

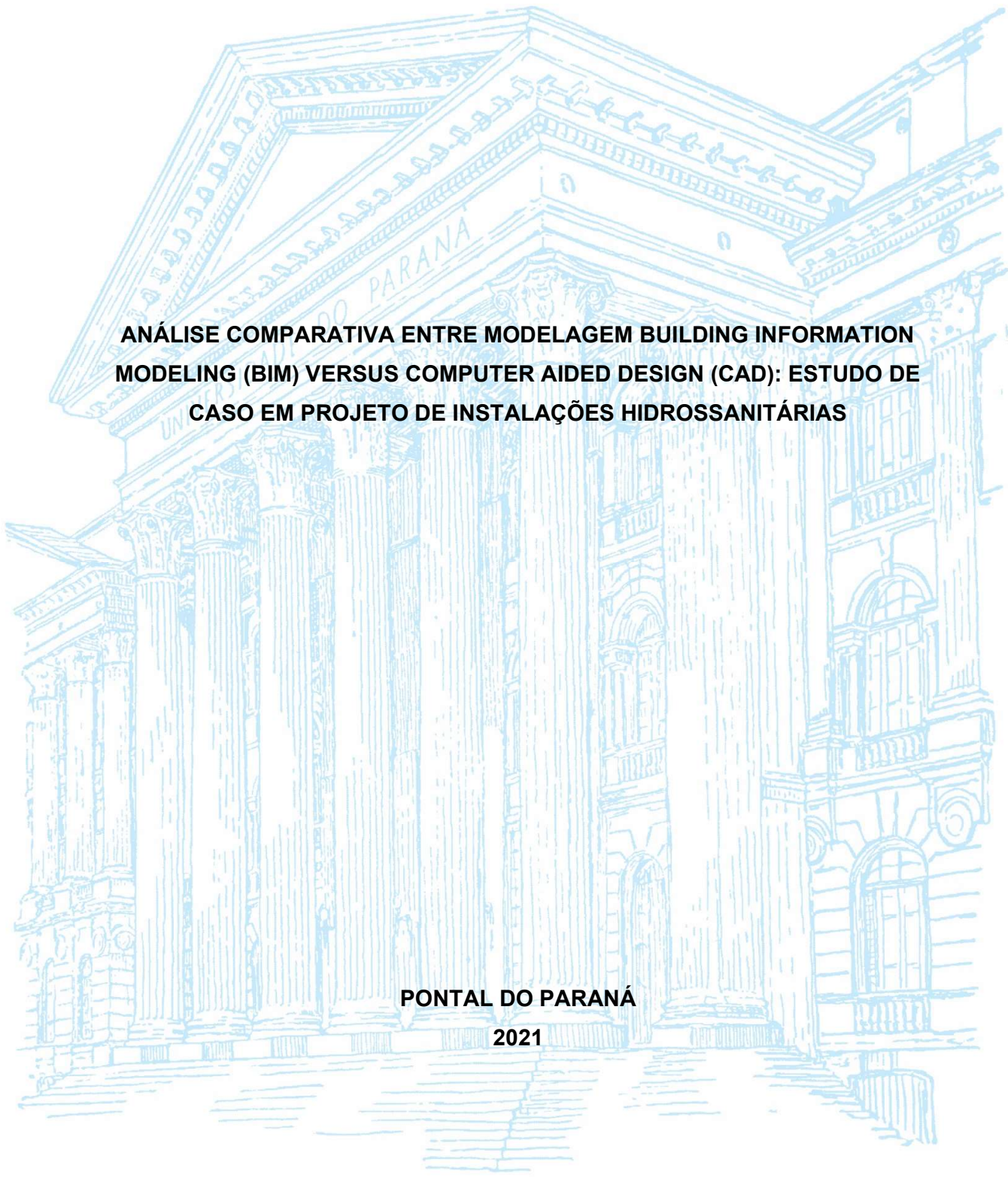
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS PALUJAY ABREU DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELAGEM BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) VERSUS COMPUTER AIDED DESIGN (CAD): ESTUDO DE
CASO EM PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS**

PONTAL DO PARANÁ

2021



MATHEUS PALUJAY ABREU DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELAGEM BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) VERSUS COMPUTER AIDED DESIGN (CAD): ESTUDO DE
CASO EM PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS**

Trabalho apresentado como requisito à conclusão da disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil do Campus Pontal do Paraná – Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Elizabete Y.N. Bavastri, Dra. Eng.

PONTAL DO PARANÁ

2021

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS

O46a Oliveira, Matheus Palujay Abreu de
Análise comparativa entre modelagem Building Information Modeling (BIM) versus Computer Aided Design (CAD): estudo de caso em projeto de instalações hidrossanitárias [recurso eletrônico] / Matheus Palujay Abreu de Oliveira. – Pontal do Paraná, 2021.

1 arquivo [147 f.] : PDF.

Requisitos do Sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: Word Wide Web

Orientadora: Elizabete Yukiko Nakanishi Bavastri

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Curso de Engenharia Civil.

1. Engenharia Civil. 2. Modelagem de informação da construção. 3. Construção civil.
I. Bavastri, Elizabete Yukiko Nakanishi. N. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

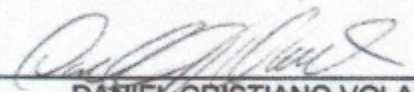
CDD - 624

TERMO DE APROVAÇÃO

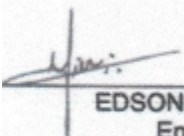
MATHEUS PALUJAY ABREU DE OLIVEIRA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELAGEM BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) VERSUS COMPUTER AIDED DESIGN (CAD): ESTUDO DE CASO EM PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Monografia aprovada como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:



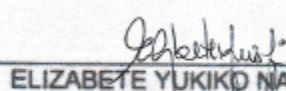
DANIEL CRISTIANO VOLANICK
Engenheiro Civil



EDSON WILIBALDO VIER
Engenheiro Civil



NATALIA ANDRECZEVECZ
Engenheira Civil



ELIZABETE YUKIKO NAKANISHI
Doutora em Engenharia
Professora orientadora

Pontal do Paraná, 17 de dezembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me cedeu tantas oportunidades, entre elas, cursar Engenharia Civil e realizar este trabalho.

Aos meus pais, Rosemeire e Paulo, meu irmão Vinicius, e todos os familiares que sempre acreditaram em mim, sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, apoiando e dando condições para estudar.

A minha namorada, Jennifer, que esteve diariamente me auxiliando, dando forças, inspiração e incentivo para seguir em frente.

A professora orientadora, Elizabete Yukiko Nakanishi Bavastri, por aceitar me orientar, transmitir seus conhecimentos, auxiliando e corrigindo o trabalho durante todo o desenvolvimento deste.

Ao escritório HG Kayamori, por disponibilizar os arquivos para desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e professores do curso, por todo o auxílio e experiências trocadas durante esses anos, em especial ao Fabiano, Giovanni, Ivo, José.

E a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A construção civil passou nas últimas décadas, por um importante e complexo processo de transformação, devido às condições econômicas do país, estrutura competitiva do setor e necessidade de redução de erros. Esta transformação vem acontecendo a partir do lançamento de novos softwares, com metodologias modernas de elaboração de projetos, bem como novas técnicas construtivas mais ágeis e eficientes. Visto isso, este trabalho apresenta uma análise comparativa entre a eficiência da tecnologia BIM e o tradicional sistema CAD, através de um estudo de caso, com a elaboração de um projeto hidrossanitário residencial unifamiliar no software comercial Autocad (CAD) e após, modelado em dois diferentes softwares que utilizam a tecnologia BIM: Revit e QiBuilder. Observou-se para este estudo de caso, que o software QiBuilder (BIM) apresentou melhores resultados quando comparado aos demais softwares, com a automatização do lançamento de tubulações, relatórios e listas de materiais, assim como, a tecnologia BIM, que também apresentou vantagens comparada ao sistema CAD, pois permite uma melhor análise de interferências no projeto, interoperabilidade, automatização de processos, redução de erros e retrabalhos, agilidade na documentação, entre outros. Portanto, a tecnologia BIM mostrou-se viável e vantajosa quando comparada ao sistema tradicional CAD, e a tendência é que com o passar dos anos, esta tecnologia ganhe cada vez mais espaço na área da construção civil, pois apresenta benefícios desde a fase inicial de projeto até a execução e revitalização da obra.

Palavras-chave: BIM, CAD, QiBuilder, Hidrossanitário.

ABSTRACT

In recent decades, civil construction has undergone an important and complex process of transformation, due to the country's economic conditions, the sector's competitive structure and the need to reduce errors. This transformation has been taking place with the launch of new software, with modern methodologies for preparing projects, as well as new, more agile and efficient construction techniques. In view of that, this work presents a comparative analysis between the efficiency of BIM technology and the traditional CAD system, through a case study, with the elaboration of a single-family residential plumbing project in the commercial software Autocad (CAD) and then modeled in two different software using BIM, Revit and QiBuilder technology. It was observed for this case study that the QiBuilder (BIM) software showed better results when compared to other software, with the automation of the launching of pipes, indications, reports and bills of materials, as well as the BIM technology, which also presented advantages compared to the CAD system, as it allows a better analysis of interferences in the project, interoperability, process automation, reduction of errors and reworks, agility in documentation, among others. Therefore, the BIM technology proved to be viable and advantageous when compared to the traditional CAD system, and the trend is that over the years, this technology will gain more and more space in the civil construction area, as it presents benefits from the initial phase of project until the execution of the work.

Keywords: BIM, CAD, QiBuilder, Hydrosanitary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interface Software Autocad.....	14
Figura 2: Ciclo Bim.....	16
Figura 3: Processo BIM como contraponto ao processo tradicional.....	18
Figura 4: Interface Software Revit.....	20
Figura 5: Projeto Estrutural, Elétrico e Hidrossanitário no Software Qibuilder.....	21
Figura 6: Função do Sistema Hidrossanitário Predial.....	22
Figura 7: Etapas de Elaboração do Projeto Hidrossanitário.....	23
Figura 8: Fluxograma Metodologia.....	28
Figura 9: Arquivo .dwg do Projeto Arquitetônico disponibilizado.....	30
Figura 10: Planta Baixa Pavimento Térreo.....	31
Figura 11: Planta Baixa 1º Pavimento.....	32
Figura 12: Planta Baixa 2º pavimento.....	33
Figura 13: Planta Baixa Cobertura.....	34
Figura 14: Pesquisa Softwares utilizados para modelagem Projeto Hidrossanitário...36	
Figura 15: Reservatório Inferior 2000litros.....	39
Figura 16: Reservatórios Superiores.....	39
Figura 17: Detalhe Isométrico Caixa De Água, Software Qibuilder.....	40
Figura 18: Planta de Barrilete Água Fria.....	42
Figura 19: Detalhe genérico Caixas De Passagem.....	44
Figura 20: Modelagem Arquitetônica Pavimento Térreo, software Revit.....	45
Figura 21: Modelagem Arquitetônica 1º pavimento, software Revit.....	46
Figura 22: Modelagem Arquitetônica 2º pavimento, software Revit.....	46
Figura 23: Perspectiva “1” Modelagem Arquitetônica, software Revit.....	47
Figura 24: Perspectiva “2” Modelagem Arquitetônica, software Revit.....	47
Figura 25: Perspectiva “1” Modelo Arquitetônico Importado, Software Qibuilder.....	49
Figura 26: Perspectiva “2” Modelo Arquitetônico Importado, Software Qibuilder.....	50
Figura 27: Sobreposição Das Plantas Hidrossanitárias, Software Qibuilder.....	51
Figura 28: Isométrico WC Térreo (AF6B), software Autocad.....	54
Figura 29: Isométrico WC Demi Suítes 1 e 2 (AF6), software Autocad.....	55
Figura 30: Isométrico WC Demi Suítes 3 e 4 (AF5), software Autocad.....	56
Figura 31: Isométrico WC Suíte 1 (AF8), software Autocad.....	57
Figura 32: Isométrico WC Suíte 2 (AF7), software Autocad.....	58

Figura 33: Isométrico Lavanderia (AF3), software Autocad.....	59
Figura 34: Isométrico Cozinha (AF2), software Autocad.....	60
Figura 35: Isométrico Lavabo Externo (AF1), software Autocad.....	61
Figura 36: Isométrico Lavabo Interno (AF4), software Autocad.....	62
Figura 37: Detalhe Esgoto WC Térreo, software Autocad.....	63
Figura 38: Detalhe Esgoto WC Demi Suítes 1 e 2, software Autocad.....	64
Figura 39: Detalhe Esgoto WC Demi Suítes 3 e 4, software Autocad.....	65
Figura 40: Detalhe Esgoto WC Suíte 1, software Autocad.....	66
Figura 41: Detalhe Esgoto WC Suíte 2, software Autocad.....	67
Figura 42: Detalhe Esgoto Lavanderia e Cozinha, software Autocad.....	68
Figura 43: Detalhe Esgoto Lavabo Interno, software Autocad.....	69
Figura 44: Detalhe Esgoto Lavabo Externo, software Autocad.....	70
Figura 45: Isométrico WC Térreo, software Revit.....	72
Figura 46: Isométrico WC Demi Suites 1 e 2, software Revit.....	73
Figura 47: Isométrico WC Demi Suites 3 e 4, software Revit.....	74
Figura 48: Isométrico WC Suíte 1, software Revit.....	75
Figura 49: Isométrico WC Suíte 2, software Revit.....	76
Figura 50: Isométrico Lavanderia, software Revit.....	77
Figura 51: Isométrico Cozinha, software Revit.....	78
Figura 52: Isométrico Lavabo Externo, software Revit.....	79
Figura 53: Isométrico Lavabo Interno, software Revit.....	80
Figura 54: Detalhe Sanitário WC Térreo, software Revit.....	81
Figura 55: Detalhe Sanitário WC Demi Suítes 1 e 2, software Revit.....	82
Figura 56: Detalhe Sanitário WC Demi Suítes 3 e 4, software Revit.....	83
Figura 57: Detalhe Sanitário WC Suíte 1, software Revit.....	84
Figura 58: Detalhe Sanitário WC Suíte 2, software Revit.....	84
Figura 59: Detalhe Sanitário Lavanderia, software Revit.....	85
Figura 60: Detalhe Sanitário Cozinha, software Revit.....	85
Figura 61: Detalhe Sanitário Lavabo Interno, software Revit.....	86
Figura 62: Detalhe Sanitário Lavabo Externo, software Revit.....	86
Figura 63: Legenda de indicações, peças, condutos WC Demi Suíte 3 e 4, Qibuilder..	88
Figura 64: Detalhe Isométrico Água Fria WC Térreo, software Qibuilder.....	89
Figura 65: Detalhe Isométrico Água Fria WC Demi Suítes 1 e 2, software Qibuilder...	90
Figura 66: Detalhe Isométrico Água Fria WC Demi Suítes 3 e 4, software Qibuilder...	91

