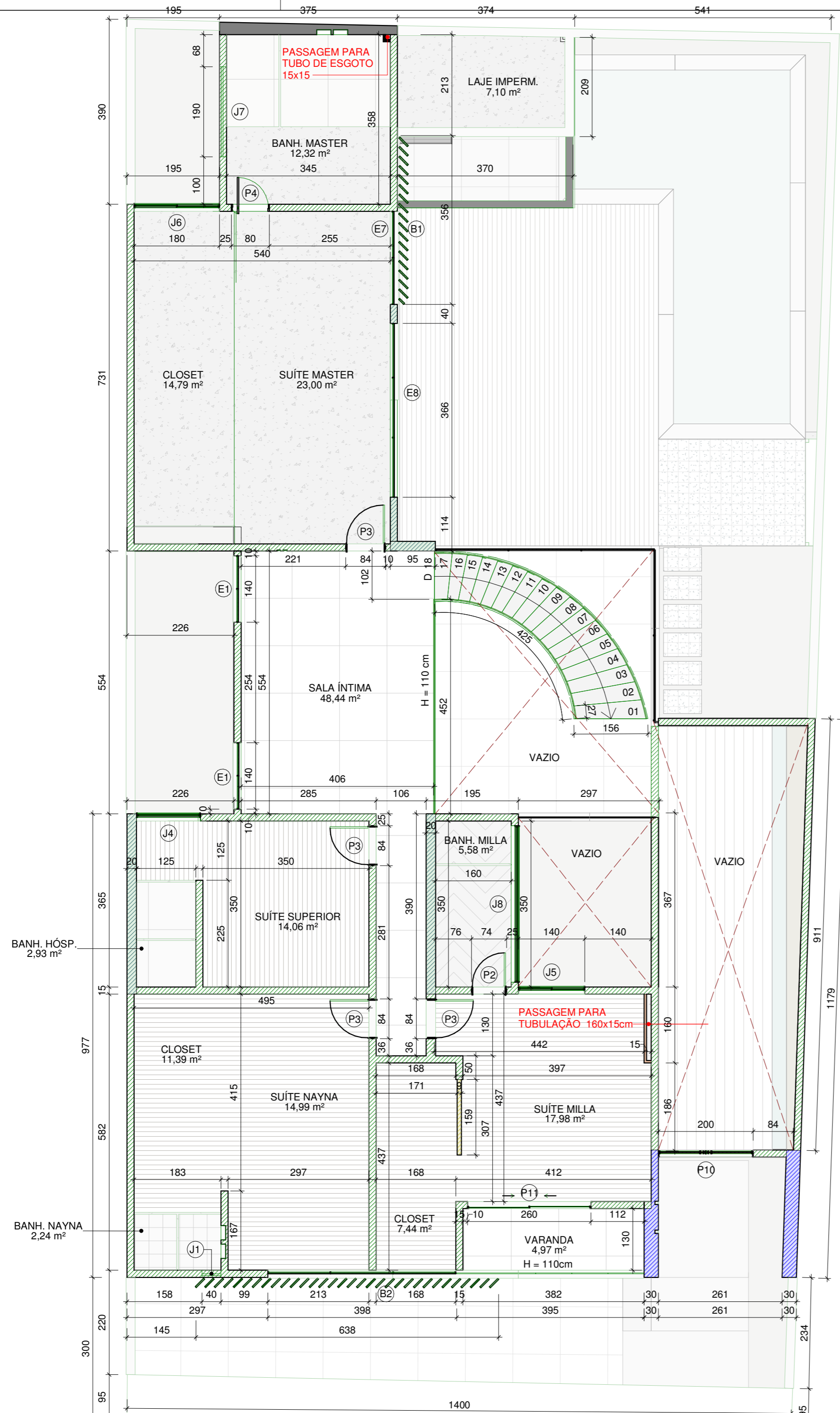


www.danielaandradearquitectura.com  
contato@danielaandradearquitectura.com  
Rua Doutor Eurico de Aguiar  
Edifício Metropolitan Office - 888, 13º Andar, sala 1301  
Santa Lúcia - Vitória/ES | Tel:27 3029-7022  
(27) 9 9900-5222

CLIENTE: JANAÍNA E WELITHON  
DATA: 26/03/2021

ANTEPROJETO  
FOLHA:

- PLANTAS DE ARQUITETURA
  - FACHADAS, ESQUADRIAS E ESCADA
  - DETALHAMENTO DE ÁREAS MOLHADAS
  - DETALHAMENTO DE MARCENARIA
  - IMAGENS
- ARQUITETA RESPONSÁVEL:  
DANIELA ANDRADE LAGE - CAU/A22725-0  
EQUIPE: JULIANA HUPP



.DA - ARQ - QUADRO DE ESQUADRIAS - JANELAS						
CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	MODELO	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.
J1	0,40	1,05	1,70	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6 MM	1
J2	0,40	2,27	0,20	MAXIM - AR 1 FOLHA COM QUADRO INFERIOR FIXO	JANEL MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO INC 6MM	2
J3	0,80	0,80	1,80	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC 4MM	1
J4	1,35	1,90	0,75	MAXIM - AR 1 FOLHA COM QUADRO INFERIOR FIXO	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J5	1,40	1,60	1,15	CORRER 02 FOLHAS	JANELA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J6	1,80	1,50	1,10	CORRER 02 FOLHAS	JANELA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 6MM	1
J7	1,90	0,80	1,80	MAXIM - AR 2 FOLHAS	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC mm	1
J8	3,30	0,80	1,65	MAXIM-AR 3 FOLHAS	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUT.EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO COMUM INC 4MM	1
J9	0,80	0,67	1,80	MAXIM-AR 1 FOLHA	JANELA MAXIM-AR COM ESTRUTURA EM ALUMINIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO MINIBOREAL INC 4MM	1

.DA - ARQ - QUADRO DE ESQUADRIAS - PORTAS						
CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	MODELO	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	
P1	0,70	2,40	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	2	
P2	0,70	2,60	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO EXTERNO RIPADO - INTERNO LACA BRANCA	1	
P3	0,80	2,60	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO EXTERNO RIPADO - INTERNO LACA BRANCA	4	
P4	0,80	2,60	PIVOTANTE	PORTA EM MDF - ACABAMENTO RIPADO	1	
P5	0,80	2,40	ABRIR	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	2	
P6	0,80	2,60	ECLISSE	PORTA EM MDF - ACABAMENTO LACA BRANCA	1	
P7	0,90	2,60	ECLISSE	PORTA EM MADEIRA DE LEI A DEFINIR - ACABAMENTO LACA BRANCA FOSCA	1	
P8	1,50	2,40	ECLISSE	PORTA DE CORRER 1 FOLHA - VIDRO TEMPERADO 8 MM	1	
P9	1,90	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1	
P10	2,00	5,00	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 10MM	1	
P11	2,60	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1	
P12	3,10	2,60	CORRER 02 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8MM	1	
P13	5,55	2,60	CORRER 04 FOLHAS	PORTA DE CORRER COM ESTRUT. EM ALUMÍNIO ANODIZADO - COR: CHUMBO - VIDRO TEMPERADO 8mm	1	
PO1	1,20	3,20	PORTÃO	PORTA EM MADEIRA DE LEI COM ACABAMENTO A DEFINIR	1	
PO2	5,40	3,40	PORTÃO BASCULANTE	PORTÃO VENEZIANA CEGA EM ALUMÍNIO ANODIZADO CHUMBO	2	
PV1	0,70	2,40	ABRIR	PORTA DE GIRO EM VENEZIANA	1	

**LEGENDA ALVENARIA**

- ALVENARIA A CONSTRUIR 9cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 15cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 20cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 25cm
- ALVENARIA A CONSTRUIR 30cm
- PAREDE FALSA EM DRIWALL OU PLACA CIMENTÍCIA

AMBIENTE:  
PLANTA DE ARQUITETURA - PAV. SUPERIOR

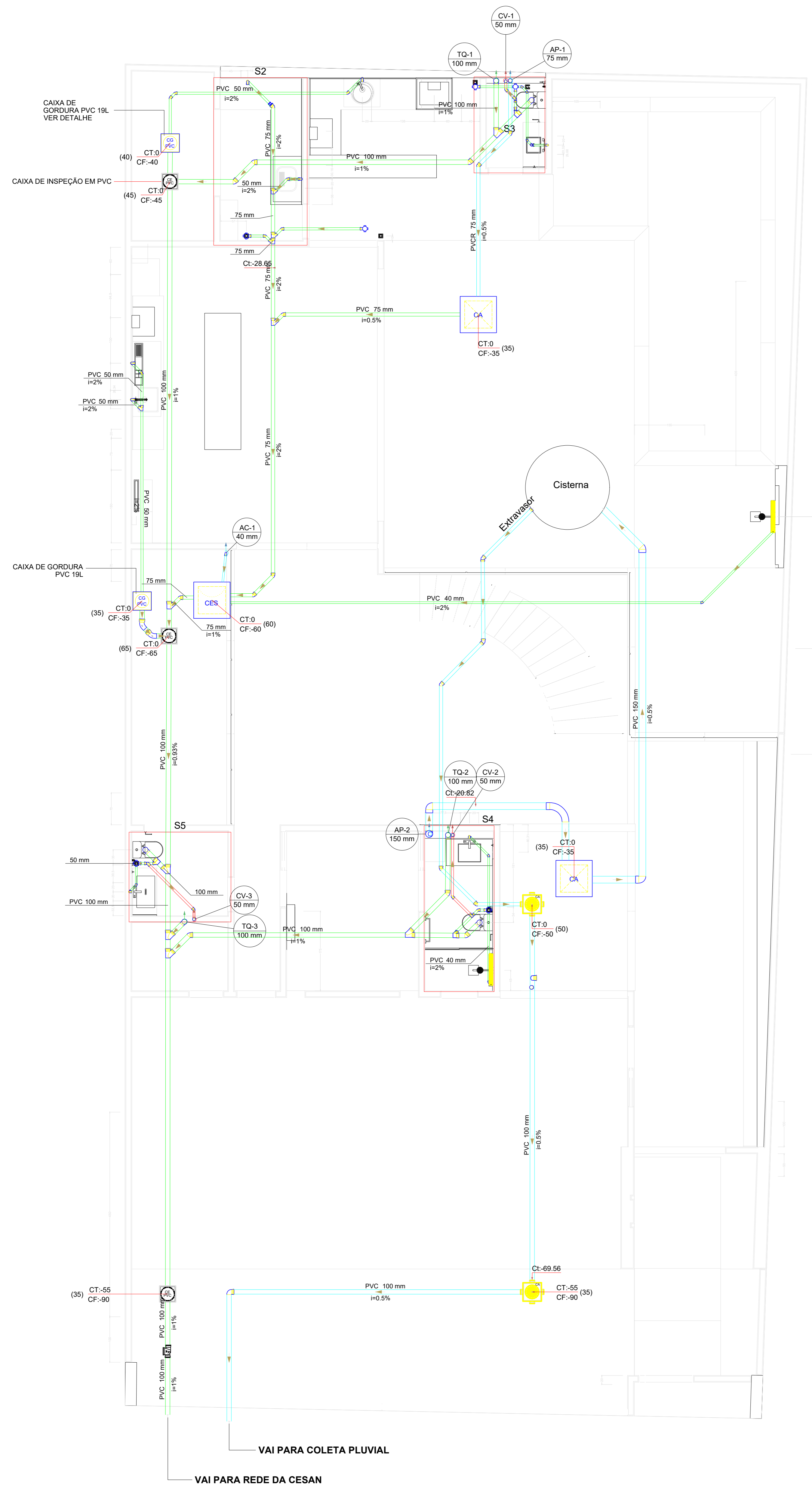
**DANIELA ANDRADE**  
ARQUITETURA

www.danielaandradearquitectura.com  
contato@danielaandradearquitectura.com  
Rua Doutor Eurico de Aguiar  
Edifício Metropolitan Office - 868, 13º Andar, sala 1301  
Santa Lúcia - Vitória/ES | Tel:27 3029-7022  
(27) 9 9900-5222