Figura 67: Detalhe Isométrico Água Fria WC Suítes 1 e 2, software Qibuilder.....	92
Figura 68: Detalhe Isométrico Água Fria Lavanderia, software Qibuilder.....	93
Figura 69: Detalhe Isométrico Água Fria Cozinha, software Qibuilder.....	94
Figura 70: Detalhe Isométrico Água Fria Lavabo Interno, software Qibuilder.....	95
Figura 71: Detalhe Isométrico Água Fria Lavabo Externo, software Qibuilder.....	96
Figura 72: Detalhe Sanitário WC Térreo, software Qibuilder.....	97
Figura 73: Detalhe Sanitário WCDemi Suítes 1 E 2, software Qibuilder.....	97
Figura 74: Detalhe Sanitário WC Demi Suítes 3 E 4, software Qibuilder.....	98
Figura 75: Detalhe Sanitário Lavanderia, software Qibuilder.....	98
Figura 76: Detalhe Sanitário WC Suíte 1, software Qibuilder.....	99
Figura 77: Detalhe Sanitário WC Suíte 2, software Qibuilder.....	99
Figura 78: Detalhe Sanitário Cozinha, software Qibuilder.....	100
Figura 79: Detalhe Sanitário Lavabo Interno, software Qibuilder.....	100
Figura 80: Detalhe Sanitário Lavabo Externo, software Qibuilder.....	101
Figura 81: Verificação Colisões disciplinas Hidráulico X Sanitário.....	106
Figura 82: Colisão entre Tubulação Água fria e Coluna Ventilação.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações Projeto Arquitetônico.....	36
Tabela 2: Verificação de pressão no Barrilete.....	42
Tabela 3: Verificação de pressão WC Térreo.....	55
Tabela 4: Verificação de pressão WC Demi Suítes 1 e 2 (AF6)	56
Tabela 5: Verificação de pressão WC Demi Suítes 3 e 4 (AF5)	57
Tabela 6: Verificação de pressão WC Suíte 1 (AF8)	58
Tabela 7: Verificação de pressão WC Suíte 2 (AF7)	59
Tabela 8: Verificação de pressão Lavanderia (AF3)	60
Tabela 9: Verificação de pressão Cozinha (AF2)	61
Tabela 10: Verificação de pressão Lavabo Externo (AF1)	62
Tabela 11: Verificação de pressão Lavabo Interno (AF4)	63
Tabela 12: Análise comparativa entre os softwares.....	103
Tabela 13: Custo anual dos softwares.....	105
Tabela 14: Alterações necessárias visualizadas apenas nos Softwares BIM.....	106
Tabela 15: Análise comparativa Tecnologia BIM x Sistema CAD.....	109

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

2D – DUAS DIMENSÕES - BIDIMENSIONAL

3D – TRÊS DIMENSÕES – TRIDIMENSIONAL

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

AEC - ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO

AF – TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA

BIM – BUILDING INFORMATION MODELING. MODELAGEM DE INFORMAÇÕES DA CONSTRUÇÃO

CAD - COMPUTER AIDED DESIGN. DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

DWG – EXTENSÃO DE ARQUIVOS DE DESENHO DO SOFTWARE AUTOCAD (.DWG)

IFC – INDUSTRY FOUNDATION CLASSES. MODELO PADRÃO PARA INTERCAMBIO DE ARQUIVOS ENTRE SISTEMAS BIM

MCA – METROS COLUNA DE ÁGUA

NBR - NORMA BRASILEIRA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
1.2	JUSTIFICATIVA	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	SISTEMA CAD	13
2.1.1	Software AutoCAD.....	14
2.2	TECNOLOGIA BIM.....	15
2.2.1	Software REVIT	19
2.2.2	Software QiBuilder	21
2.3	PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS.....	22
2.3.1	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA.....	23
2.3.2	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO	25
2.3.3	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS	27
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	SELEÇÃO PROJETO ARQUITETÔNICO	28
3.2	PESQUISA DE MERCADO	36
3.3	PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE AUTOCAD.....	37
3.3.1	Alimentação e Distribuição de Água Fria	38
3.3.2	Projeto Sanitário, Software AutoCAD	43
3.4	PROJETO ARQUITETÔNICO E HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE REVIT.	44
3.4.1	Projeto arquitetônico, Software Revit.....	45
3.4.2	Projeto Hidrossanitário, Software Revit	48
3.5	PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER	48
3.6	QUANTITATIVOS DE MATERIAIS.....	52
3.7	ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	52
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1	PROJETOS – SOFTWARE AUTOCAD.....	53
4.2	PROJETOS – SOFTWARE REVIT.....	71
4.3	PROJETOS – SOFTWARE QIBUILDER.....	87
4.4	COMPARAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES.....	102

4.5	EFICIÊNCIA TECNOLOGIA BIM EM RELAÇÃO AO SISTEMA CAD	104
5	CONCLUSÃO.....	109
6	REFERÊNCIAS	111
A.	ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO, SOFTWARE AUTOCAD	115
B.	ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE AUTOCAD ..	116
C.	ANEXO C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE REVIT	117
D.	ANEXO D – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER.	118
E.	ANEXO E – FIGURAS 3D PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER.....	119
F.	ANEXO F – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE AUTOCAD	129
G.	ANEXO G – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE REVIT	130
H.	ANEXO H – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE QIBUILDER.....	131
I.	ANEXO I – TABELAS DE PRESSÃO, SOFTWARE QIBUILDER.....	132
J.	ANEXO J - TABELAS 1 A 9 AUXILIARES PARA CÁLCULO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA	137
K.	ANEXO K – TABELAS 1 AO 8 AUXILIARES PARA CÁLCULO DO PROJETO SANITÁRIO	144

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a construção civil passa por um importante e complexo processo de transformação, devido às condições econômicas do país e à própria estrutura competitiva do setor. Esta transformação vem acontecendo a partir do lançamento de novos softwares, com metodologias modernas de elaboração de projetos, bem como novas técnicas construtivas mais ágeis e eficientes, que buscam minimizar e reutilizar os resíduos da construção civil e, cada vez mais, atendem às condições de segurança do trabalho (COSTA, 2013).

A aplicação da tecnologia para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares, segundo Sckodek et al. (2007), iniciou em 1980 com um sistema designado Computer Aided Design (desenho assistido por computador) - CAD. Os processos, até então manuais, propiciaram mais qualidade, eficiência e agilidade nos projetos em geral.

Assim, a partir da ampla aplicação pelos usuários, os sistemas CAD começaram a complementar os projetos, e os desenhos foram automatizados, permitindo assim, um enorme avanço desde o processo de elaboração do projeto até a criação do espaço. Nessa época, o software mais inovador que surgiu foi o AutoCAD, que passou a representar essa nova tecnologia (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015).

Nesse sentido, segundo Amaral (2010), com o objetivo de otimizar os processos de representação gráfica, novas tecnologias gráficas foram desenvolvidas aprimoradas e aplicadas nos setores da engenharia, resultando em produtos cada vez mais qualificados e com melhor desempenho.

Por exemplo, a tecnologia que surgiu trazendo grandes mudanças no processo projetual foi o BIM (Building Information Modeling), principalmente por aperfeiçoar o trabalho em ambiente 3D e por buscar integrar todo o processo de produção em um só modelo virtual. (REZENDE, 2008).

A utilização da tecnologia BIM para modelagem e elaboração de projetos de engenharia é crescente em nível mundial, pois esta ferramenta pode trazer benefícios consideráveis desde a fase de projeto até a execução da obra, com a possibilidade de uma vista global da estrutura e compatibilidade entre as disciplinas, otimizando assim todo o processo de desenvolvimento do projeto, obtendo maior segurança, economia, sustentabilidade.

Assim sendo, o presente trabalho apresenta um estudo de caso comparativo entre os dois sistemas de modelagem (BIM e CAD), assim como um comparativo entre três diferentes softwares (Autocad, QiBuilder e Revit), direcionado para área de projetos hidrossanitários, pois são características próprias dos sistemas hidráulicos prediais a sua complexidade funcional e a inter-relação dinâmica entre os seus diversos subsistemas, além da enorme variedade de materiais, componentes e equipamentos constituintes. Estas peculiaridades podem dar origem a uma grande diversidade de manifestações patológicas nas edificações, que vão desde simples falhas frequentes em certos equipamentos até intrincadas flutuações de pressões, vazões e temperaturas, decorrentes de falha de concepção sistêmica no projeto (GNIPPER, 2007).

Portanto, no presente trabalho será abordado uma análise comparativa do uso do sistema CAD, e a modelagem BIM, através da elaboração de um projeto de instalações hidrossanitárias, modelado com o auxílio do software Autocad (CAD), e posteriormente, o mesmo modelado em dois diferentes softwares (BIM), Autodesk Revit e QiBuilder (AltoQi). Comparando-os em relação a apresentação do projeto, facilidades e dificuldades encontradas, formas de trabalho, organização dos projetos de diferentes disciplinas envolvidas, levantamento de quantitativos e custos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o projeto hidrossanitário de uma edificação residencial unifamiliar de 3 pavimentos realizando os detalhamentos do projeto em três diferentes softwares comerciais, o Autocad (Sistema CAD), Revit (BIM) e QiBuilder (BIM), realizando os detalhamentos do projeto

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o projeto hidrossanitário de uma edificação unifamiliar com três pavimentos, via software Autocad (CAD), baseado num projeto arquitetônico elaborado por um escritório de Arquitetura;

- Compreender o conceito e aplicação da modelagem da informação da construção (BIM) para modelagem de projetos;
- Realizar uma pesquisa de mercado com escritórios de engenharia para analisar os softwares comerciais utilizados para elaboração de projetos hidrossanitários;
- Realizar a modelagem paramétrica do mesmo projeto arquitetônico e hidrossanitário, através do software Revit (BIM);
- Elaborar a modelagem do projeto Hidrossanitário no software QiBuilder (BIM);
- Realizar uma análise comparativa entre a potencialidade no uso desses softwares largamente utilizados na engenharia e arquitetura;
- Analisar a eficiência dos modelos BIM em comparação com a ferramenta CAD na elaboração dos projetos hidrossanitário.

1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil, grande parte dos projetos desenvolvidos ainda utilizam a plataforma CAD 2D. Com isto, como forma de incentivar o setor e reduzir altos custos envolvidos em retrabalhos na resolução de problemas de incompatibilidade de projetos o Governo Federal decretou como obrigatório, a partir de janeiro de 2021, a aplicação do BIM em todo o âmbito nacional, seja na execução direta ou indireta de obras, serviços de engenharia realizada pelos órgãos públicos e entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020).

Dessa forma, segundo Alves et al (2012) “Os BIM surgem, portanto, como uma solução para centralizar e integrar a informação do edifício num modelo virtual tridimensional. São uma nova etapa no desenvolvimento de uma construção, uma vez que não transmite apenas informação geométrica, mas informação espacial, ligações paramétricas e atributos, pelo que os formatos anteriormente apresentados já não estão preparados para operar”.

Visto isso, o presente trabalho busca apresentar uma análise comparativa entre a tecnologia BIM, com o sistema CAD tradicional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA CAD

O desenho técnico e a representação gráfica têm sido parte integrante da indústria e, há muitos anos, é o elo existente entre os projetos de engenharia e a sua produção. A informação é rapidamente comunicada na forma de desenhos preparados de acordo com os padrões pré-definidos (VALENTIM & CORREIA, 2002, p.6).

Nesse sentido, segundo Schodek et al. (2007), em 1980 se deu a aplicação da tecnologia para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares, através de um sistema designado Computer Aided Design (Desenho Auxiliado por Computador) – CAD. O processo, até então manual, propiciou mais qualidade, eficiência e agilidade. A partir da ampla aplicação, os sistemas CAD começaram a enfatizar o projeto, e os desenhos foram automatizados.

Os sistemas CAD são ferramentas vetoriais de representação gráfica com auxílio do computador. Porém, indo além do tradicional sistema de projeto na prancheta, esses sistemas, sejam em representações bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D), possuem funções que agilizam algumas atividades para o projetista, como cálculos de área, volume, propriedade e informações integradas, e que facilitam o processo de tomada de decisões (FERREIRA, 2007).

Assim, tal tecnologia revolucionou o setor com o aumento da produtividade dos projetistas e a comunicação através de documentações. Apesar de haver resistência dos profissionais mais tradicionais, consolidou-se devido as melhorias proporcionadas (MENEZES, 2012).

Pode-se afirmar que a utilização do CAD como método computacional em engenharia é uma prática em expansão e de grande auxílio nos projetos, uma vez que a partir dos modelos de CAD pode-se realizar simulações ligadas à mecânica computacional dando mais confiabilidade ao produto final. (AMARAL; PINA FILHO, 2010, p.7).

Nos anos que se seguiram até a atualidade, o desenvolvimento de softwares de CAD se deu de forma generalizada, com ofertas feitas por diversas empresas do ramo. A tecnologia vem sendo aprimorada a cada dia e com a difusão da internet no final dos anos 90, tal gênero de software tornou-se muito acessível ao redor do mundo,

possuindo versões que podem ser utilizadas de forma gratuita (freewares). (AMARAL,2010).

Este sistema, abrange diversos softwares, tais como: AutoCad, Archicad, VectorWorks dentre outros utilizados na engenharia. Nesta época, o software mais inovador que surgiu foi o AutoCAD, que passou a representar essa nova tecnologia. (PACHECO et al, 2017).

2.1.1 Software AutoCAD

Segundo Pacheco et al (2017), o software AutoCAD foi arquitetado e cedido ao uso pela empresa Autodesk por volta de 1982, então, houve uma mudança de paradigmas do desenho técnico: popularizando-se os softwares que permitiam representar os mesmos objetos de forma digital e com precisão maior: os softwares CAD.

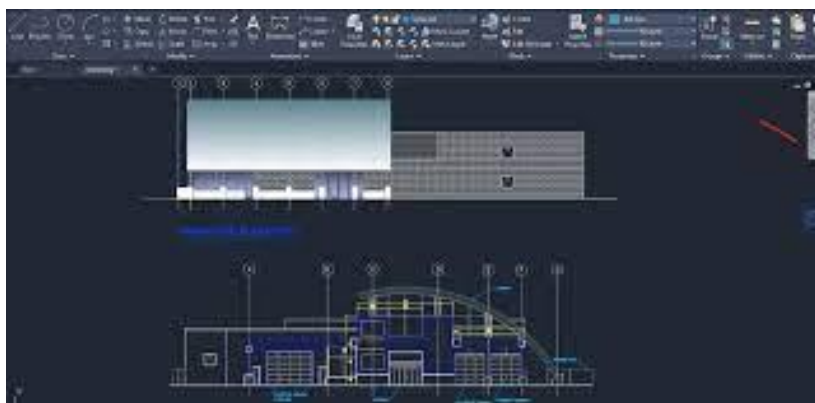


Figura 1: Interface Software AutoCAD. Fonte: Autodesk

Ayres e Scheer (2007) afirmam que o CAD que melhor se adaptou ao potencial de hardware da época foi o CAD geométrico, que possibilita a elaboração de desenhos no plano bidimensional (2D) virtual. Contudo, a representação no sistema geométrico causa desintegração do virtual com o real, ao passo que dificulta a análise de clientes leigos, por exemplo. O proprietário muitas vezes não entende a disposição de linhas, não compreendendo o projeto bidimensional e o real.

Como a forma de representação dos projetos não mudou muito, uma vez que apenas a ferramenta havia sido trocada e os desenhos ainda continuavam sendo desenvolvidos em apenas duas dimensões, a necessidade de buscar alternativas para desenhos tridimensionais forçou o desenvolvimento da ferramenta, que algum tempo depois ganharia mais uma dimensão. WOO (2006)

O AutoCAD, software de modelagem, primeiramente em 2D, desenvolveu-se e passou a modelar também em 3D, atingindo grande visibilidade no mercado. Isso aconteceu porque ele apresentava vantagens em relação aos projetos feitos manualmente, que vão desde uma melhor documentação até uma melhor apresentação do projeto como produto, incluindo no processo diminuição de tempo, melhor gerenciamento do projeto e, conseqüentemente, um aumento de produtividade. Com tamanhas vantagens, o software se tornou uma ferramenta indispensável nessa área. (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015)

Porém, com a evolução da tecnologia e busca por melhores resultados, a indústria aeronáutica percebeu que se o método fosse aprimorado, por meio da criação de desenhos tridimensionais, seria possível evitar muitos erros e otimizar a fabricação. Era necessário que cada objeto inserido no modelo possuísse parâmetros específicos, relacionando-o aos demais objetos do modelo. Relações de distâncias entre objetos, comportamentos, materiais, entre outros parâmetros foram aperfeiçoando os métodos de projetar, chegando a níveis de detalhamento antes impraticáveis, nos tempos e orçamentos de viabilidade (EASTMAN et al., 2014).

Então, mais recentemente, outra tecnologia que surgiu trazendo grandes mudanças no processo projetual foi a baseada em BIM (Building Information Modeling), principalmente por aperfeiçoar o trabalho em ambiente 3D e por buscar integrar todo o processo de produção em um só modelo (REZENDE, 2008).

2.2 TECNOLOGIA BIM

Nascido da evolução da tecnologia CAD, o BIM (Building Information Modeling) possibilita uma análise mais profunda de todo o processo de construção, antes que o projeto seja concluído, já que ele permite a verificação de possíveis interferências, que são atualizadas conforme a introdução das alterações (REZENDE, 2008).

O BIM (figura 2) destaca-se de fato a partir do início dos anos 2000, porém, os primeiros debates sobre o conceito já ocorriam na década de 70, passando por um processo de adaptação de nomenclatura ao longo das décadas seguintes até fixar-se como o acrônimo conhecido atualmente. Na obra “Manual de BIM” de 1975, o exemplo de documento mais antigo encontrado, é apresentado o conceito conhecido hoje por BIM (EASTMAN et al., 2014). Neste documento, é apresentado um protótipo de trabalho, o “Building Description System”, publicado no Jornal AIA por Charles M.

“Chuck” Eastman, na época atuando como professor na Universidade Carnegie-Mellon, onde o conceito era:

Definir elementos de forma interativa...derivando seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos...qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes...qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligado diretamente à descrição...estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas... fornecendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas...verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais. (EASTMAN, 1975).

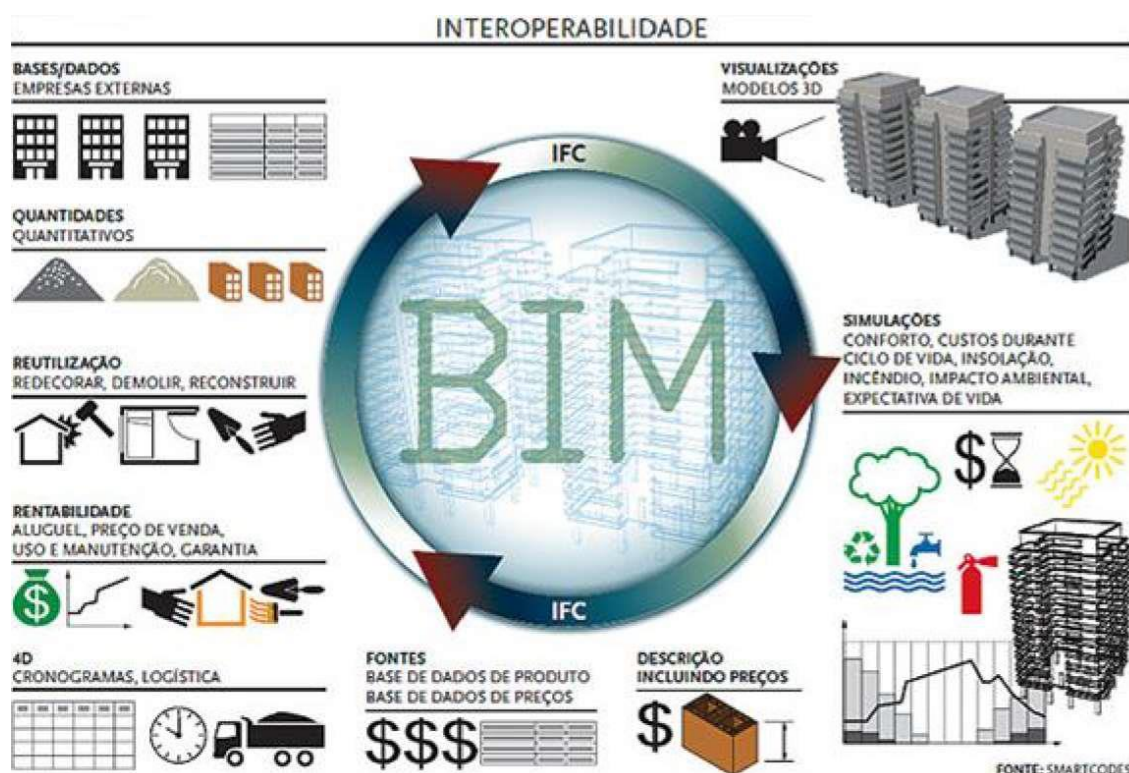


Figura 2: Ciclo BIM. Fonte: Rosso, 2011.

A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar à demolição (LEÃO, 2013).

De acordo com Hilgenberg et al. (2012), os primeiros softwares lançados no mercado foram o Allplan e o ArchiCAD na década de 80. Há ainda, entre outros mais

recentes, os softwares, QiBuilder, TQS, Bentley, Solibri, Robot, Navisworks e o Revit como exemplo de ferramenta BIM.

O BIM, segundo (TOBIN, 2008, p. 3) somente passou a ser adotado pelos sistemas comerciais nos Estados Unidos em meados dos anos 2000. Sua implantação é organizada em três fases:

- a) Primeira fase – arquitetos e engenheiros inserem o BIM em seu cotidiano, isoladamente, no intuito de gerar informação semântica dos objetos ora modelados.
- b) Segunda fase – Integração entre profissionais e interoperabilidade entre os sistemas, agregando tratamento de informações referentes a tempo (4D) e custo (5D), ampliando a utilização do modelo.
- c) Terceira fase – Desenvolvimento da extensão IFC, padrão de arquivos de ampla abrangência. Aumento no número de profissionais envolvidos e interessados em aprimorar a ferramenta, interagindo com a base de dados por meio de módulos.

A adoção do BIM no Brasil deu-se apenas em 2009, registrado por Ruschel, Andrade e Moraes que localizaram o país na Primeira fase da implantação. Após sua primeira implantação, o modelo difunde-se no seio da comunidade científica, e também por meio de canais de mercado. Apesar de bem-aceito, muitos usuários retratam dificuldades devido à grande complexidade dos conceitos, dos processos, e por não compreensão da gama de variáveis disponíveis.

Os BIM surgem, portanto, como uma solução para centralizar e integrar a informação do edifício num modelo virtual tridimensional. São uma nova etapa no desenvolvimento de uma construção, uma vez que não transmite apenas informação geométrica, mas informação espacial, ligações paramétricas e atributos, pelo que os formatos anteriormente apresentados já não estão preparados para operar (ALVES et al., 2012). (Figura 3).

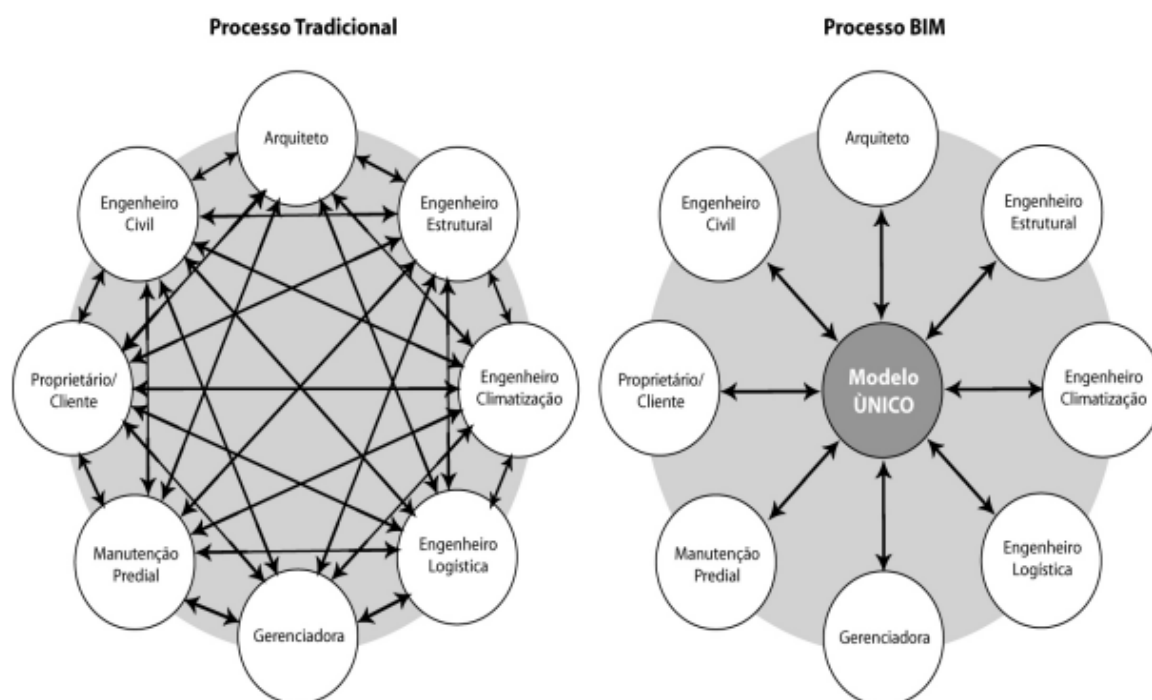


Figura 3: Processo BIM como contraponto ao processo Tradicional. Fonte: GOES e SANTOS (2011)

Desta forma, a plataforma BIM envolve uma modelagem tridimensional para informar e comunicar as decisões do projeto, design, visualização e simulação. Sendo a compatibilização uma das características chaves do BIM, permitindo verificar ação de interferências, possibilitando a realização de simulação de desempenho, a elaboração automática de quantitativos de materiais, a atualização automática de plantas e cortes a partir da mudança do modelo e de cronograma e as consequentes reduções de conflitos, retrabalhos, prazos, riscos e despesas (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Sendo assim, nas últimas décadas se desencadeou um crescente interesse do ramo AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) no uso de modelagem BIM, devido aos benefícios e economia de recursos durante o projeto, planejamento e construção de edificações. Por outro lado, os desafios remetem à mudança de método de trabalho, resistência aos sistemas dos novos softwares, e o tempo necessário para adaptação ao novo processo. (VOLK et al., 2013).

Assim percebe-se grande resistência a implantações de tecnologias em BIM nos escritórios AEC. As causas são diversas, entre elas, o longo processo de aprendizagem, a falta de tempo e recursos financeiros dos escritórios de projeto, a deficiência da utilização dos softwares por parte dos profissionais atuantes da área e

a falta de domínio dos projetistas em relação a aplicação dos elementos em obra, pois um fator de relutância é a cultura enraizada da utilização do CAD nos escritórios, onde a responsabilidade é atribuída a obra. Entretanto é necessário a reorganização das empresas através de mudanças nos processos, da implementação de uma nova forma de execução dos projetos e de um novo modo de trabalhar, visto agora de forma totalmente integrada. Além disso, o uso dessas novas tecnologias requer novas qualificações do profissional, aquisição de novas ferramentas, e uma nova forma de lidar com os agentes responsáveis por cada etapa de todo o processo. (JUSTI, 2008)

2.2.1 Software REVIT

A empresa PTC (Parametric Technology Corporation), foi a desenvolvedora do software Revit, que tinha como objetivo a criação de um modelo 3D a partir de um projeto arquitetônico em 2D, proporcionando informações do modelo e da construção. A Autodesk comprou a empresa Massachusetts-based Revit Technologies Corporation no ano de 2002, e investiu em melhorias do software (VOLPATO, 2015).

Segundo Autodesk (2017), uma das ferramentas BIM mais renomadas, o Revit tem sua interface composta pelos setores Architecture, Structure e System for mechanical, electrical and plumbing (MEP), compartilhando assim modelos sincronizados. O conjunto possui atributos que possibilitam a modelagem de componentes construtivos, análise e simulação de sistemas e estruturas, bem como a colaboração de projetos interdisciplinares. Deste modo, é possível reduzir interferências e retrabalho. A ferramenta possibilita ainda, uma melhor comunicação através de visualizações mais eficazes para seus proprietários e demais membros da equipe envolvida (AUTODESK, 2017).

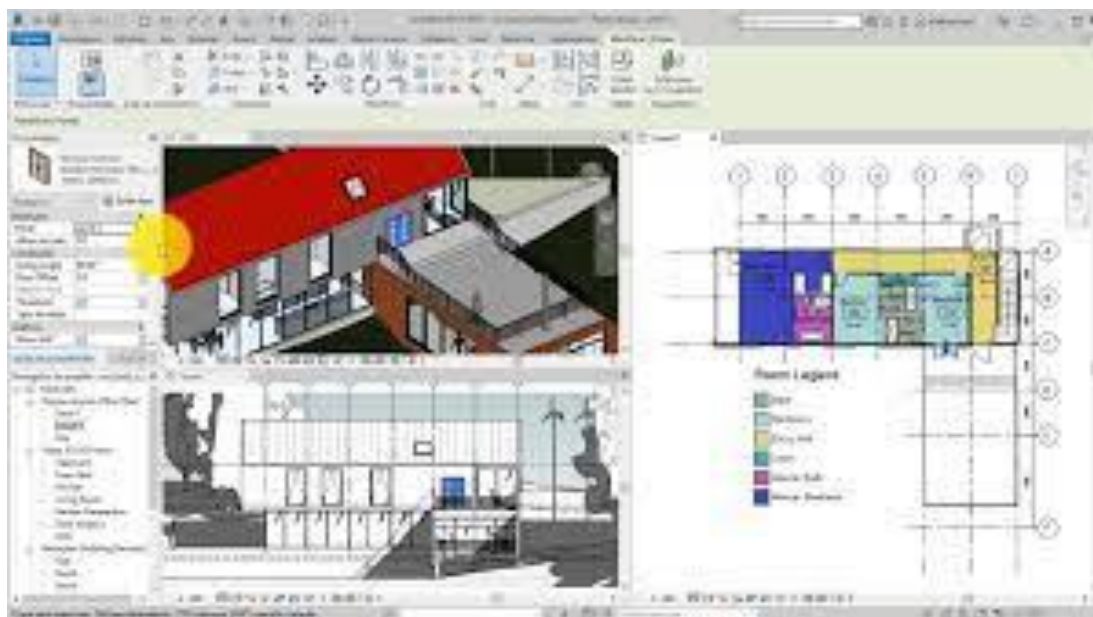


Figura 4: Interface software REVIT. Fonte: Autodesk

O Revit é considerado o software com maior importância no mercado da tecnologia BIM, segundo pesquisas do Instituto Bramante (2016). Neste os desenhos não são mais apenas vistas 2D e um edifício 3D, mas sim um edifício 3D virtualmente. (Netto, 2015, p.19).

Ainda, segundo Netto, o Revit possui vantagens como:

- Examinar o edifício de qualquer ponto.
- Testar, e analisar o edifício.
- Verificar interferências entre as várias disciplinas atuantes na construção.
- Quantificar os elementos necessários à construção.
- Simular a construção e analisar os custos de cada uma das fases.
- Gerar uma documentação vinculada ao modelo, que seja fiel a ele.

Comparada a plataforma CAD, a tecnologia BIM se difere pelo fato de não apenas documentar, mas também de conceber informações da modelagem (quantitativo de materiais, tipos de materiais e etc.). Visto que, permite se usufruir dos elementos paramétricos, contribuindo assim para o aumento da produtividade e racionalização do processo, além de possuir uma vasta base de dados (CRESPO,2007). Ainda, vale salientar que, os softwares que apresentam apenas modelos 3D não são softwares em plataforma BIM, uma vez que permitem apenas visualização gráfico do modelo (EASTMAN,2014).

Portanto, o método geralmente apresenta benefícios significativos, em relação a agilidade de prazo para entrega de edifícios com maior qualidade e melhor desempenho. A ferramenta BIM, uma vez operada em sincronia com as partes relacionadas do projeto (proprietário, arquiteto, engenheiro e construtor), reduz erros e omissões de projeto e modificações em obra, acarretando em um processo de entrega mais eficiente e confiável, que normalmente reduz o prazo e propicia um empreendimento menos oneroso (EASTMAN,2014).

2.2.2 Software QiBuilder

Dentre os softwares BIM, o QiBuilder, desenvolvido pela AltoQi, é um software brasileiro, bastante utilizado no mercado para elaboração de projetos complementares, pois permite o desenvolvimento de diversos projetos dentro de um mesmo modelo, além de realizar também o dimensionamento conforme as normas brasileiras e todos os componentes lançados possuem atributos, não sendo apenas desenhos. Tal software possibilita a verificação de interferência entre as disciplinas de projeto, facilitando a compatibilização.