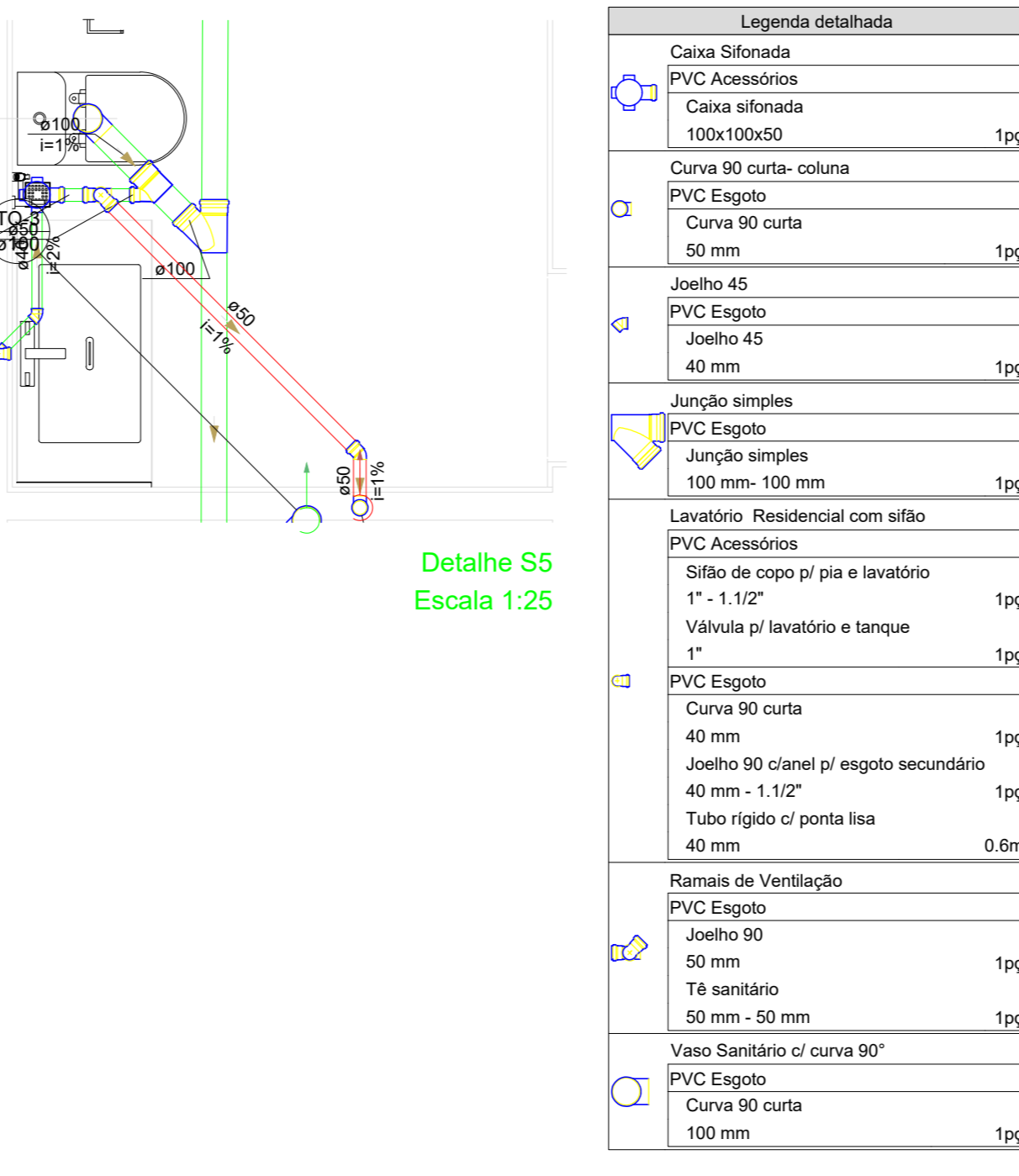
CLIENTE: JANAÍNA E WELITHON      DATA: 26/03/2021

ANTEPROJETO      FOLHA: 03 -

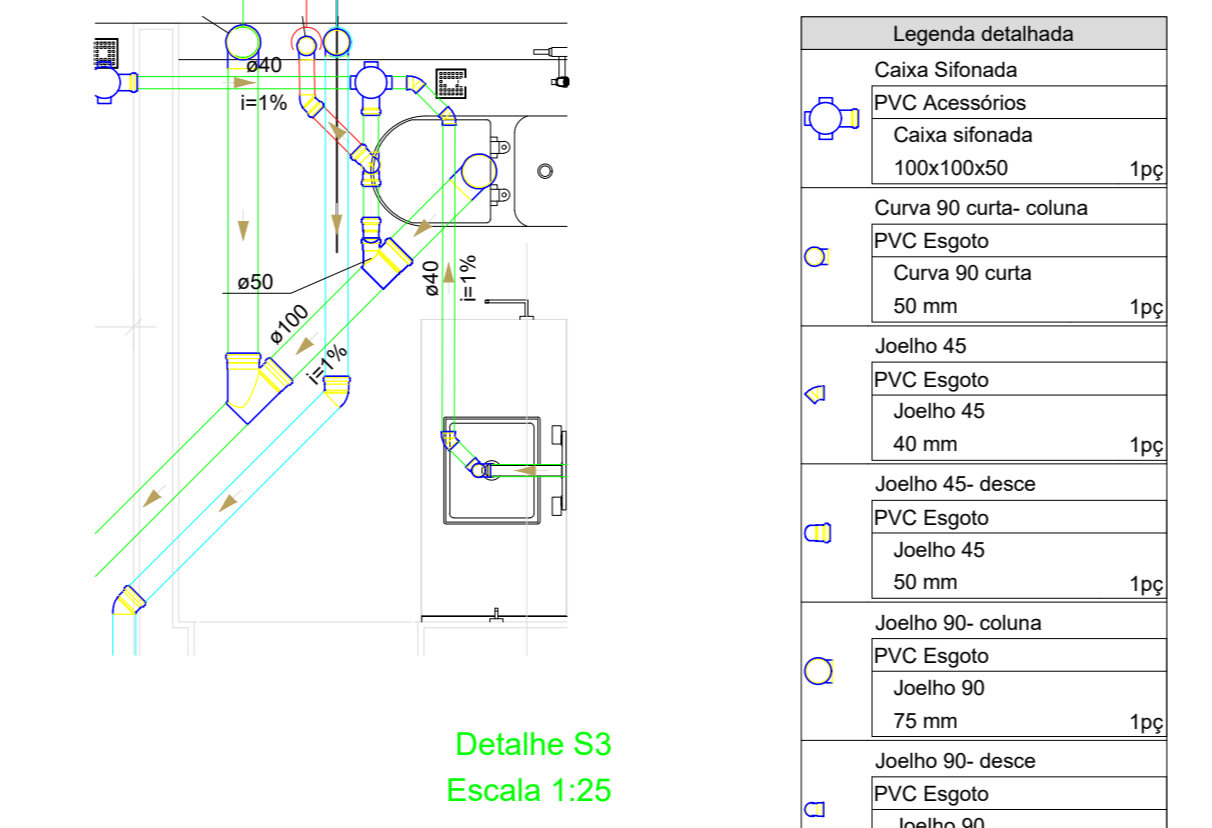
PLANTAS DE ARQUITETURA  
FACHADAS, ESQUADRIAS E ESCADA  
DETALHAMENTO DE ÁREAS MOLHADAS  
DETALHAMENTO DE MARCENARIA  
IMAGENS  
ARQUITETA RESPONSÁVEL:  
DANIELA ANDRADE LAGE - CAU/A22725-0  
EQUIPE: JULIANA HUPP