A figura 5, evidencia a interoperabilidade dos projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico, com o auxílio da ferramenta BIM integrados no mesmo modelo através do software QiBuilder.

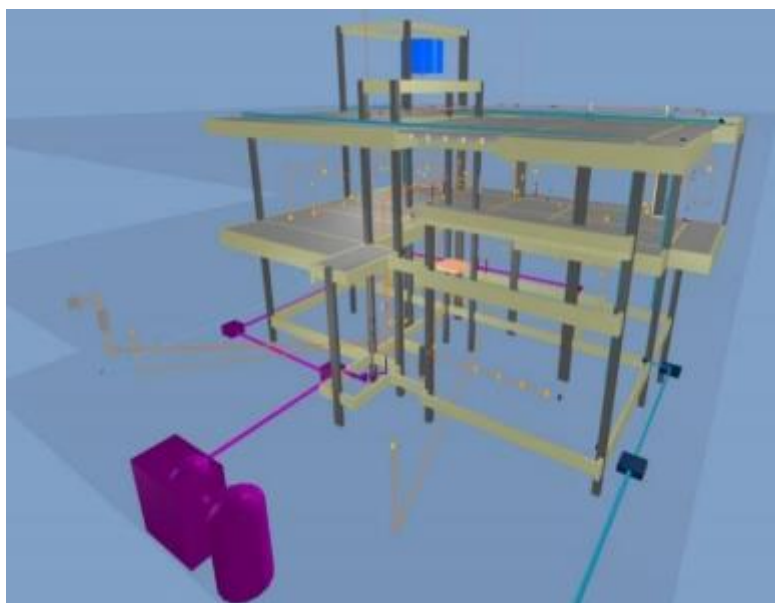


Figura 5: Projeto estrutural, elétrico e hidrossanitário no software QiBuilder. Fonte: AltoQi 2018.

2.3 PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS

Segundo a norma NBR 15575-6:2021(ABNT), o sistema de instalações hidrossanitário é o sistema hidráulico predial destinado a suprir os usuários com água potável e de reuso, a coletar e destinar os esgotos sanitários, bem como coletar e dar destino as águas pluviais. Sendo os sistemas compreendidos em seu escopo os seguintes: água fria, água quente, esgotos sanitários e ventilação, e escoamento de águas pluviais.

Esse sistema desempenha, dentro dos sistemas prediais, a função de condução de gases, líquidos e sólidos (Figura 6).

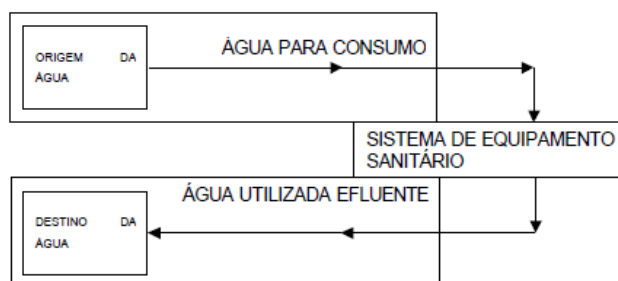


Figura 6: Função do sistema hidrossanitário predial. Fonte: Arantes, 2003.

Além disso, também se destinam a captar, transportar e dispor adequadamente as águas pluviais incidentes, com ou sem o seu aproveitamento para usos não potáveis no seu edifício.

Ainda, Arantes (2003) define o projeto do sistema hidrossanitário como “um conjunto de elementos de representação gráfica, resultante de dimensionamentos específicos, dos componentes que definem as características das instalações Hidráulicas e Sanitárias de uma edificação”, onde a elaboração do mesmo se dá por etapas (Figura 7).

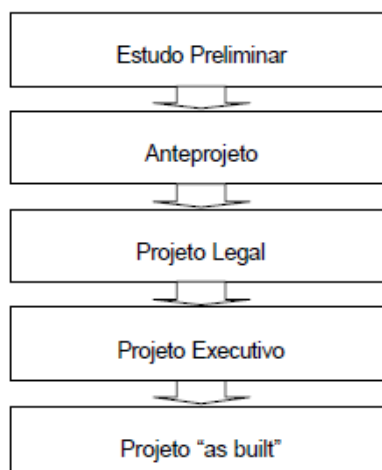


Figura 7: Etapas de elaboração do projeto hidrossanitário. Fonte: Arantes (2003).

Na etapa de estudo preliminar têm-se o levantamento de dados e análise de viabilidade técnica; no anteprojeto têm-se o lançamento preliminar das tubulações sem dimensionamento; no projeto legal têm-se o desenho segundo os moldes exigidos pelos órgãos aprovados e memoriais de especificação e cálculo; no projeto executivo têm-se o desenho gráfico detalhado de todo o sistema, assim como memoriais de cálculo e quantitativos; e no projeto “as built” faz-se o levantamento das alterações ocorridas no projeto durante a execução da obra (ARANTES, 2003).

Portanto, os projetos de instalações prediais precisam ser integrados aos projetos estruturais e demais disciplinas, onde as interferências devem ser analisadas e reduzidas ao mínimo. O nível de detalhamento deve garantir o entendimento do projeto e a correta execução em obra, evitando improvisações. Porém, segundo o autor, na prática, verifica-se um certo desprezo para com os projetos de instalações prediais e, mais tarde, após a implantação da obra, vários problemas surgem relacionados com a hidráulica, o que poderia ser eliminado caso recebesse a devida importância (BORGES, 1992).

2.3.1 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

A instalação predial de água fria (temperatura ambiente) constitui-se por um conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento. Deste modo é fundamental que, o sistema de água fria se mantenha

fisicamente separado de quaisquer outras instalações que conduzam água, como por exemplo as instalações de água para reuso ou de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. E os componentes da instalação não podem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados (JÚNIOR,2013).

A NBR 5626/2020, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a norma que fixa as exigências e recomendações relativas a projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria. De acordo com a norma, as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:

- 1- Preservar a potabilidade da água;
- 2- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- 3- Promover economia de água e energia;
- 4- Possibilitar manutenção fácil e econômica;
- 5- Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- 6- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências do usuário.

2.3.1.1 Dimensionamento Rede de Água fria

De acordo com NBR 5626 (1998), a rotina para dimensionamento do sistema predial de água fria é dada pelos passos a seguir:

1. Preparar o esquema isométrico da rede e numerar sequencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete;
2. Introduzir a identificação de cada trecho da rede;
3. Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho;
4. Calcular para cada trecho a vazão estimada em l/s;
5. Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser

superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária de cada trecho;

6. Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário;

7. Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água (10kN/m³);

8. Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado;

9. Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real e os comprimentos equivalentes das conexões;

10. Determinar a perda de carga de cada trecho;

11. Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos;

12. Obter a perda de carga total de cada trecho;

13. Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total da pressão disponível;

14. Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão for negativa, repetir os passos 5º ao 13º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho.

Sendo que no cálculo da velocidade (5º passo), deve-se usar a Equação 1.

$$v = \frac{4 \cdot Q \cdot 10^3}{\pi \cdot d^2} \quad (1)$$

Onde:

v é a velocidade em m/s,

Q é a vazão estimada em l/s,

d é o diâmetro interno da tubulação em mm.

Para a sequência dos passos de dimensionamento, é necessário utilizar as tabelas auxiliares, que estão no ANEXO J.

2.3.2 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO

Segundo a NBR 8160/1999, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), norma que fixa e estabelece as exigências e recomendações relativas ao

projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário, para atenderem às exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários, o sistema de esgoto sanitário tem por funções básicas coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado.

E de acordo com a mesma, o sistema deve ser projetado de modo a:

- 1- Evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- 2- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- 3- Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- 4- Impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- 5- Permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis;
- 6- Impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- 7- Permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

2.3.2.1 Dimensionamento da Rede de Esgoto

Segundo a NBR 8160 (1999), as tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário podem ser dimensionadas pelo método hidráulico, ou pelo método das unidades de Hunter de contribuição (UHC), apresentados nas tabelas auxiliares fornecidos na norma (Anexo K). Ainda, segundo a NBR, para a obtenção da qualidade do sistema predial de esgoto sanitário devem ser definidas as responsabilidades dos intervenientes no processo e estabelecidos os procedimentos básicos para a garantia da qualidade.

A qualidade do sistema deve ser garantida em todas as fases da concepção: projeto, material, execução, uso, operação e manutenção.

2.3.3 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS

As instalações de drenagens de águas pluviais são normatizadas pela NBR 10844/1989 Instalações prediais de águas pluviais, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

Segundo a norma, as instalações de drenagem devem ser projetadas de modo a obedecer às exigências abaixo:

- 1- Recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- 2- Ser estanques;
- 3- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- 4- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas;
- 5- Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes choques;
- 6- Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- 7- Nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- 8- Não provocar ruídos excessivos;
- 9- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- 10- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

3 METODOLOGIA

A fim de atingir os objetivos propostos, o presente estudo de caso busca comparar a tecnologia BIM com o sistema tradicional CAD, através da execução de um projeto hidrossanitário residencial elaborado através do procedimento tradicional bidimensional (CAD), utilizando o software Autocad, e de dois diferentes softwares Revit e QiBuilder, que utilizam a metodologia BIM.

Dessa maneira para ilustrar melhor o procedimento de estudo a Figura 8, mostra o fluxograma resumido da estrutura geral de estudo.

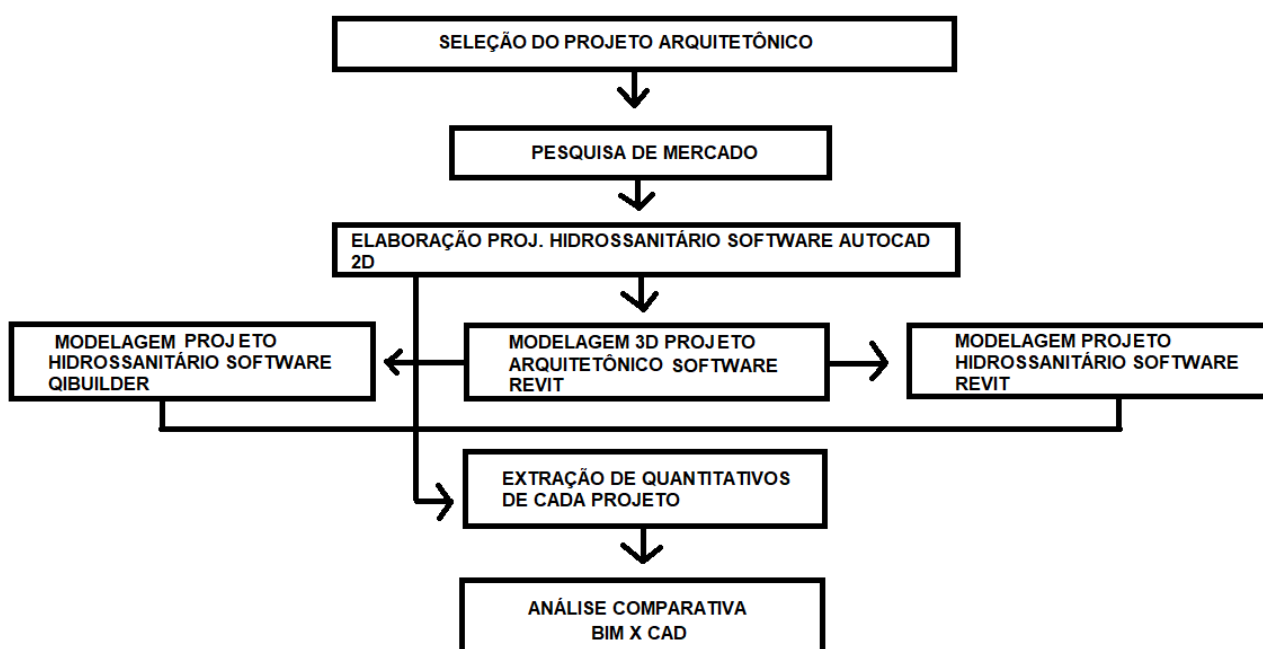


Figura 8 – Fluxograma Metodologia. Fonte: Autor

3.1 SELEÇÃO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para a elaboração do projeto Hidrossanitário, foi consultado o Escritório de Arquitetura HG Kayamori, localizado em Pontal do Paraná-PR, para verificar a disponibilidade de um projeto arquitetônico que pudesse ser utilizado como estudo de caso mais realístico para a pesquisa, com os seguintes critérios de seleção:

- Disponibilidade do arquivo em extensão dwg (formato de arquivo editável compatível com o software AutoCAD 2018 2D);

- Projeto Arquitetônico de uma habitação unifamiliar com três pavimentos, contendo no mínimo 6 áreas molhadas, para obter uma maior variedade de detalhamentos hidráulicos;

O escritório cedeu gentilmente o projeto arquitetônico para a realização da proposta deste trabalho, dessa forma a Figura 9 mostra as plantas arquitetônicas cedidas em extensão DWG. A edificação possui 03 níveis denominadas de térreo, 1º e 2º pavimento totalizando 630m² de área construída. Então, com a disponibilização do arquivo do projeto arquitetônico foi ainda solicitado informações necessárias para a elaboração do projeto hidrossanitário, tais como: existência de rede de coleta de esgoto sanitário pela concessionária local, existência de rede de águas pluviais, posição da entrada de água potável e, preferências do cliente sobre a distribuição dos pontos hidráulicos.

Assim, de maneira a ampliar as plantas arquitetônicas cedidas e melhorar a visibilidade dos ambientes as Figuras 10 ao 13 ilustram as plantas baixas disponibilizadas pelo escritório de arquitetura de cada pavimento. Além disso, a Tabela 1 mostra as metragens das áreas de cada ambiente, destacando as informações relevantes para a elaboração do projeto hidrossanitário.

No apêndice A, é apresentado a prancha do projeto arquitetônico completo.

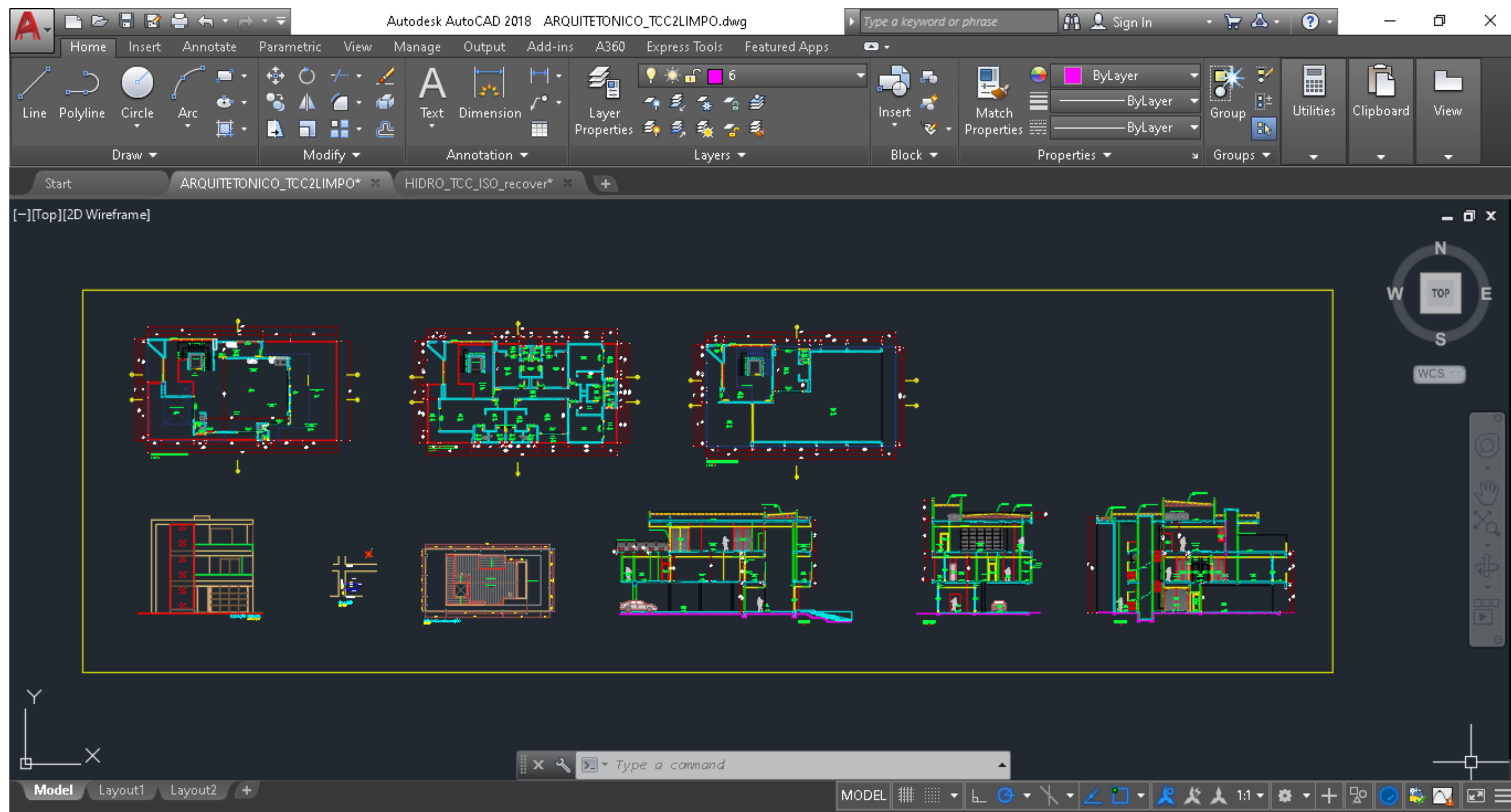


Figura 9: Arquivo .dwg do projeto arquitetônico disponibilizado. Fonte: Autor

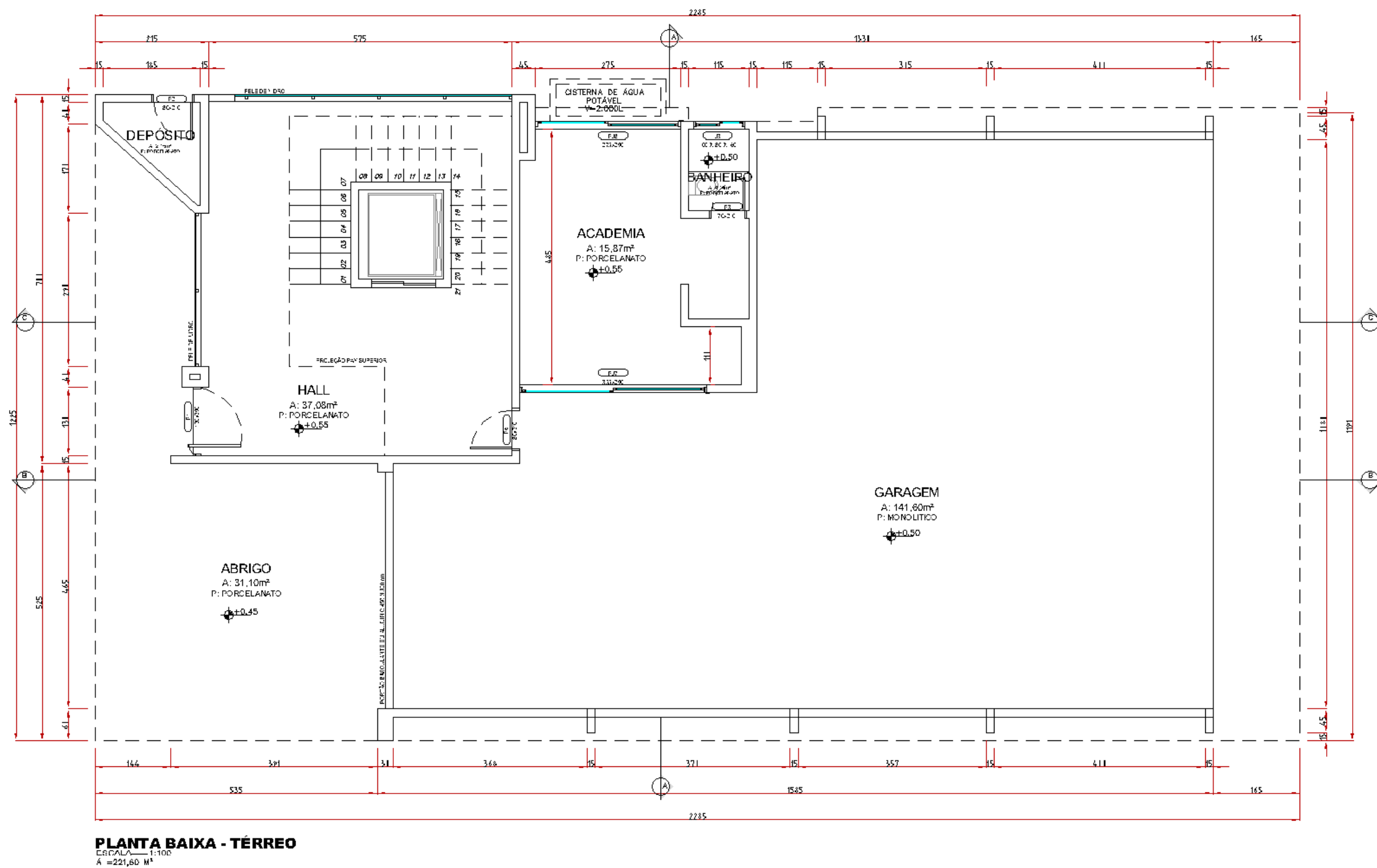


Figura 10: Planta Baixa pavimento Térreo. Fonte: Autor

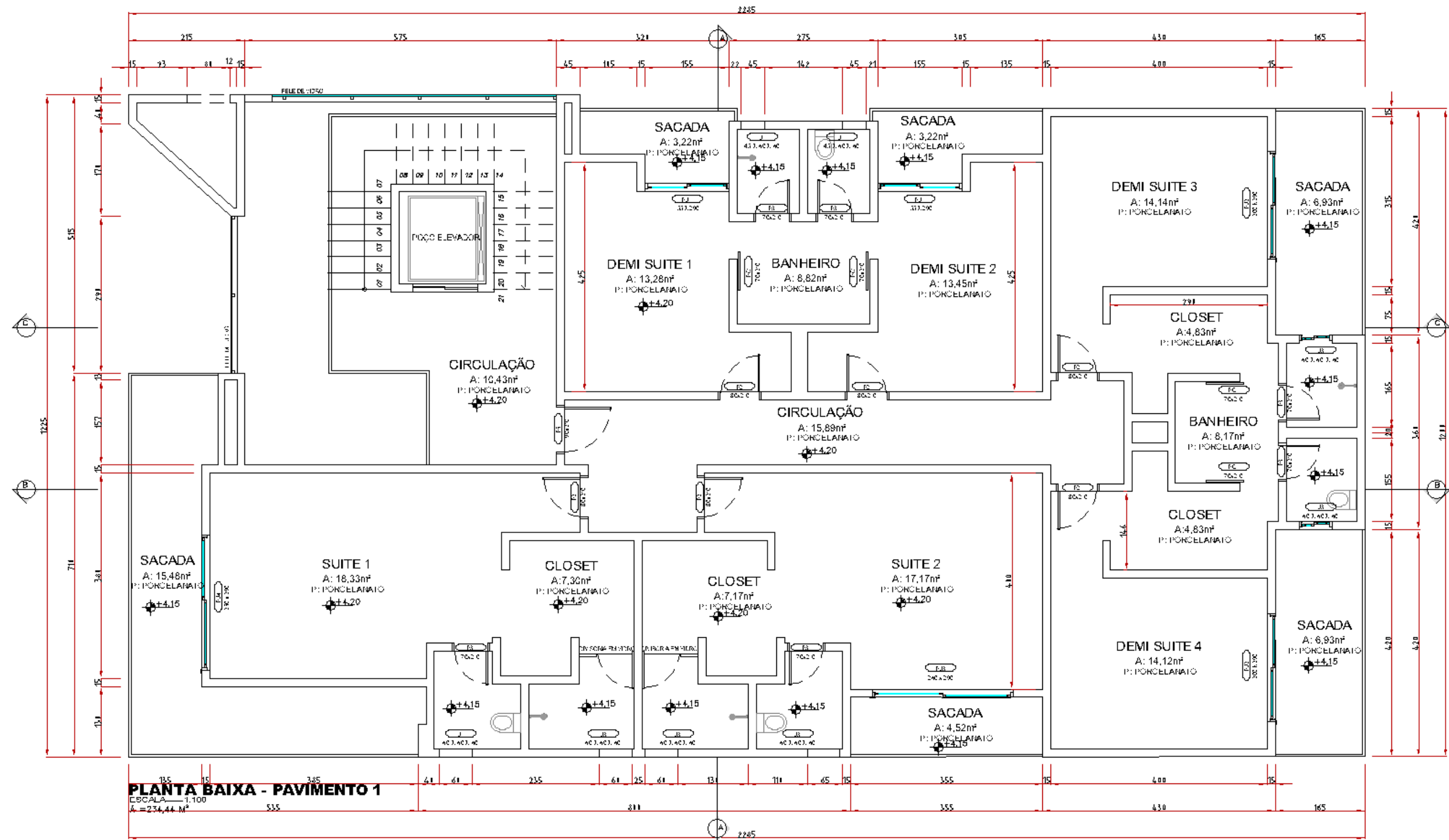


Figura 11: Planta Baixa 1º Pavimento. Fonte: Autor

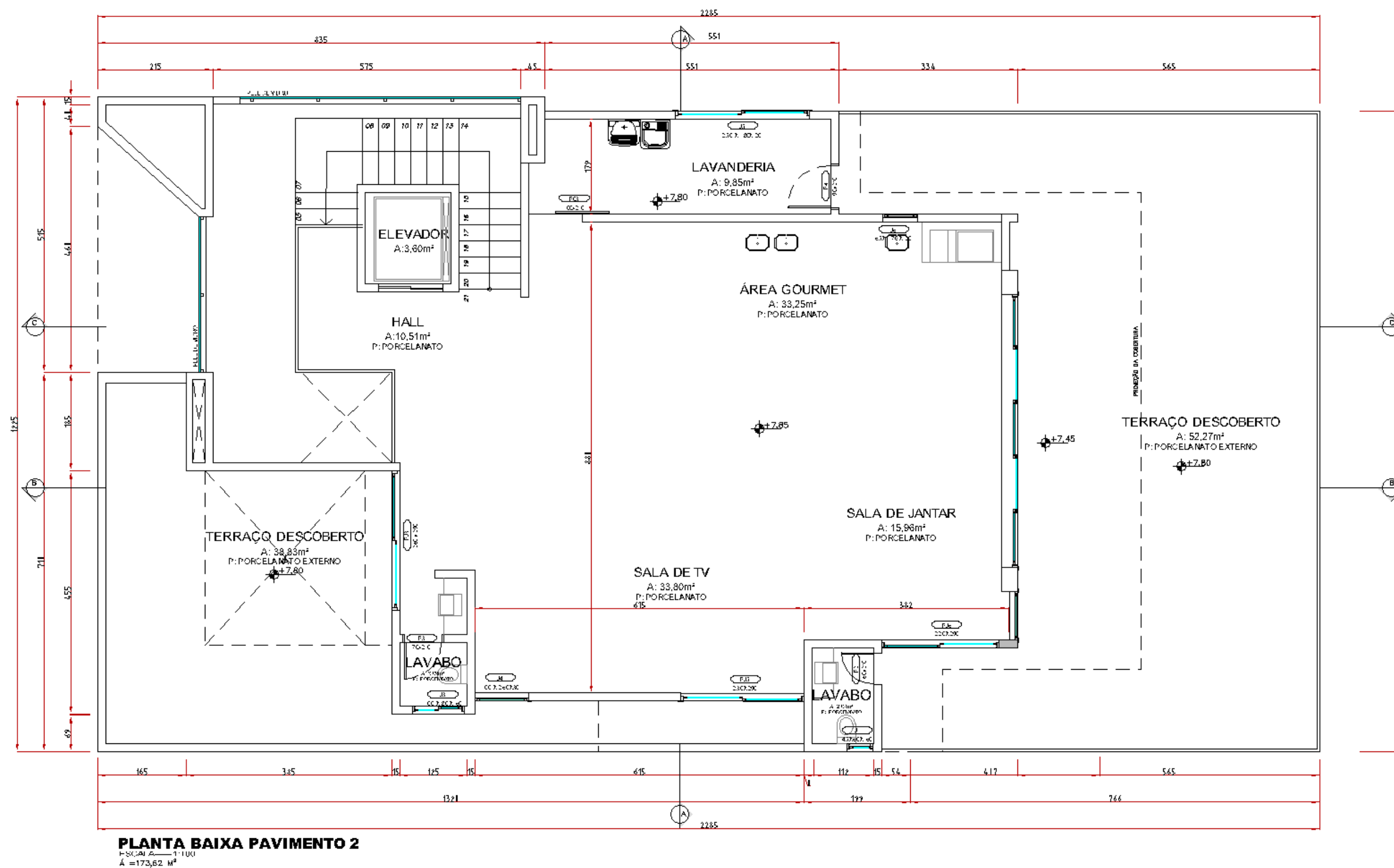


Figura 12: Planta Baixa 2º Pavimento. Fonte: Autor

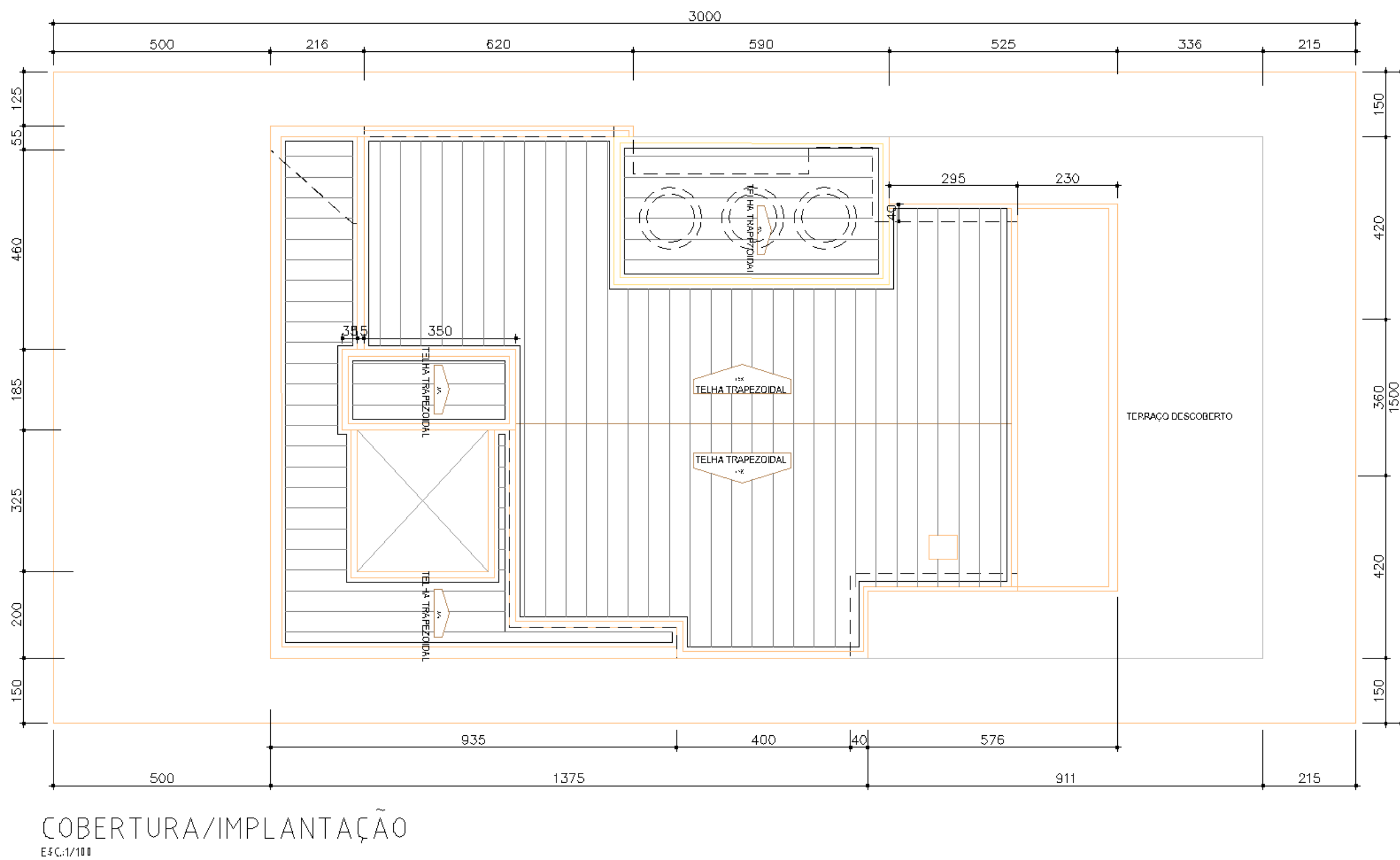


Figura 13: Planta Baixa Cobertura. Fonte: Autor

INFORMAÇÕES PROJETO ARQUITETÔNICO		
Local: R:Guatemala, Baln. Atami - Pontal do Paraná		
Lote: (15x30m)		Área total: 450m ²
Possui: Rede Esgoto (x) / Rede Coleta Pluvial ()		
Pavimento	Ambiente	Área (m ²)
Térreo	Abrigo	31,10
	Hall	37,08
	Academia	15,87
	WC	4,14
	Garagem	141,60
	Depósito	2,15
	TOTAL:	221,60
1° Pavimento	Circulação	26,32
	Demi Suite1	13,28
	Sacada Demi1	3,22
	WC Demi 1/2	8,82
	Demi Suite2	13,45
	Sacada Demi2	3,22
	Demi Suite3	14,14
	Sacada Demi3	6,93
	Closet Demi 3	4,83
	Demi Suite4	14,12
	Sacada Demi4	6,93
	Closet Demi 4	4,83
	WC Demi 3/4	8,17
	Suite 2	17,17
	Closet Suite 2	7,17
	WC Suite 2	5,65
	Sacada Suite 2	4,52
	Suite 1	18,83
	Closet Suite 1	7,30
	WC Suite 1	5,65
	Sacada Suite 1	15,48
	TOTAL:	234,44
2° Pavimento	Hall	10,51
	Área Gourmet	33,25
	Sala Jantar	15,96
	Sala TV	33,80
	Lavabo Interno	3,09
	Lavanderia	9,85
	Lavabo Externo	2,07
	Terraço Frente	38,83
	Terraço Fundos	69,00
	TOTAL:	173,62
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m²):		629,66

Tabela 1: Informações projeto Arquitetônico. Fonte: Autor

3.2 PESQUISA DE MERCADO

Definido o projeto arquitetônico, foi elaborado um formulário com perguntas sobre o uso de softwares comerciais que são utilizados na elaboração de projetos hidrossanitários, e encaminhado para vários escritórios de engenharia localizados no Paraná, que trabalham com projetos hidrossanitários para obter um feedback do mercado.

Dessa forma, com o retorno do formulário enviado pelos escritórios de engenharias a Figura 14 mostra a usabilidade entre os 03 softwares utilizados pelas empresas.

Observa-se no esquema abaixo os resultados do questionamento sobre software escolhido pelo escritório para a elaboração de projetos hidrossanitários.

Qual/Quais softwares utilizam para modelagem dos projetos hidrossanitários?

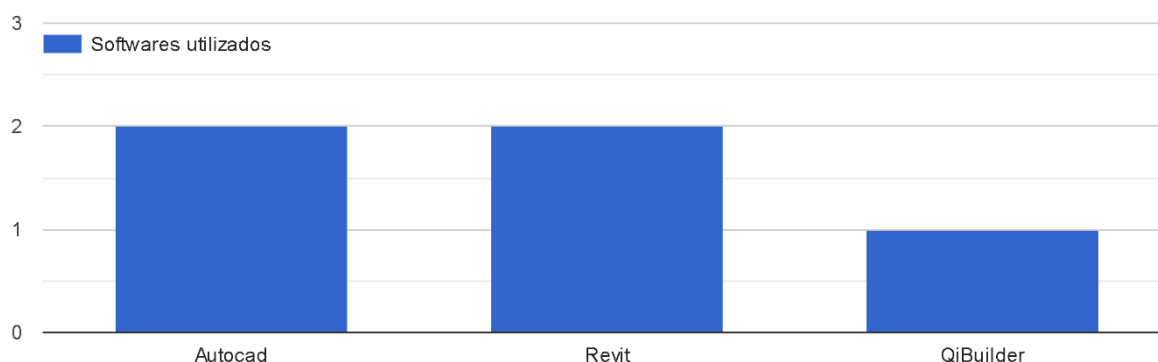


Figura 14: Pesquisa softwares utilizados para modelagem projetos hidrossanitários. Fonte: Autor

Como demonstrado no gráfico percebe-se que os softwares com mais usuários, dentre os questionados, são o Autocad e o Revit, seguido pelo QiBuilder.

Além disso, questionou-se a opinião dos usuários em relação a cada um dos softwares, AutoCAD, Revit e QiBuilder. Então a seguir, transcreve-se os comentários sobre o uso de cada software:

- uso do software AutoCAD: usuário (1) é uma ferramenta revolucionária, porém que está se tornando limitada para o padrão emergente do mercado de projetos na construção civil que utiliza a plataforma BIM.

Usuário (2) é um processo demorado, pouco intuitivo, zero automatização e com gasto desnecessário de tempo.

- uso do software Revit: usuário (1) o software possui excelente nível de detalhamento, possui possibilidade de automatizar alguns processos, porém a curva de aprendizagem é grande, visto que para automatizar alguns processos é necessário saber programar dentro do próprio software, e usuário (2) é uma ferramenta excelente, que marca uma nova era no mercado de projetos de engenharia, símbolo da era BIM.
- Uso do software QiBuilder: usuário (1) disse que o software é o que possui melhor custo benefício, interface simples, fácil utilização e que não vê concorrência de mercado com este, mesmo sendo possível utilizar softwares como AutoCad e Revit, o Qibuilder é muito mais automatizado, economizando tempo de trabalho. Usuário (2) que utiliza também o software Revit para a elaboração de projetos, respondeu que o QiBuilder é uma boa ferramenta, tem talvez mais recursos que o Revit, mas se torna limitado pela questão da interoperabilidade, e deixou uma observação de que possui pouca experiência com QiBuilder, então pode estar equivocado.

O retorno da pesquisa pelas empresas de engenharia não obteve muitas respostas, mesmo assim levou-se em consideração todas as respostas obtidas.

3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE AUTOCAD.

Para a modelagem do projeto Hidrossanitário no software AutoCAD (versão 2018), pertencente a empresa Autodesk, foi utilizado blocos de arquivos das peças e conexões Hidrossanitárias, disponíveis na internet, junto a empresa Tigre Brasil Tubos e Conexões, de forma a agilizar e otimizar os detalhamentos das tubulações.