Detalhe S2  
Escala 1:25

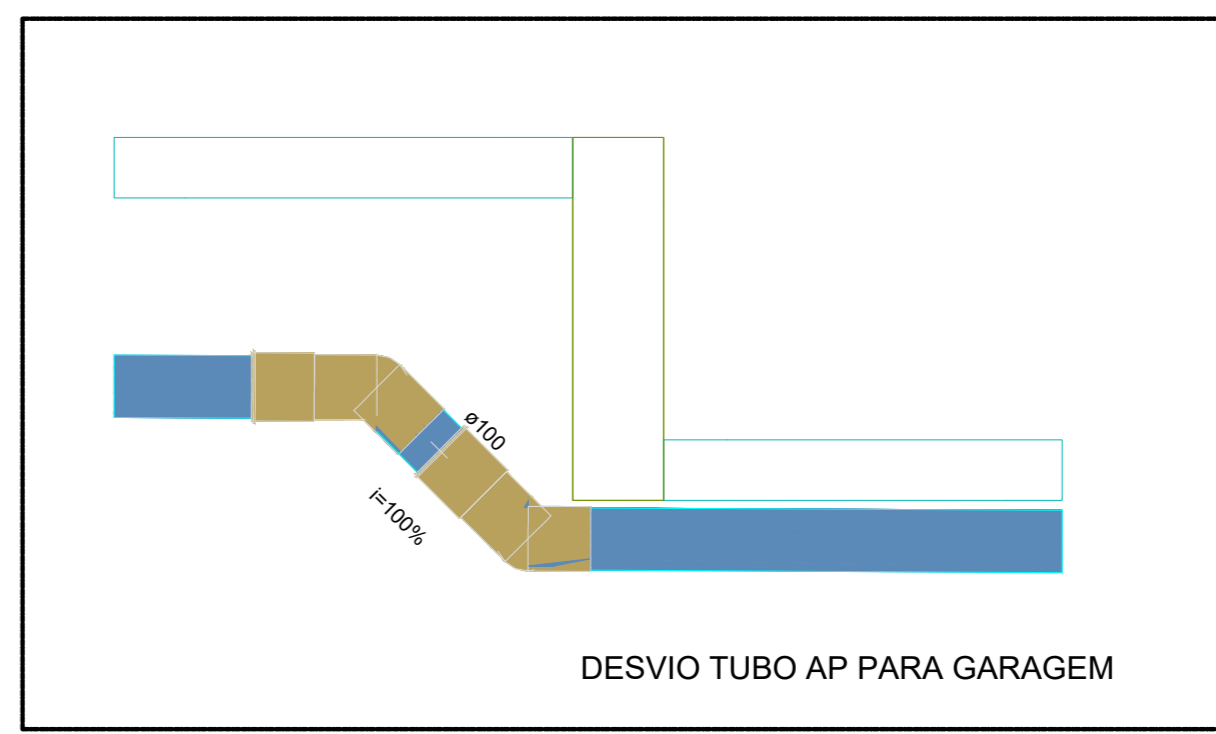


Detalhe S5  
Escala 1:25

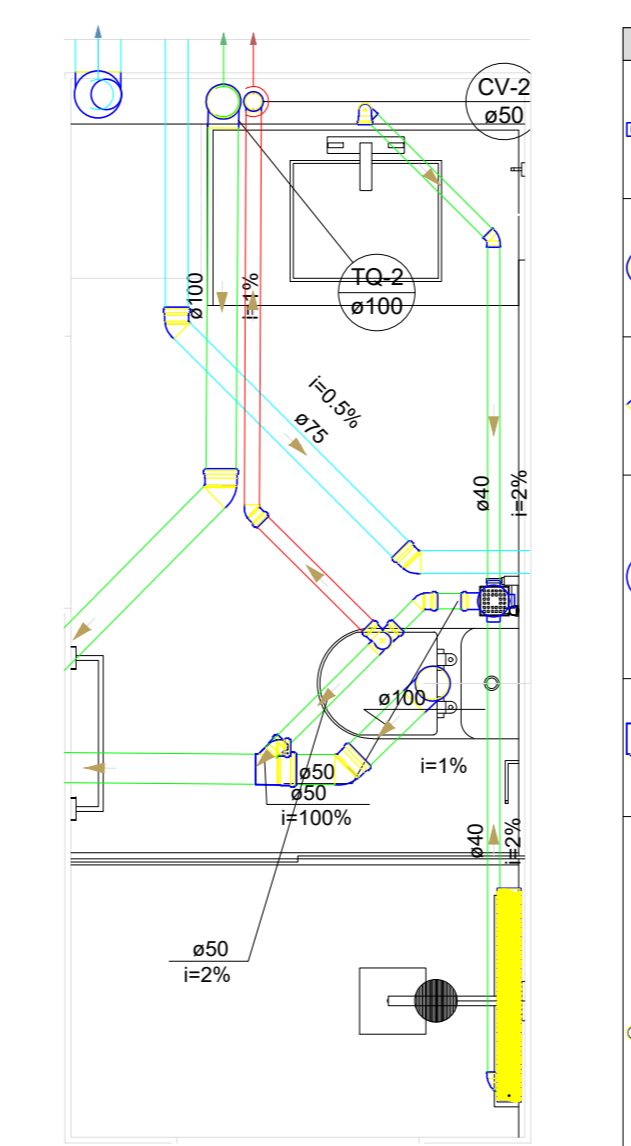


Detalhe S3  
Escala 1:25

DETALHE TIPO INSTALAÇÃO DE BOMBAS SUBMERSAS SEM ESCALA



DETALHE INSTALAÇÕES BANHEIRO A GOURMET SEM ESCALA



Detalhe S4  
Escala 1:25

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessórios	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Joelho 45 75 mm	1pc
PVC Esgoto 75 mm	1pc
Junção simples 75 mm - 50 mm	1pc
Máquina de Lavar Roupas DN 50mm	1pc
PVC Esgoto 50 mm	2pc
Tubo rígido cf ponta lisa 50 mm - 2"	0.6m
Redução excêntrica 75 mm - 50 mm	1pc
PVC Esgoto 75 mm	1pc
Redução excêntrica 75 mm - 50 mm	1pc
Tanque de Lavar Roupas DN 50mm	1pc
PVC Acessórios Sifão flexível cf Adaptador 1.1/4" - 2"	1pc
Valvula pl tanque 40 mm	1pc
PVC Esgoto 50 mm	2pc
Tubo rígido cf ponta lisa 50 mm - 2"	0.6m

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessórios	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Curva 90 curta- coluna PVC Esgoto 50 mm	1pc
Joelho 45 40 mm	1pc
PVC Esgoto 40 mm	1pc
Junção simples 100 mm - 100 mm	1pc
Lavatório Residencial com sifão	1pc
PVC Acessórios Sifão de copo pl pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pc
Valvula pl lavatório e tanque 1"	1pc
PVC Esgoto 40 mm	1pc
Curva 90 curta 40 mm	1pc
Joelho 90 lateral pl esgoto secundario 40 mm - 1.1/2"	1pc
Tubo rígido cf ponta lisa 40 mm	0.6m
Ramais de Ventilação PVC Esgoto 50 mm	1pc
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário cf curva 90° PVC Esgoto 100 mm	1pc
Curva 90 curta 100 mm	1pc

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessórios	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Curva 90 curta- coluna PVC Esgoto 50 mm	1pc
Joelho 45 40 mm	1pc
PVC Esgoto 40 mm	1pc
Junção simples 100 mm - 100 mm	1pc
Raio deço PVC Acessórios	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Ramais de Ventilação PVC Esgoto 50 mm	1pc
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário cf curva 90° PVC Esgoto 100 mm	1pc
Curva 90 curta 100 mm	1pc

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessórios	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Curva 90 curta- coluna PVC Esgoto 100 mm	1pc
Joelho 45 150 mm	1pc
Redução excêntrica 150 mm - 100 mm	1pc
Junção simples PVC Esgoto 100 mm - 50 mm	1pc
Lavatório Residencial com sifão	1pc
PVC Acessórios Sifão de copo pl pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pc
Valvula pl lavatório e tanque 1"	1pc
PVC Esgoto 40 mm	1pc
Curva 90 curta 40 mm	1pc
Joelho 90 lateral pl esgoto secundario 40 mm - 1.1/2"	1pc
Tubo rígido cf ponta lisa 40 mm	0.6m
Raio Linear PVC Acessórios	1pc
Raio linear cf grelha 70 cm	1pc
Ramais de Ventilação PVC Esgoto 50 mm	1pc
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário cf curva 90° PVC Esgoto 100 mm	1pc
Curva 90 curta 100 mm	1pc

Legenda de condutos	
Esgoto	
Pluvial	
Ventilação	

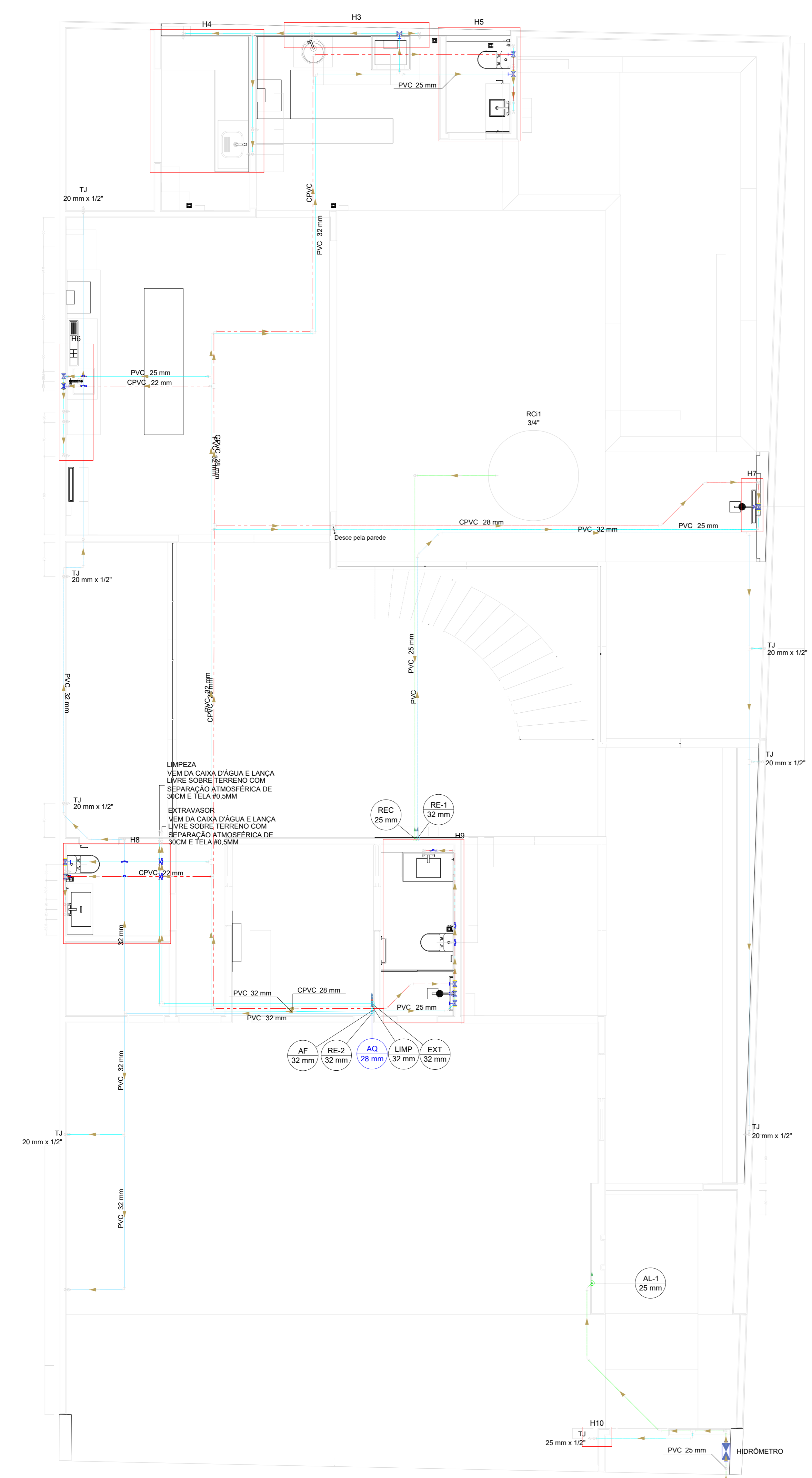
### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA**
- Condutos em PVC Marrom Soldável
  - Diâmetros comerciais em mm: 20, 25, 32, 40, 50, 60, 75, 85, 110
  - Em instalações dos pontos de utilização utilizar conexão LR azul
- INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE**
- Condutos em CPVC
  - Diâmetros comerciais em mm: 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89, 114
  - Em pontos de conexão com a rede de água fria, utilizar luva de transição CPVCxPVC
- INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO**
- Condutos em PVC branco. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
  - Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
  - Não realizar conexão cruzada com a rede de águas pluviais
  - Respeitar a inclinação mínima:
    - 1% se Ø > 75mm
    - 2% se Ø < 75mm
  - e inclinação máxima de 5%
- INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS**
- Condutos em PVC Esgoto SR. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
  - Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
  - Não realizar conexão cruzada com a rede de esgoto
  - Respeitar a inclinação mínima de 0,5%

### NORMAS DE REFERÊNCIA

- NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria
- NBR 7198 - Instalações Prediais de Água Quente
- NBR 8160 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário
- NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais

NOTAS PARA TODAS AS CAIXAS		Rev.	Data	Autor
01	- É IMPRESCINDÍVEL VERIFICAR A DIMENSÃO DE "CADA CAIXA" ALÉM DE POSIÇÕES E BITOLAS REAIS DE ENTRADA E SAÍDAS DOS TUBOS NAS PLANTAS BAIXAS;			
02	- TODAS CAIXAS DEVERÃO SER FEITAS EM BLOCOS DE CONCRETO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL;			
03	- REVESTIR INTERNAMENTE COM REBOCO IMPERMEABILIZADO COM MANTA;			
04	- FAZER TODOS OS CANTOS INTERNOS ABALUADOS;			
05	- SEMPRE USAR TAMPAS DE FERRO FUNDIDO (TFF);			
06	- IDENTIFICAR A FUNÇÃO DAS CAIXAS NAS TAMPAS;			
07	- FECHAR HERMETICAMENTE CADA UMA DAS CAIXAS;			
08	- PINTAR O INTERIOR DE CADA CAIXA NA COR BRANCA.			
OBS - NA EXECUÇÃO DAS CAIXAS E MANUTENÇÃO DAS MESMAS, DEVEM SER ESTUDADAS FORMAS DE PREVENÇÃO CONTRA DENGUE.				
1 - Inserção de ponto para dreno de jardim. Ajuste na posição das caixas de inspeção			06/06/2020	
2 -				
3 -				
4 -				
5 -				
6 -				
7 -				
8 -				
9 -				
10 -				
11 -				
12 -				
13 -				
14 -				
15 -				
16 -				
17 -				
18 -				
19 -				
20 -				
21 -				
22 -				
23 -				
24 -				
25 -				
26 -				
27 -				
28 -				
29 -				
30 -				
31 -				
32 -				
33 -				
34 -				
35 -				
36 -				
37 -				
38 -				
39 -				
40 -				
41 -				
42 -				
43 -				
44 -				
45 -				
46 -				
47 -				
48 -				
49 -				
50 -				
51 -				
52 -				
53 -				
54 -				
55 -				
56 -				
57 -				
58 -				
59 -				
60 -				
61 -				
62 -				
63 -				
64 -				
65 -				
66 -				
67 -				
68 -				
69 -				
70 -				
71 -				
72 -				
73 -				
74 -				
75 -				
76 -				
77 -				
78 -				
79 -				
80 -				
81 -				
82 -				
83 -				
84 -				
85 -				
86 -				
87 -				
88 -				
89 -				
90 -				
91 -				
92 -				
93 -				
94 -				
95 -				
96 -				
97 -				
98 -				
99 -				
100 -				



Legenda	
○	Alimentador Predial
↪	Curva de transposição
⊕	Hidrômetros
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
⊕	Registro monocomando

Legenda das indicações	
HDRÔMETRO	Hidrômetros - cavalete 3/4" - Típa
TJ	Torneira de Jardim com peço 90° - 25 mm x 1/2"
TJ	Torneira de Jardim com peço 90° - 25 mm x 1/2"

Legenda de condutos	
—	Água fria
—	Água fria (Reuso)
—	Água quente
—	Alimentação
—	Alimentação (Reuso)

Legenda de peças	
F1	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"
F1	PVC rígido soldável
F1	Adapt. sold. curto c/bolha-roscas p registro 25 mm - 3/4"

Legenda de peças	
F2	Torneira de Pia de Cozinha 25 mm - 1/2"
F2	PVC soldável azul c/ bucha latão
F2	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"

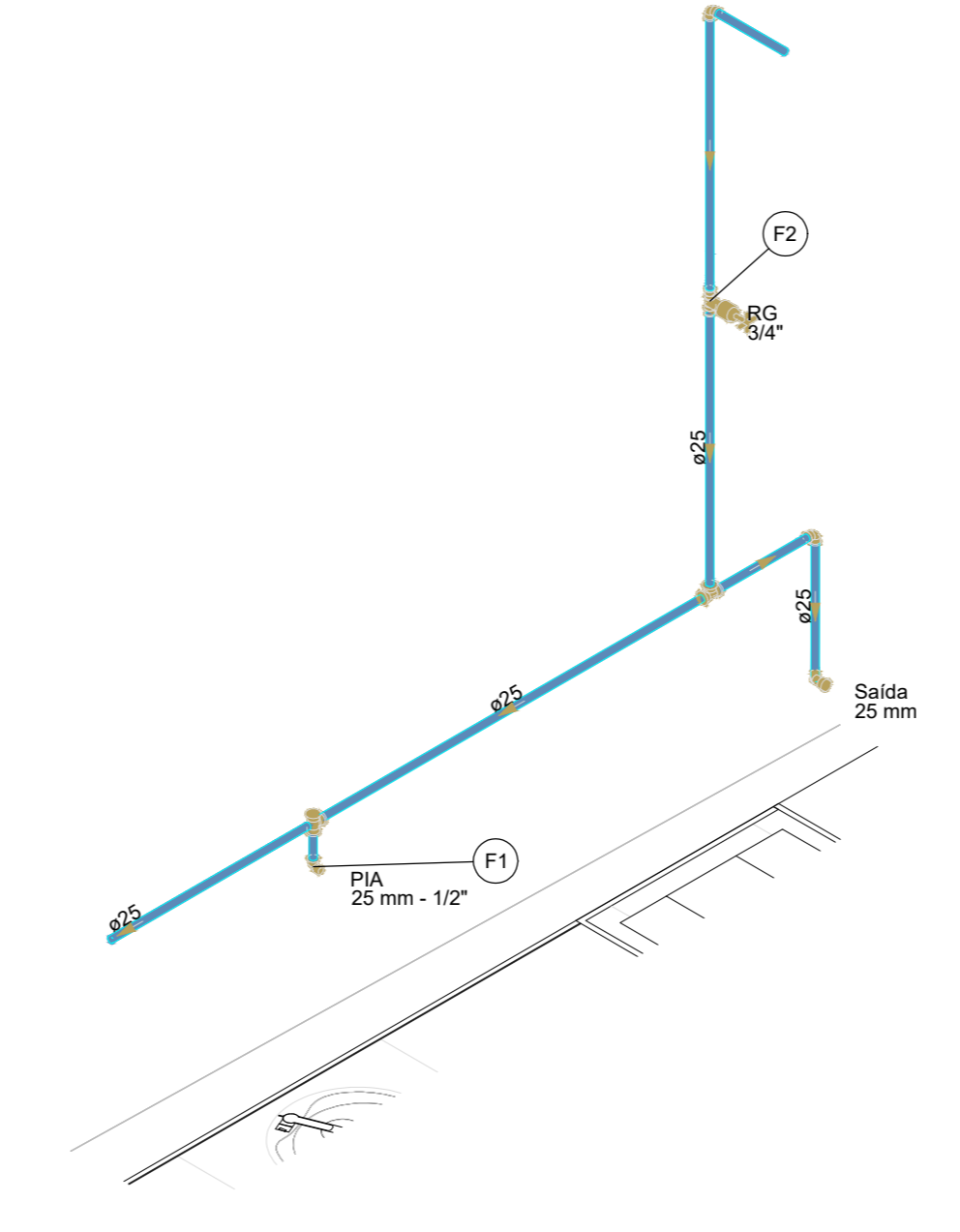
Legenda de peças	
F3	Engate flexível plástico 1/2 - 30cm
F3	PVC soldável azul c/ bucha latão
F3	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"

Legenda de peças	
F4	Máquina de Lavar Pratos 25 x 3/4"
F4	PVC soldável azul c/ bucha latão
F4	Joelho 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"

Legenda de peças	
F5	CPVC Aquatherm
F5	Conector 22 x 3/4"
F5	Metals

Legenda das indicações	
F6	Lavatório com peço de 90° - 22mm - 1/2"
F6	Joelho 90° soldável 25 mm
F6	DH Ducha Higiénica - 25 mm x 1/2"

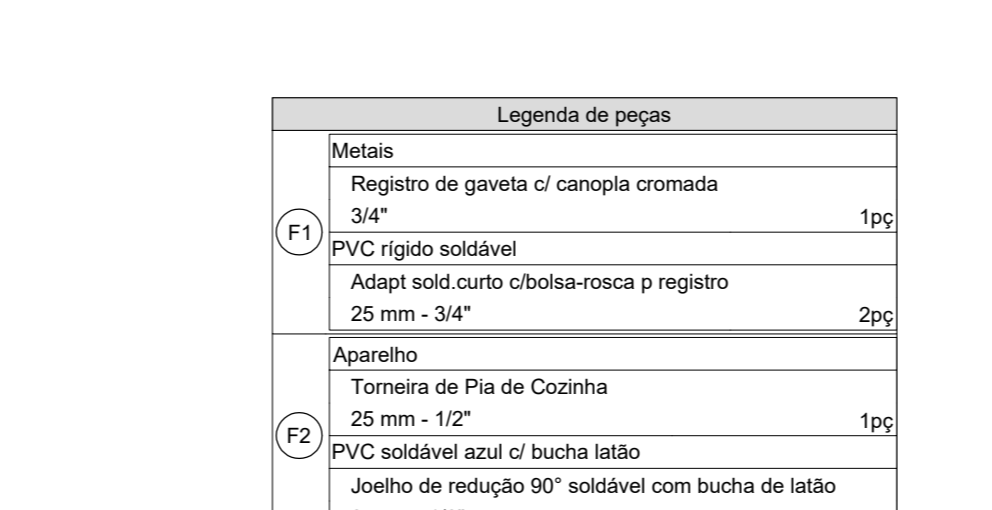
Legenda	
↪	Curva de transposição
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável



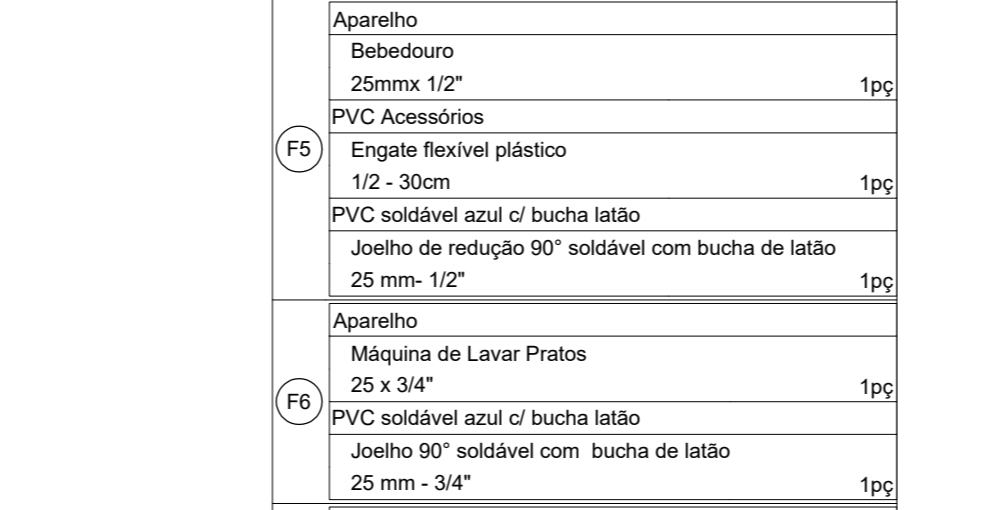
Legenda de peças	
F1	Torneira de Pia de Cozinha 25 mm - 1/2"
F1	PVC soldável azul c/ bucha latão
F1	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"