Ademais, em todas as etapas do projeto hidrossanitário foram seguidas as recomendações descritas na NBR 5626/2020, para sistemas prediais de água fria e quente, NBR 8160/1999 referente as instalações prediais de esgoto sanitário e NBR 10844/1989 referente a Instalações prediais de águas pluviais. Dessa maneira, todo o dimensionamento dos projetos foi realizado de forma manual, com o uso das tabelas auxiliares e planilha de cálculos eletrônica, feitas na plataforma Excel do Office.

3.3.1 Alimentação e Distribuição de Água Fria

O consumo de água potável estimado para esta edificação foi de 3000 Litros/dia, considerando-se um consumo de 250 Litros/dia por morador, conforme (Tabela 9 - Apêndice A) NBR para residências de alto padrão. Para o cálculo do número de moradores, foi considerado 2 pessoas por dormitório, conforme (Tabela 8 - Apêndice A), totalizando 12 moradores.

Foi considerado também 2 (dois) dias de reserva para eventual falta de abastecimento de água na rede pública, totalizando assim a capacidade do reservatório em 6000 litros.

No entanto, por se tratar de uma residência unifamiliar de uso mais intenso no período do verão, situada na região litorânea, onde a frequência de pessoas é maior apenas nesse período do ano, foi considerado uma capacidade total para armazenamento de 5000 litros.

De qualquer forma, a capacidade de reserva considerada ainda é superior à média normativa de 200l/habitante/dia. Foram divididos em dois reservatórios, tendo o inferior a capacidade de 2000 litros e o superior de 3000 litros. A divisão em dois reservatórios tem o objetivo de aliviar a carga sobre a estrutura de concreto armado, e por conta da altura de recalque desde a entrada de água (térreo) até o reservatório superior, que ultrapassa o limite máximo de 10mca, disponibilizados pela concessionária local.

Isto posto, o reservatório inferior de 2000 litros foi planejado para ser executado em concreto armado, situado no pavimento térreo (Figura 15). O recalque de água para os reservatórios superiores é feito por uma moto-bomba de recalque com o diâmetro da tubulação de Ø25mm, vazão de 2,0 m³/h, altura manométrica de 20 m.c.a. e potência do motor de 1/2CV., que irá alimentar os 3 (três) reservatórios de 1000 litros de capacidade cada um, localizados na cobertura (Figura 16).

Diagrama de instalação para o sistema de tratamento de água. O sistema consiste em três tanques de 1.000L de água potável conectados em série. A tubulação principal é de PVC Ø40, com ramais de PVC Ø25 para os pontos AF-3, AF-6A, E.A-1A e AF-2. A tubulação de extravasão é de PVC Ø32, com uma tela fina na extremidade. A instalação é feita em um ambiente com piso de concreto e paredes de alvenaria.

Figura 16: Reservatórios superiores. Fonte: Autor

A Figura 17 mostra o isométrico simplificado do barrilete, realizado no software QiBuilder para melhorar a visualização das saídas dos pontos de água fria dos três reservatórios considerados, até as distribuições nas descidas das colunas que irão alimentar os pontos de utilização.

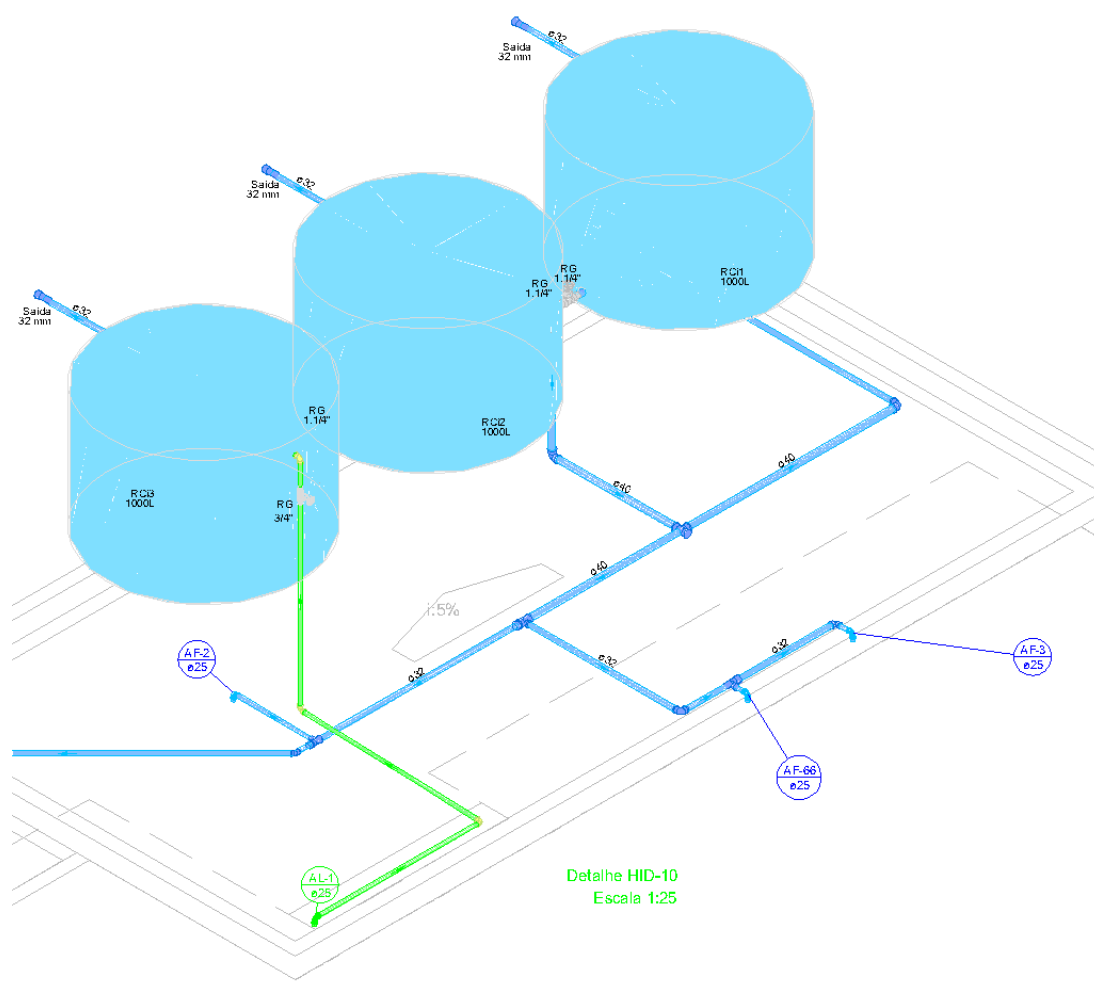


Figura 17: Detalhe isométrico Caixa de água, software QiBuilder. Fonte: Autor

O cavalete para a medição de consumo de água está localizado a esquerda da edificação (de quem da rua olha o imóvel), com hidrômetro de diâmetro de 3/4". Tendo a ligação da rede pública em tubo de PVC Soldável, com diâmetro de Ø25mm, conforme os padrões da concessionária.

Para a distribuição das tubulações de água fria, fez-se inicialmente todo o traçado da tubulação de água, desde o reservatório até os pontos de utilização. Fazendo os desvios necessários para evitar incompatibilidades com a arquitetura e a estrutura. Após, foi realizado o dimensionamento hidráulico para as verificações de

pressões na rede de distribuição interna, seguindo a rotina de dimensionamento e assim obter os diâmetros, com pressão e vazão adequadas a cada ponto de utilização.

A tubulação de distribuição foi projetada em material PVC soldável com diâmetro de Ø25mm que derivam do barrilete, de diâmetro Ø40mm. Conforme planta baixa do barrilete (Figura 18).

Para o cálculo das pressões disponíveis (Tabela 2), foi considerado o roteiro de dimensionamento, prescrito na NBR 5626, bem como nas consultas às tabelas auxiliares para obter os pesos relativos de cada aparelho sanitário e das peças de utilização, e assim, somados para obter o total em cada coluna de água fria.

Assim foi possível calcular a vazão de cada trecho, através da fórmula (2):

$$Q = 0,3 * \sqrt{\sum P} \quad (2)$$

Sendo:

Q= vazão (l/s)

P= Peso relativo dos aparelhos sanitários, (ANEXO J - Tabela 1 NBR5626/2020).