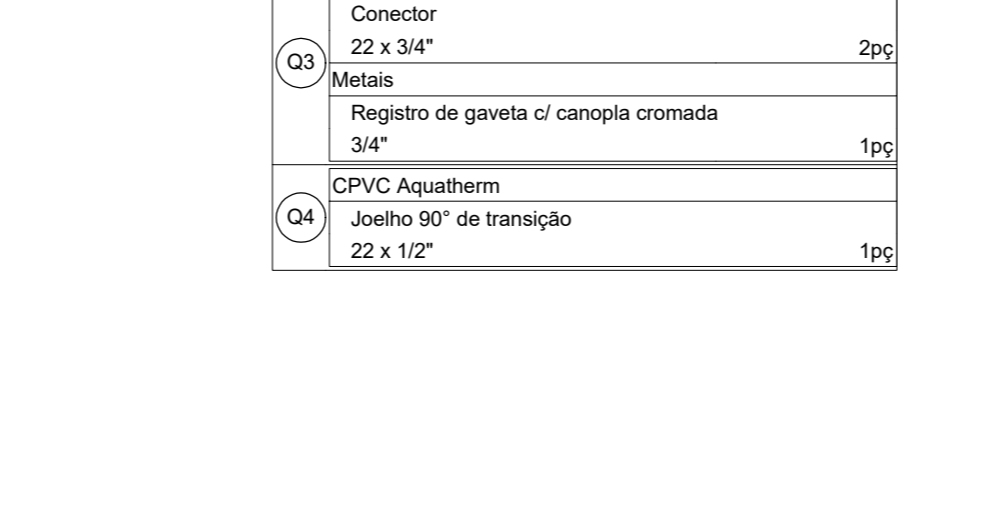
Legenda de peças	
F1	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"
F1	PVC rígido soldável
F1	Adapt. sold. curto c/bolha-roscas p registro 25 mm - 3/4"



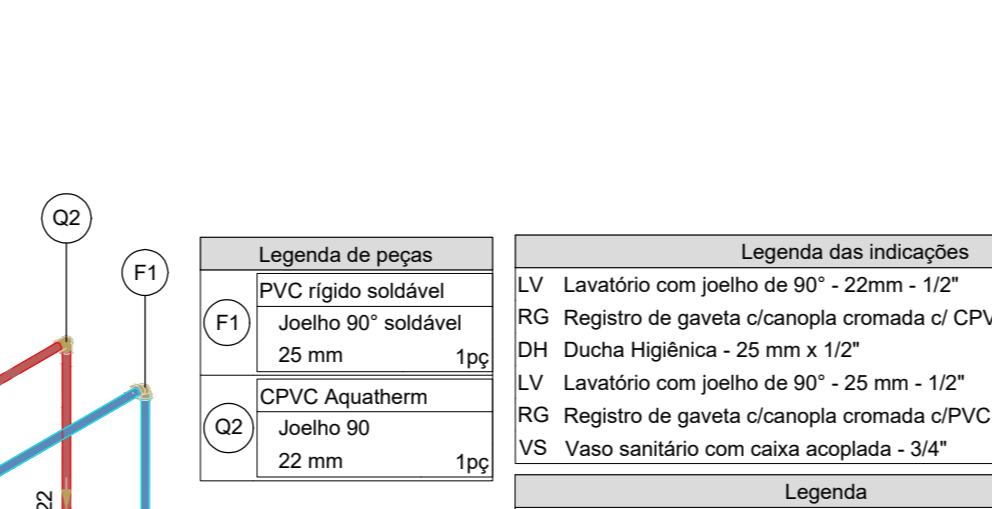
Legenda de peças	
F2	Torneira de Pia de Cozinha 25 mm - 1/2"
F2	PVC soldável azul c/ bucha latão
F2	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"



Legenda de peças	
F3	Engate flexível plástico 1/2 - 30cm
F3	PVC soldável azul c/ bucha latão
F3	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"



Legenda de peças	
F4	Máquina de Lavar Pratos 25 x 3/4"
F4	PVC soldável azul c/ bucha latão
F4	Joelho 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"

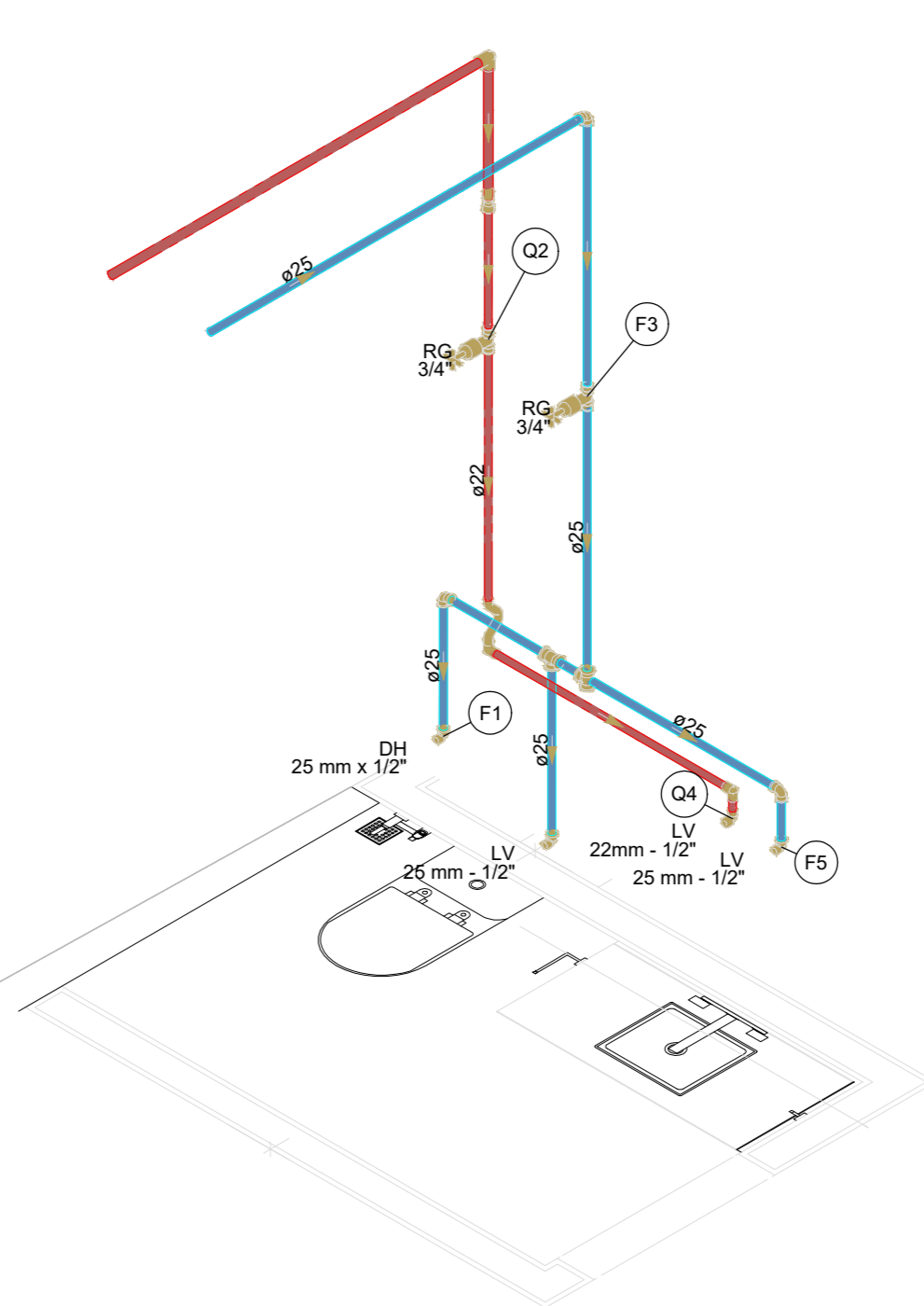


Legenda de peças	
F5	CPVC Aquatherm
F5	Conector 22 x 3/4"
F5	Metals



Legenda das indicações	
F6	Lavatório com peço de 90° - 22mm - 1/2"
F6	Joelho 90° soldável 25 mm
F6	DH Ducha Higiénica - 25 mm x 1/2"

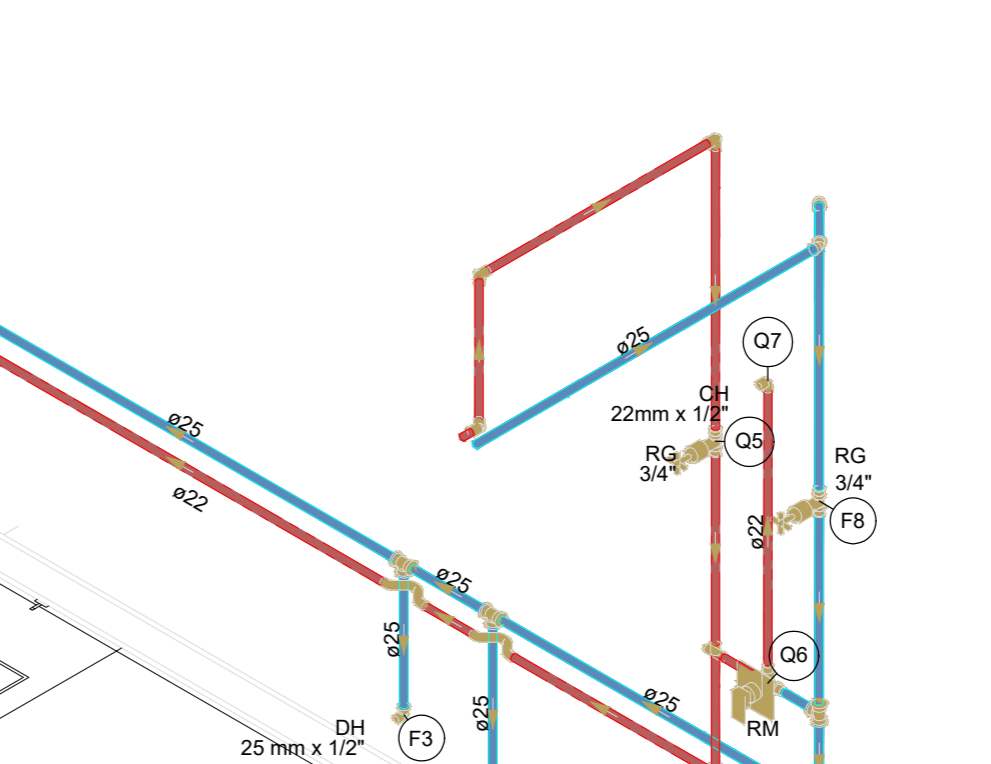
Legenda	
↪	Curva de transposição
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável



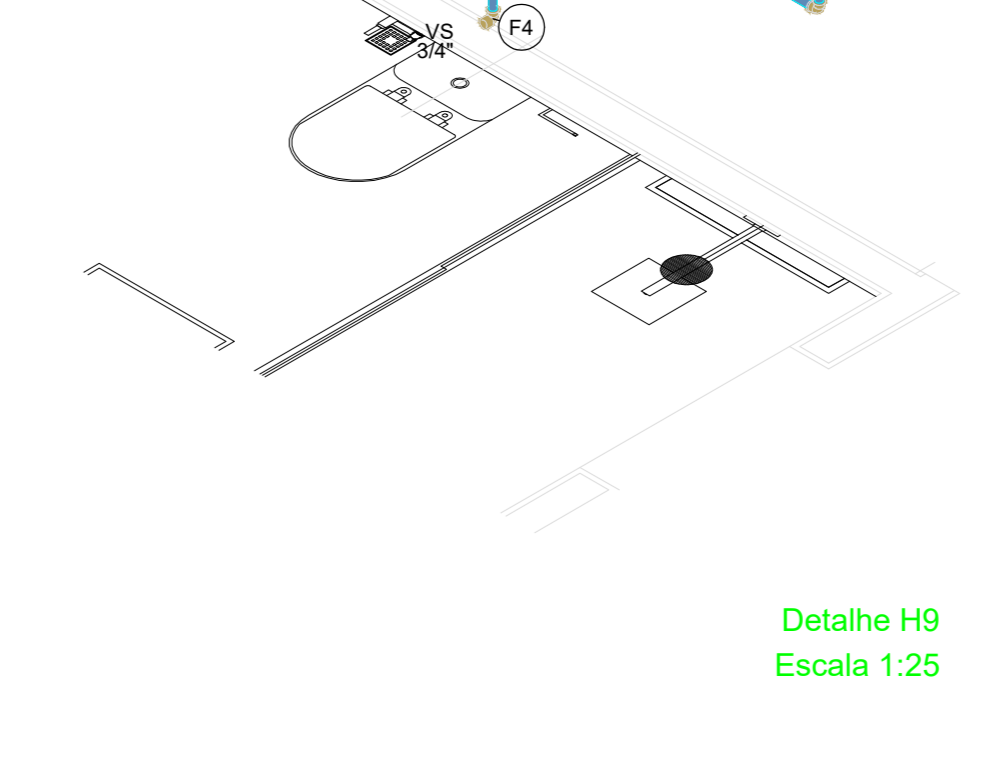
Legenda das indicações	
L.V.	Lavatório com peço de 90° - 22mm - 1/2"
R.G.	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
D.H.	Ducha Higiénica - 25 mm x 1/2"
L.V.	Lavatório com peço de 90° - 25 mm - 1/2"
R.G.	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"



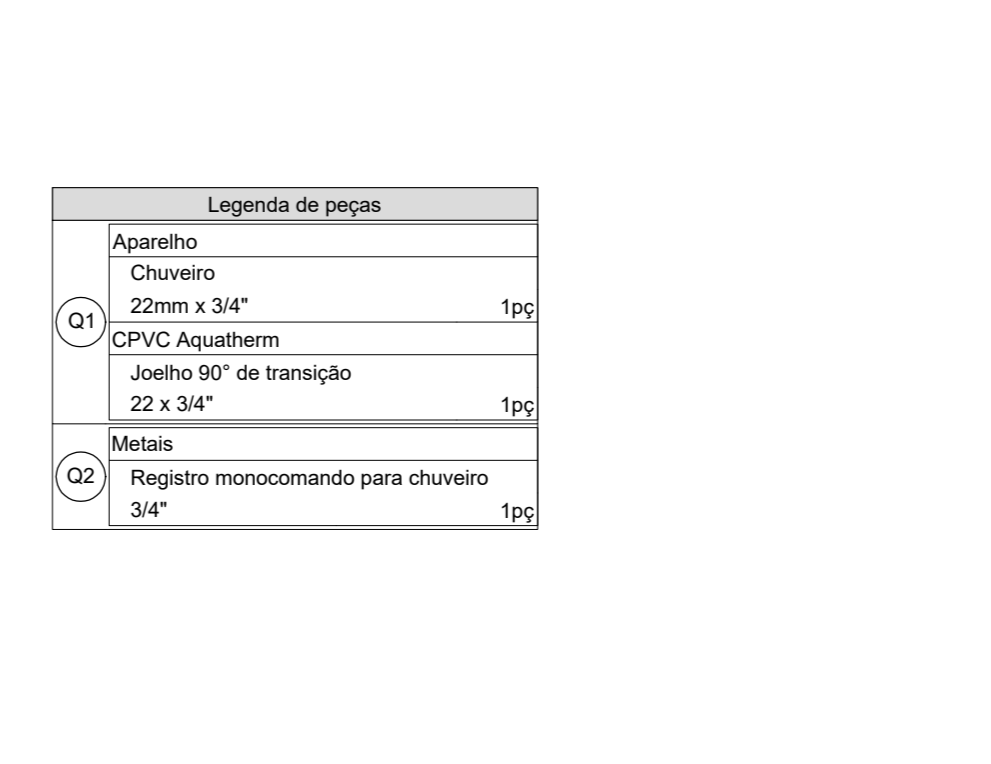
Legenda de peças	
Aparelho	Ducha Higiénica 25mm x 1/2"
F1	PVC soldável azul c/ bucha latão
F1	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"



Legenda de peças	
F3	Engate flexível plástico 1/2 - 30cm
F3	PVC soldável azul c/ bucha latão
F3	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 1/2"



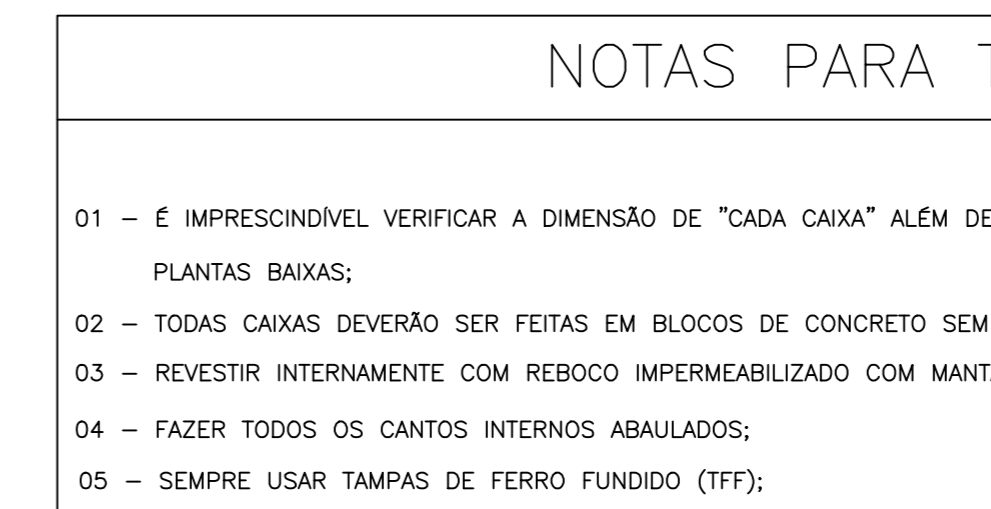
Legenda das indicações	
CH	Chuveiro Ducha - 22mm x 1/2"
L.V.	Lavatório com peço de 90° - 22mm - 1/2"
R.G.	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC - 3/4"
R.M.	Registro monocomando - 3/4"
D.H.	Ducha Higiénica - 25 mm x 1/2"
L.V.	Lavatório com peço de 90° - 25 mm - 1/2"
R.G.	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"
V.S.	Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"



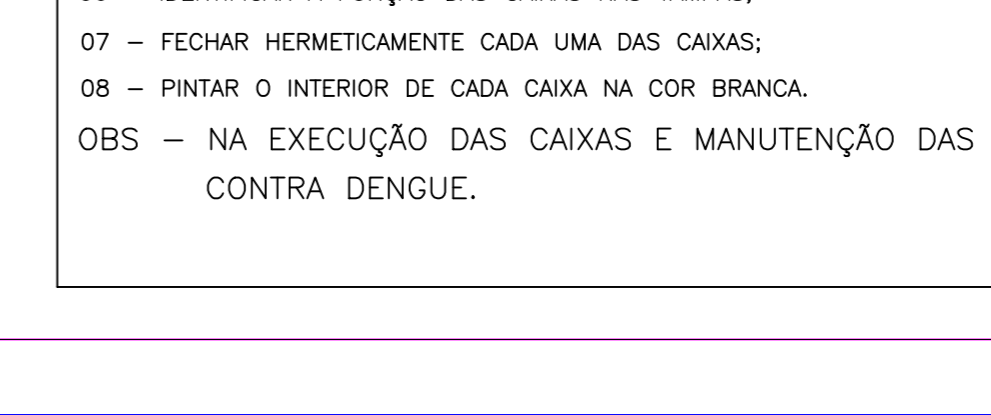
Legenda de peças	
Aparelho	Torneira de lavatório 25 mm - 1/2"
PVC Acessórios	Engate flexível plástico 1/2 - 30cm
PVC soldável azul c/ bucha latão	PVC soldável azul c/ bucha latão



Legenda de peças	
F4	Máquina de Lavar Pratos 25 x 3/4"
F4	PVC soldável azul c/ bucha latão
F4	Joelho 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"



Legenda de peças	
F5	CPVC Aquatherm
F5	Conector 22 x 3/4"
F5	Metals



Legenda de condutos	
—	Água fria
—	Água fria (Reuso)
—	Água quente
—	Alimentação
—	Alimentação (Reuso)

Legenda	
○	Alimentador Predial
↪	Curva de transposição
⊕	Hidrômetros
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/ CPVC
⊕	Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável
⊕	Registro monocomando

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA**

- Condutos em PVC Marrom Soldável
- Diâmetros comerciais em mm: 20, 25, 32, 40, 50, 60, 75, 85, 110
- Em instalações dos pontos de utilização utilizar conexão LR azul

**INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE**

- Condutos em CPVC
- Diâmetros comerciais em mm: 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89, 114
- Em pontos de conexão com a rede de água fria, utilizar luva de transição CPVCxPVC

**INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO**

- Condutos em PVC branco. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
- Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
- Não realizar conexão cruzada com a rede de águas pluviais
- Respeitar a inclinação mínima:
  - 1% se Ø > 75mm
  - 2% se Ø < 75mm
- e inclinação máxima de 5%

**INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS**

- Condutos em PVC Esgoto SR. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
- Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
- Não realizar conexão cruzada com a rede de esgoto
- Respeitar a inclinação mínima de 0,5%

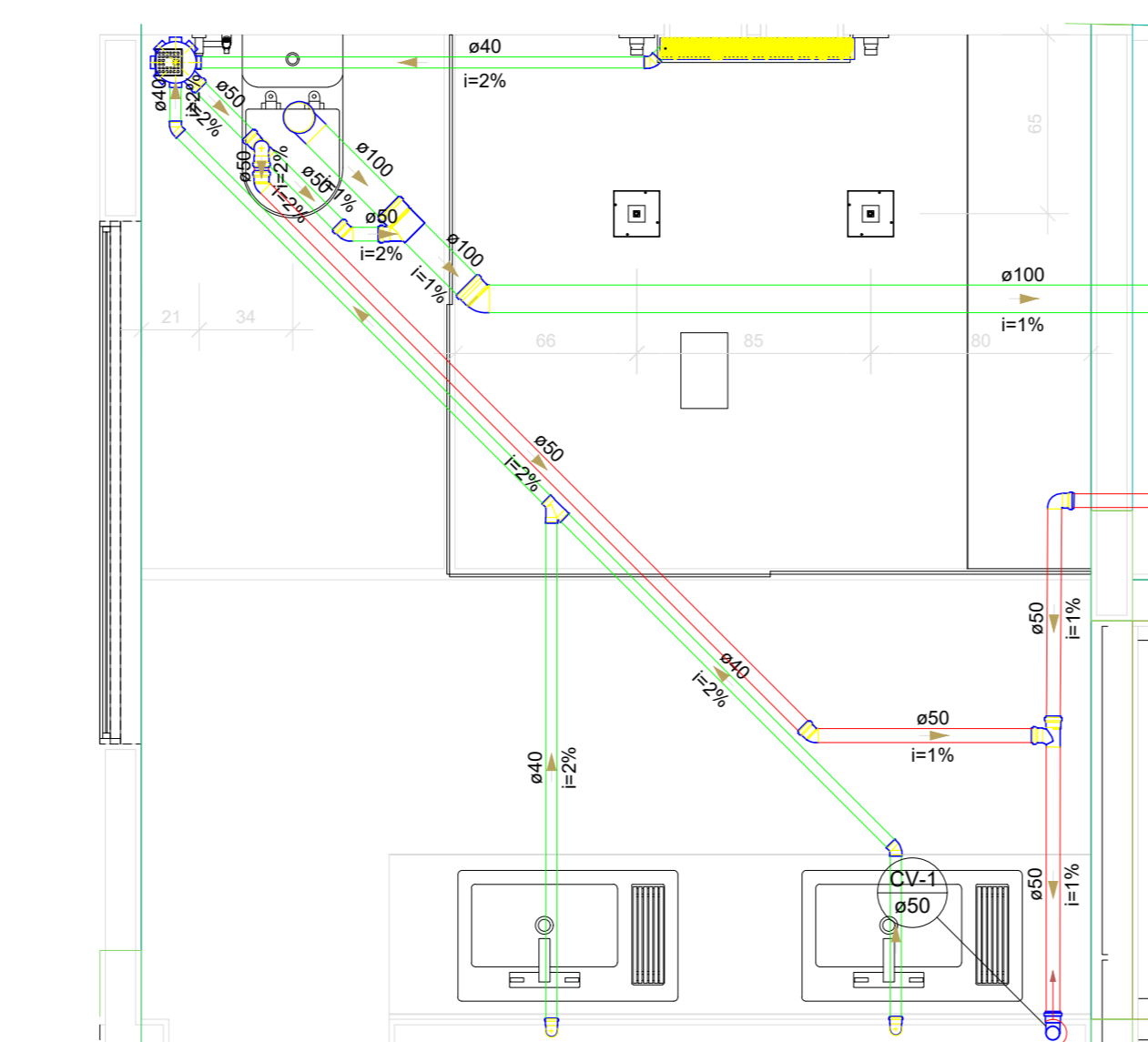
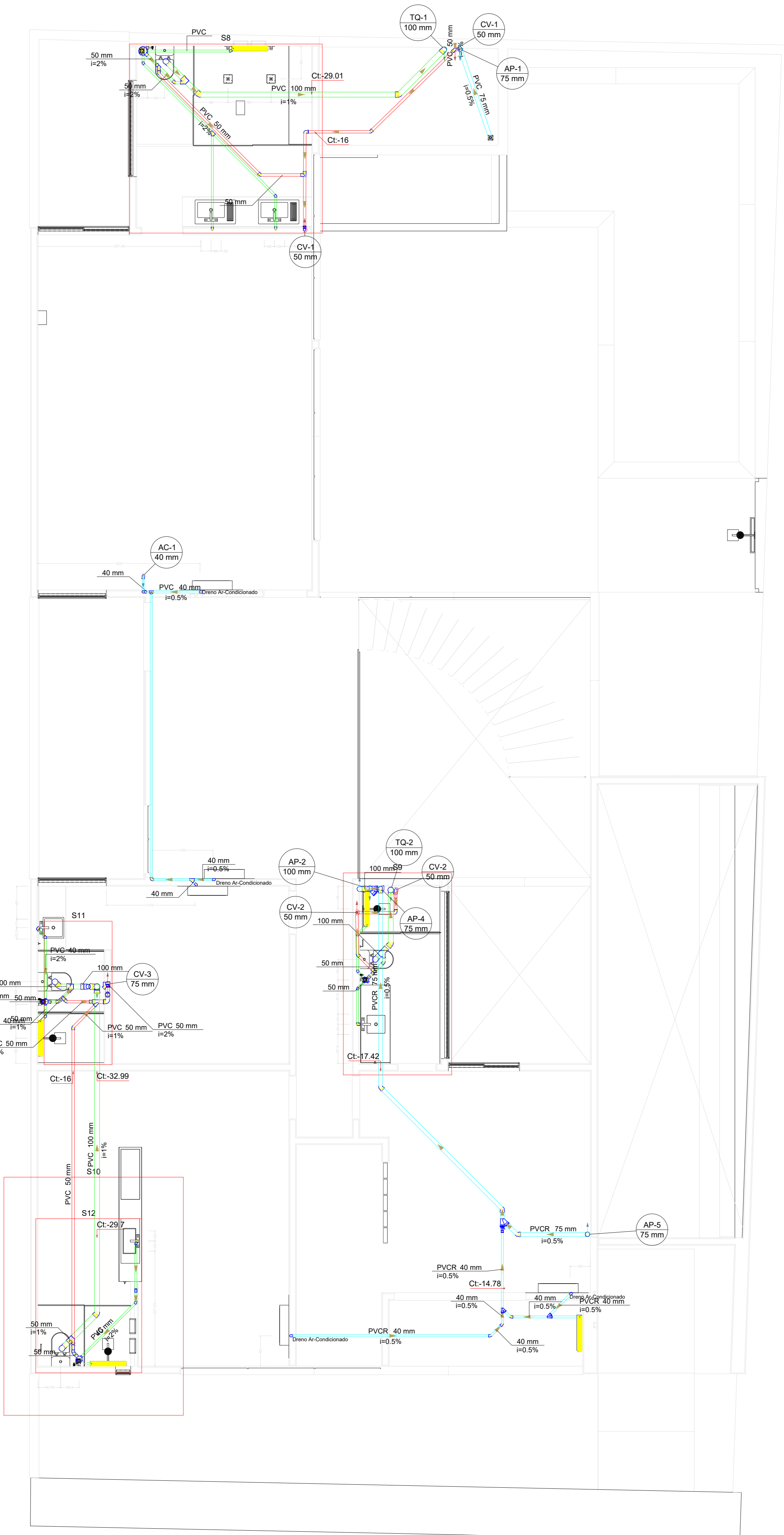
**NORMAS DE REFERÊNCIA**

NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria  
 NBR 7198 - Instalações Prediais de Água Quente  
 NBR 8160 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário  
 NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais

## NOTAS PARA TODAS AS CAIXAS

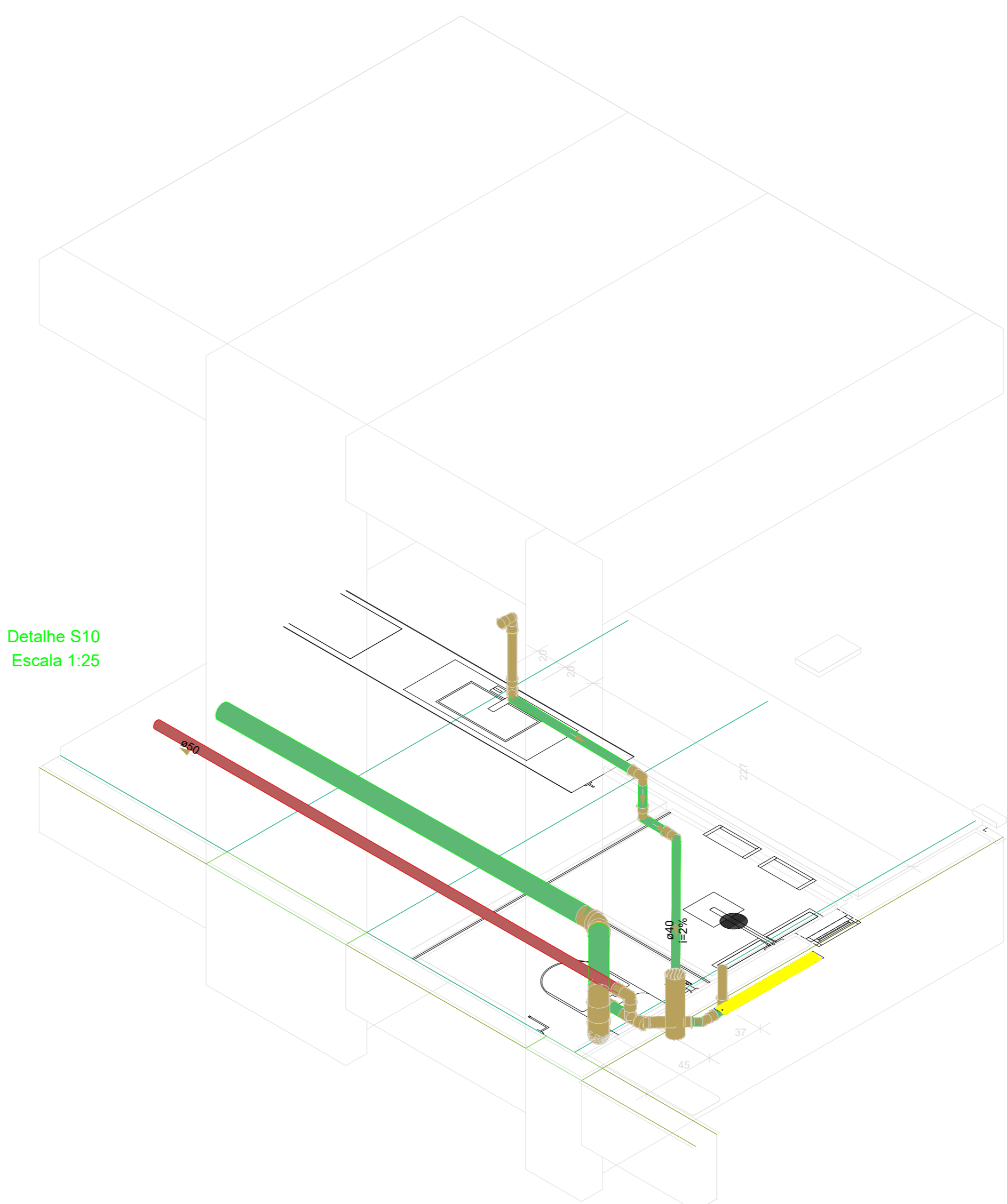
- 01 - É IMPRESCINDÍVEL VERIFICAR A DIMENSÃO DE "CADA CAIXA" ALÉM DE POSIÇÕES E BITOLAS REAIS DE ENTRADA E SAIDAS DOS TUBOS NAS PLANTAS BAIXAS;
  - 02 - TODAS CAIXAS DEVERÃO SER FEITAS EM BLOCOS DE CONCRETO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL;
  - 03 - REVESTIR INTERIORMENTE COM REBOCO IMPERMEABILIZADO COM MANTA;
  - 04 - FAZER TODOS OS CANTOS INTERNOS ABALUADOS;
  - 05 - SEMPRE USAR TAMPAS DE FERRO FUNDIDO (TFP);
  - 06 - IDENTIFICAR A FUNÇÃO DAS CAIXAS NAS TAMPAS;
  - 07 - FECHAR HERMETICAMENTE CADA UMA DAS CAIXAS;
  - 08 - PINTAR O INTERIOR DE CADA CAIXA NA COR BRANCA.
- OBS - NA EXECUÇÃO DAS CAIXAS E MANUTENÇÃO DAS MESMAS, DEVEM SER ESTUDADAS FORMAS DE PREVENÇÃO CONTRA DENGUE.