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - BARRILETE/COBERTURA														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	11	0,99	32	40	0,8	OK	0,2116	1,9	8,3	10,2	0,9	2,16	0,7	Pressão não ok
B-C	3	0,52	32	32	0,6	OK	0,1959	9,9	2	11,9	0	2,33	0,5	Pressão não ok
C-AF4	1	0,30	25	25	0,6	OK	0,2420	1,6	1,4	3	0	0,73	0,4	Pressão não ok
C-D	2	0,42	25	32	0,5	OK	0,1374	1,65	4,6	6,25	0	0,86	0,4	Pressão não ok
D-AFA	1,4	0,35	25	25	0,7	OK	0,3248	1,1	0,9	2	0	0,65	0,3	Pressão não ok
D-AF1	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	4,9	1,5	6,4	0	0,99	0,3	Pressão não ok
B-E	8	0,85	32	40	0,7	OK	0,1601	1,4	2,2	3,6	0	0,58	0,6	Pressão não ok
E-F	3,8	0,58	32	32	0,7	OK	0,2409	1,6	3,5	5,1	0	1,23	0,5	Pressão não ok
F-AF6A	2,1	0,43	25	25	0,9	OK	0,4631	0,15	0	0,15	0	0,07	0,5	Pressão não ok
F-AF3	1,7	0,39	25	25	0,8	OK	0,3850	0,85	2,4	3,25	0	1,25	0,4	Pressão não ok
E-G	4,2	0,61	32	32	0,8	OK	0,2629	1,6	1,5	3,1	0	0,82	0,5	Pressão não ok
G-AF2	2,8	0,50	25	25	1,0	OK	0,5957	0,65	0,9	1,55	0	0,92	0,5	Pressão não ok
G-AF5A	1,4	0,35	25	25	0,7	OK	0,3248	5,10	1,4	6,5	0	2,11	0,3	Pressão não ok
OBS: Pressões não atendem 1m.c.a., pois os pontos estão no barrilete (cobertura), onde ainda não possui os desníveis até chegar aos pontos de utilização														

OBS: Pressões não atendem 1m.c.a., pois os pontos estão no barrilete (cobertura), onde ainda não possui os desníveis até chegar aos pontos de utilização

Tabela 2: Verificação de pressão no Barrilete. Fonte: Autor

Observa-se na Tabela 2 de que a pressão nos pontos do barrilete não atingiram a pressão mínima de 1m.c.a, porém, estes são trechos intermediários da rede que estão localizados na cobertura, onde não tem ponto de utilização. Portanto não ocasionarão problemas de vazão e pressão inferior ao mínimo necessário, assim estes pontos de pressão disponíveis serão somados posteriormente para o cálculo de pressão em cada coluna de água fria.

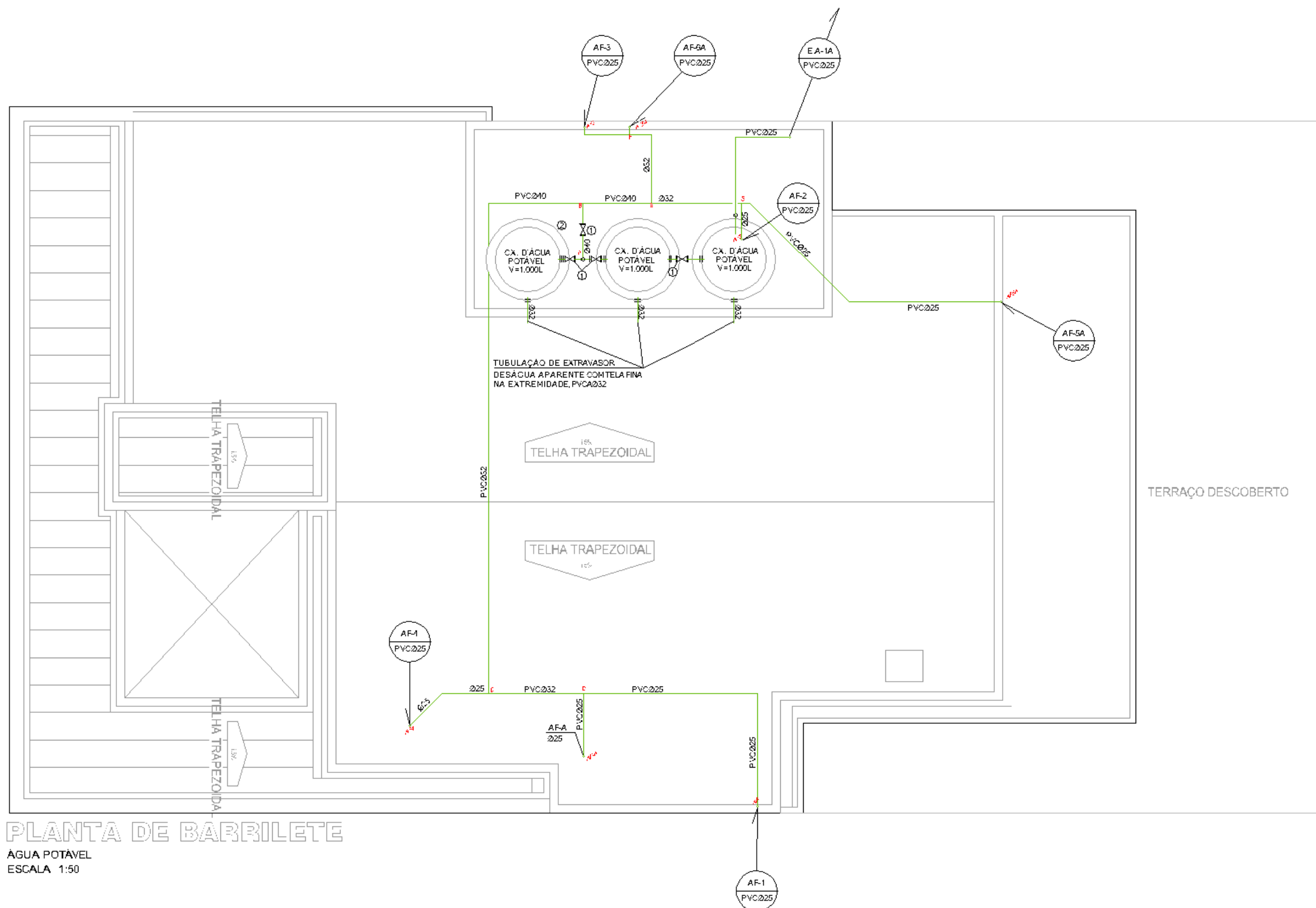


Figura 18: Planta de Barrilete Água fria. Fonte: Autor.

3.3.2 Projeto Sanitário, Software AutoCAD

O sistema de esgoto sanitário da edificação foi projetado com tubulação de PVC, e dimensionado pelo método das Unidades Hunter de Contribuição, através de planilhas de cálculos em conformidade com a norma da ABNT, NBR 8160, e as leis municipais. O sistema promove o esgotamento de águas servidas originária de vasos sanitários, pias de cozinha, águas servidas de lavatórios, chuveiros, tanques, máquinas de lavar roupa e máquinas de lavar louça. As caixas sifonadas que recebem as águas servidas de equipamentos como lavatórios, tanques e ralos utilizados para os chuveiros, recebem essas águas e destinam para os ramais principais.

Os rejeitos com presença de substâncias gordurosas são conduzidos por tubos de queda exclusivos até a caixa de gordura em PVC, localizada no pavimento térreo com capacidade de 19 litros. O esgoto cloacal (oriundo dos vasos sanitários) é levado até o térreo por tubos de queda, que passam por caixas de inspeção de concreto (50x50cm) com tampa e então, é conduzido para o coletor de esgoto público por uma tubulação de Ø100mm enterrado sob o piso do térreo e com os caimentos indicados por norma

O sistema de coleta de águas pluviais, conta com dispositivos de captação, como calhas, ralos sifonados e ralos lineares, que captam as águas e através de condutores pluviais em PVC, destinam as águas até caixas de passagem de águas pluviais (Figura 19), localizadas no pavimento térreo, estas, são interligadas e através de uma tubulação de Ø150mm enterrado sob o piso do térreo despejam a água na rede pública. Todas as tubulações e condutores, foram dimensionados através de planilhas eletrônicas de cálculo, de acordo com a norma da ABNT, NBR 10844 e auxílio das tabelas presentes no Anexo K.

Assim como no projeto hidráulico, inicialmente foi posicionado as colunas (água pluvial, esgoto e ventilação) onde ficarão posicionados os tubos de queda nos pavimentos superiores, e no térreo posicionadas as caixas de passagem (esgoto e pluvial).

Posicionadas as colunas e caixas de passagem, foi então realizado o traçado das tubulações, ligando os aparelhos sanitários do ramal principal (vasos sanitários) até seus pontos de saída (tubos de queda e caixas de passagem), para a rede de esgoto. E para o sistema pluvial, interligado os pontos de captação (calhas e ralos),

com os condutores verticais e estes, conectados as caixas de passagem, interligadas, separadas entre esgoto e águas pluviais, até a saída na rede pública.

Após realizado o traçado principal, foi executado os traçados internos, interligando os pontos de utilização/captação até os ralos sifonados, e estes interligados com a rede principal.

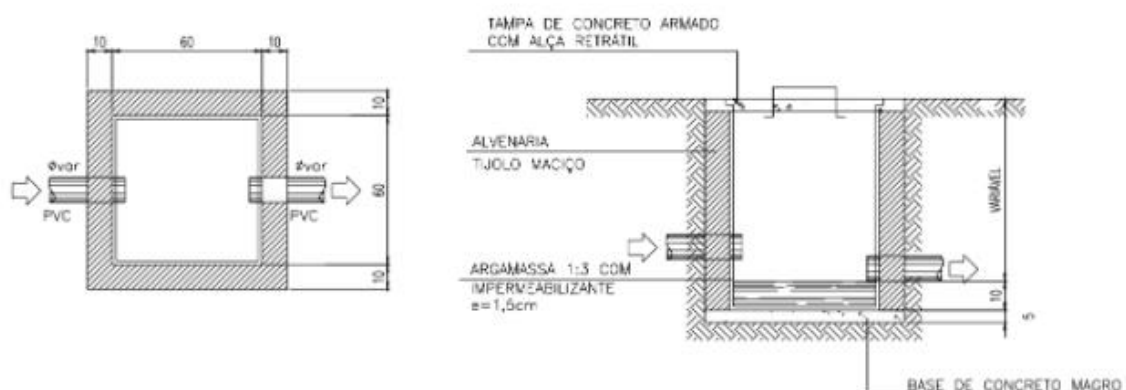


Figura 19: Detalhe genérico caixas de passagem. Fonte: Canteiro de Engenharia (2021)

3.4 PROJETO ARQUITETÔNICO E HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE REVIT.

Finalizado o projeto Hidrossanitário no software AutoCAD, iniciou-se a modelagem do projeto hidrossanitário no software Revit, versão educacional 2022, disponível no site da empresa Autodesk. Foi escolhido a modelagem neste software por conta da possibilidade da modelagem arquitetônica e hidrossanitária dentro do mesmo software BIM, e o grande avanço na utilização do Revit junto a evolução do BIM no Brasil. Além disso, este software da Autodesk é totalmente compatível com o AutoCAD (software no qual foi desenvolvido os projetos anteriores), além de ser um programa bastante utilizado em empresas de construção civil.

A escolha da ferramenta não se baseou em experiência e conhecimento no software, já que o autor não possuía experiência prévia em nenhum dos softwares BIM utilizados no presente estudo. Portanto, o tempo de execução de modelagem não foi objeto de análise, assim, não foi possível comparar o tempo para elaboração dos projetos em relação ao procedimento tradicional.

3.4.1 Projeto arquitetônico, Software Revit

Para melhor compatibilização e modelagem do projeto, antes de iniciar o projeto hidrossanitário, foi realizado a modelagem do projeto arquitetônico no software Revit, para obter uma visualização tridimensional (3D) da edificação. Para isso, foi utilizado um template arquitetônico (conjunto de famílias parametrizadas, que possuem informações pré configuradas de materiais/objetos), disponível no site da empresa Autodesk, para a modelagem arquitetônica.

Então, as plantas baixas de cada pavimento do projeto arquitetônico em extensão .dwg (2D) foram simplificadas, ou seja, para exportar apenas as informações referentes as paredes e esquadrias. Na sequência foram exportadas as plantas baixas, para referência arquitetônica.

O processo de modelagem das paredes de cada pavimento, com a construção sobreposta na planta 2D importada do software Autocad é apresentado nas figuras 20, 21 e 22. Foi utilizado a ferramenta “caixa de corte”, na qual é possível realizar cortes nas 3 direções em qualquer região da edificação, facilitando também, a visualização interna dos ambientes.

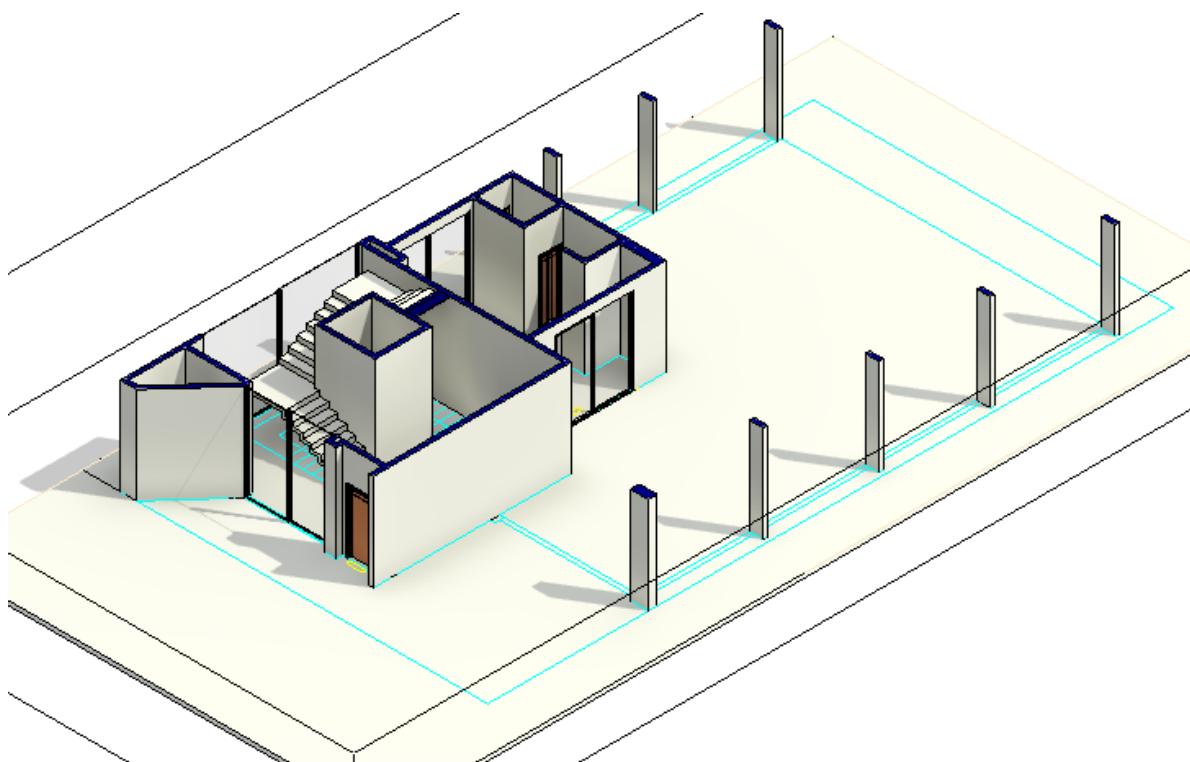


Figura 20: Modelagem Arquitetônica pavimento Térreo, software Revit. Fonte: Autor.