Nº	Comentário	Data	Autor
1	Ajustes no encaminhamento da tubulação	06/09/2020	

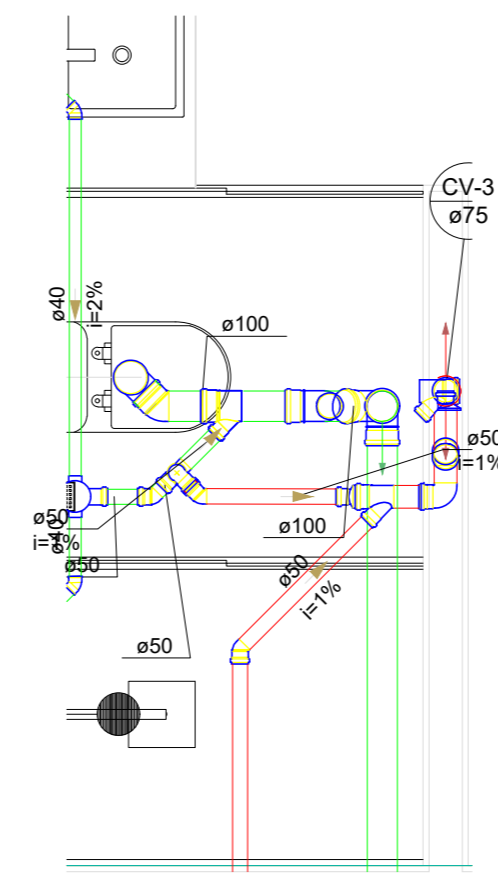


Detalhe S8  
Escala 1:25

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessório	1pc
Caixa sifonada 150x150x50	1pc
Curva 90 curta - coluna bolina	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
Joelho 45	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 45	1pc
Joelho 90	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
Junção simples	1pc
PVC Esgoto	1pc
Junção simples 40 mm x 40 mm	1pc
Lavatório Residencial com sifão	1pc
PVC Acessório	1pc
Sifão de copo pl pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pc
Válvula pl lavatório e tanque 1"	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
40 mm	1pc
Joelho 90 cilindr pl esgoto secundário	1pc
40 mm	1pc
Tubo rígido pl ponta lisa 40 mm	0.6m
Raio Linear	1pc
PVC Acessório	1pc
Raio linear pl grelha 70 cm	1pc
Ramais de Ventilação	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
50 mm	1pc
Te sanitário	1pc
50 mm - 50 mm	1pc
Te sanitário	1pc
PVC Esgoto	1pc
Te sanitário	1pc
50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário pl curva 90°	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
100 mm	1pc

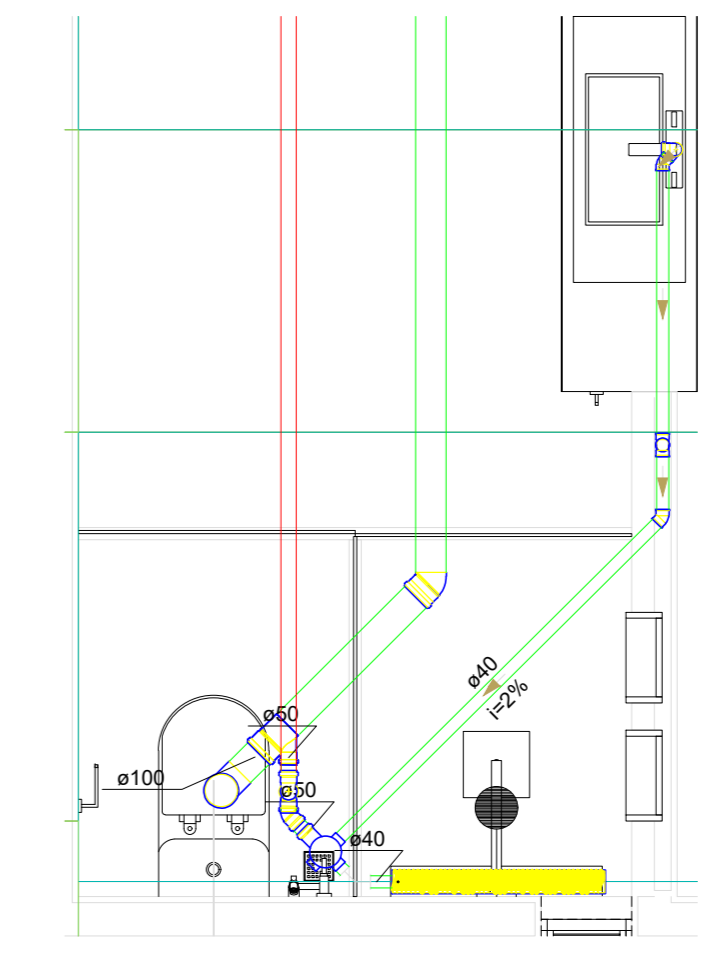


Detalhe S10  
Escala 1:25



Detalhe S11  
Escala 1:25

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessório	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Curva 90 curta - diâmetro	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
Joelho 45	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 45	1pc
Joelho 90	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
Junção simples	1pc
PVC Esgoto	1pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1pc
Lavatório Residencial com sifão	1pc
PVC Acessório	1pc
Sifão de copo pl pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pc
Válvula pl lavatório e tanque 1"	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
40 mm	1pc
Joelho 90 cilindr pl esgoto secundário	1pc
40 mm - 1.1/2"	1pc
Tubo rígido pl ponta lisa 40 mm	0.6m
Raio Linear	1pc
PVC Acessório	1pc
Raio linear pl grelha 70 cm	1pc
Ramais de Ventilação	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
50 mm	1pc
Te sanitário	1pc
50 mm - 50 mm	1pc
Te sanitário	1pc
PVC Esgoto	1pc
Te sanitário	1pc
50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário pl curva 90°	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
100 mm	1pc



Detalhe S12  
Escala 1:25

Legenda detalhada	
Caixa Sifonada	1pc
PVC Acessório	1pc
Caixa sifonada 100x100x50	1pc
Joelho 45	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 45	1pc
Joelho 90 - desce	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
Junção simples	1pc
PVC Esgoto	1pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1pc
Lavatório Residencial com sifão	1pc
PVC Acessório	1pc
Sifão de copo pl pia e lavatório 1" - 1.1/2"	1pc
Válvula pl lavatório e tanque 1"	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
40 mm	1pc
Joelho 90 cilindr pl esgoto secundário	1pc
40 mm - 1.1/2"	1pc
Tubo rígido pl ponta lisa 40 mm	0.6m
Raio Linear	1pc
PVC Acessório	1pc
Raio linear pl grelha 70 cm	1pc
Ramais de Ventilação	1pc
PVC Esgoto	1pc
Joelho 90	1pc
50 mm	1pc
Te sanitário	1pc
50 mm - 50 mm	1pc
Vaso Sanitário pl curva 90°	1pc
PVC Esgoto	1pc
Curva 90 curta	1pc
100 mm	1pc

Legenda de condutos	
Esgoto	
Pluvial	
Ventilação	

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA**
- Condutos em PVC Marrom Soldável
  - Diâmetros comerciais em mm: 20, 22, 28, 32, 40, 50, 60, 75, 85, 110
  - Em instalações dos pontos de utilização utilizar conexão LR azul
- INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE**
- Condutos em CPVC
  - Diâmetros comerciais em mm: 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89, 114
  - Em pontos de conexão com a rede de água fria, utilizar luva de transição CPVC/PVC
- INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO**
- Condutos em PVC branco. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
  - Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
  - Não realizar conexão cruzada com a rede de águas pluviais
  - Respeitar a inclinação mínima:
    - 1% se Ø > 75mm
    - 2% se Ø < 75mm
  - e inclinação máxima de 5%
- INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS**
- Condutos em PVC Esgoto SR. Tubo com ponta e bolsa, com anel de vedação
  - Diâmetros comerciais em mm: 40, 50, 75, 100, 150, 200
  - Não realizar conexão cruzada com a rede de esgoto
  - Respeitar a inclinação mínima de 0,5%

**NORMAS DE REFERÊNCIA**  
 NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria  
 NBR 7198 - Instalações Prediais de Água Quente  
 NBR 8160 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário  
 NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais

NOTAS PARA TODAS AS CAIXAS	
01 - É IMPRESCINDÍVEL VERIFICAR A DIMENSÃO DE "CADA CAIXA" ALÉM DE POSIÇÕES E BITOLAS REAIS DE ENTRADA E SAÍDAS DOS TUBOS NAS PLANTAS BAIXAS;	
02 - TODAS CAIXAS DEVERÃO SER FEITAS EM BLOCOS DE CONCRETO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL;	
03 - REVESTIR INTERNAMENTE COM REBOCO IMPERMEABILIZADO COM MANTA;	
04 - FAZER TODOS OS CANTOS INTERNOS ABALUADOS;	
05 - SEMPRE USAR TAMPAS DE FERRO FUNDIDO (TFF);	
06 - IDENTIFICAR A FUNÇÃO DAS CAIXAS NAS TAMPAS;	
07 - FECHAR HERMETICAMENTE CADA UMA DAS CAIXAS;	
08 - PINTAR O INTERIOR DE CADA CAIXA NA COR BRANCA.	
OBS - NA EXECUÇÃO DAS CAIXAS E MANUTENÇÃO DAS MESMAS, DEVEM SER ESTUDADAS FORMAS DE PREVENÇÃO CONTRA DENGUE.	

№	Comentário	Data	Autor
1	Mudança no encaminhamento do Ar Condicionado para conectar à rede pluvial	06/09/2020	