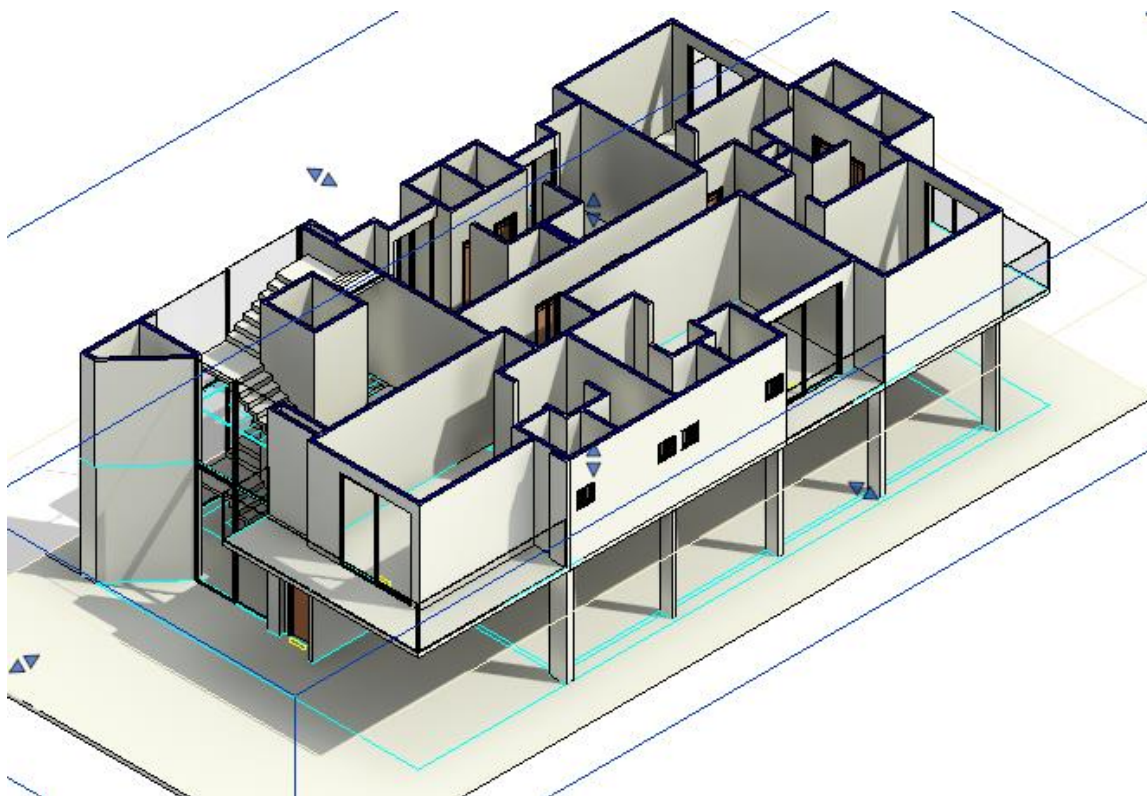


Figura 21: Modelagem Arquitetônica 1ºPavimento, software Revit. Fonte: Autor.

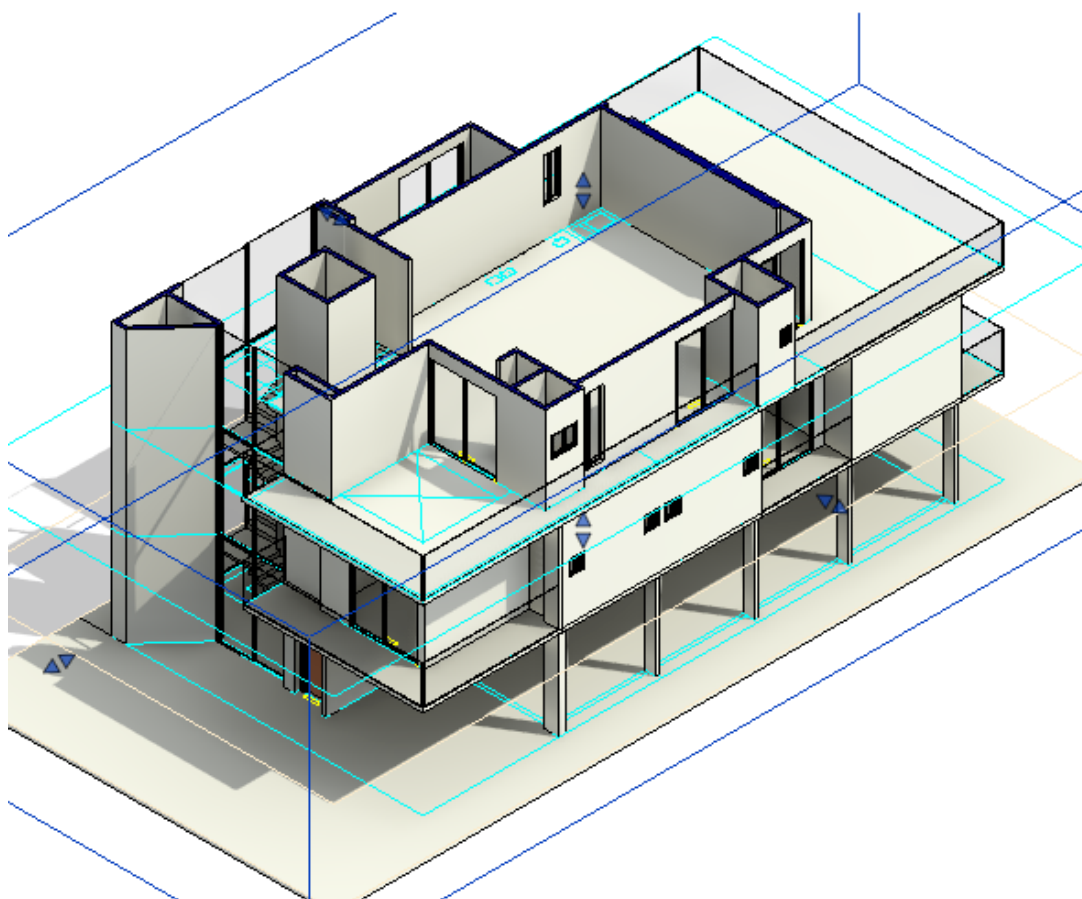


Figura 22: Modelagem Arquitetônica 2ºPavimento, software Revit. Fonte: Autor.

E nas figuras 23 e 24, elucidam as perspectivas da edificação, elaboradas no Revit. Finalizada a modelagem, o arquivo IFC do projeto arquitetônico foi exportado para a modelagem dos projetos hidrossanitários nos softwares BIM.



Figura 23: Perspectiva “1” modelagem arquitetônica, software Revit. Fonte: Autor.



Figura 24: Perspectiva “2” modelagem arquitetônica, software Revit. Fonte: Autor.

3.4.2 Projeto Hidrossanitário, Software Revit

Após modelagem do projeto Arquitetônico, foi utilizado o template hidrossanitário da empresa TIGRE, disponível no site da empresa de forma gratuita, para a modelagem do Projeto Hidrossanitário, seguindo os mesmos traçados e dimensionamentos elaborados no software AutoCAD (item 3.2).

Nesse template, estão disponíveis ferramentas necessárias para a modelagem do projeto, como tubulações, conexões e demais acessórios, além de informações baseadas no catálogo comercial de fornecedores. Com isso, o lançamento torna-se executável, tendo como base as devidas angulações (traçados geométricos) das conexões existentes. Destaca-se que, o template utilizado exerce apenas a modelagem, com base no dimensionamento já realizado. Porém, no mercado já existem plugins comerciais (com programações configuradas para otimização de fluxos de trabalho) que podem ser instalados, de maneira que o dimensionamento é automatizado quando se utiliza o software Revit. No entanto, são poucas as empresas que possuem este plugin devido ao elevado custo.

O lançamento hidrossanitário no Revit é executado de forma livre, não necessita de uma sequência criteriosa para elaboração, ou seja, pode ser modelado a partir de qualquer região. Então, para o caso em estudo, foi elaborado da seguinte maneira, iniciando-se pelo sistema de esgoto, água fria, ventilação e por último o sistema de águas pluviais.

Além disso, durante a modelagem, as interferências encontradas em relação ao projeto executado no Autocad foram anotadas, para posterior análise.

3.5 PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER

Com base no resultado da pesquisa de mercado, foi decidido a elaboração do projeto hidrossanitário utilizando o software QiBuilder, projetado pela AltoQi. Este software também trabalha com a plataforma BIM, com a finalidade de desenvolver projetos de instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias. Ademais, o software acompanha as adequações segundo as normas brasileiras e possui um vasto cadastro de peças e conexões em sua biblioteca. Dessa maneira, é possível fazer o lançamento, bem como o dimensionamento dos componentes hidráulicos que auxiliam a visualização das interferências entre os projetos (hidráulico, elétrico e

elemento estrutural), pois é possível importar referências externas de projetos de outras disciplinas e softwares em formato IFC.

Dessa maneira, para iniciar o projeto hidrossanitário, foi gerado a edificação unifamiliar com a referência externa do projeto arquitetônico, já modelado no software Revit, através da importação do arquivo com extensão IFC. Assim, todas as informações arquitetônicas modeladas anteriormente foram automaticamente transferidas para o QiBuilder, possibilitando a visualização do modelo tridimensional da edificação (Figuras 25 e 26).



Figura 25: Perspectiva “1” modelo arquitetônico importado, software QiBuilder. Fonte: Autor.

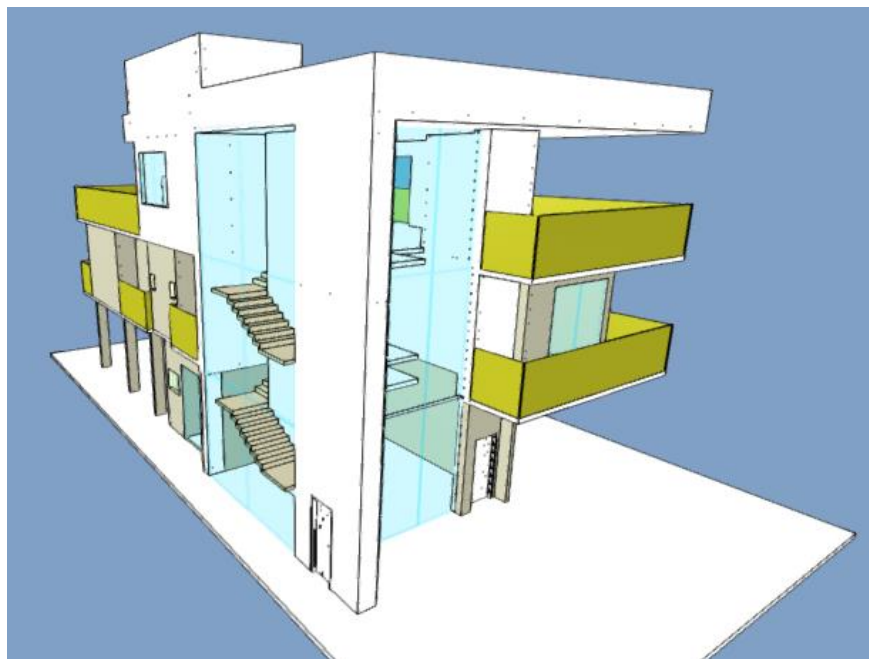


Figura 26: Perspectiva “2” modelo arquitetônico importado, software QiBuilder. Fonte: Autor.

Uma vez elaborado o projeto hidrossanitário no software AutoCAD, foi utilizado a função inserir referência externa, no software QiBuilder, para importar as plantas hidrossanitárias (2D) de cada pavimento da edificação, considerando o mesmo ponto de referência das plantas. Desta forma, foi possível fazer a sobreposição das plantas hidráulicas elaboradas nos dois softwares, possibilitando capturar os pontos da implantação hidráulica via AutoCAD, e assim posicionar as colunas, aparelhos sanitários, caixas de passagem, e demais itens do projeto no QiBuilder, consequentemente otimizando o tempo de montagem, além de possibilitar representar fielmente o projeto já elaborado nos softwares anteriores.

Dessa forma, a Figura 27 mostra a sobreposição de uma parte do projeto com o intuito de mostrar a interpolação realizada com essa junção que foi realizada de maneira correta, pois correspondem exatamente os pontos pré-estabelecidos, não ocorrendo interferências entre os componentes.

Uma vez feita a sobreposição de todas as plantas, foi iniciado o lançamento das colunas e a definição das peças utilizadas em cada equipamento de utilização, tais como vaso sanitário, caixa acoplada, lavatório de uso geral, chuveiro, etc. e então, foram implementadas as tubulações e peças de conexões hidráulicas e sanitárias.

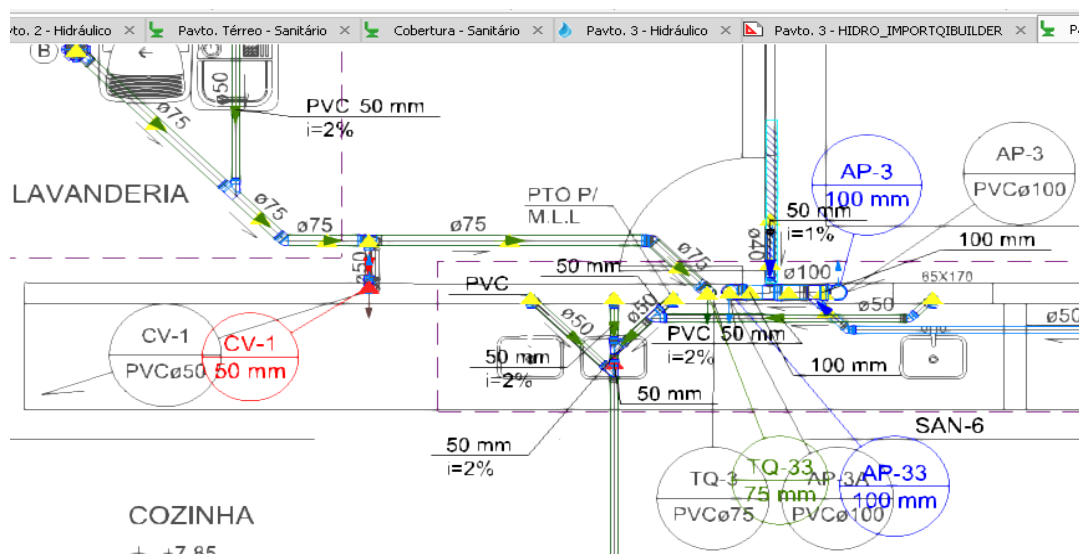


Figura 27: Sobreposição das plantas hidrossanitárias, software QiBuilder. Fonte: Autor.

É interessante descrever que uma vez lançadas as posições das colunas de descargas, dos aparelhos sanitários e das caixas de passagem no software QiBuilder, é disponibilizado o lançamento automático que geram todas as tubulações e conexões envolvendo todas as peças de utilização, ao selecionar o perímetro do ambiente em estudo, desde os pontos de utilização até a saída da destinação final, em alguns casos é necessário ajustes neste lançamento automático para adequá-lo ao traçado desejado.

No entanto, como o objetivo é modelar o projeto manualmente da mesma forma consideradas nas elaborações anteriores, todas as tubulações foram lançadas de forma manual.

Para o projeto de águas pluviais, assim como no hidráulico, foi lançado manualmente as calhas na planta de cobertura, e os ralos nas sacadas para captação das águas pluviais, selecionando a área de contribuição de cada coletor para verificar o dimensionamento das tubulações das colunas pluviais. No pavimento térreo as colunas advindas dos pavimentos superiores são interligadas com as caixas de passagem, e então conduzidas até a saída para a rede pública.

Após o lançamento completo, automaticamente é realizado a indicação de todas as inclinações (%).

3.6 QUANTITATIVOS DE MATERIAIS

Finalizado a modelagem de cada projeto, o passo seguinte antes da entrega final, é a geração da lista de materiais necessários para a execução do projeto, de maneira que a construtora tenha um relatório dos materiais e assim estimar os valores dos componentes.

Então, para o projeto elaborado no software Autocad, a lista de materiais foi montada manualmente através da análise dos projetos, utilizando uma planilha de cálculo no excel para melhor organização. Já nos softwares Revit e QiBuilder que utilizam a tecnologia BIM, a lista de materiais é gerada automaticamente a qualquer momento do projeto, com base nos itens já lançados. Dessa maneira, todas as listas de materiais levantadas em cada um dos softwares utilizados, estão apresentadas nos Anexos F, G, H respectivamente.

3.7 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.

Os projetos e o processo de elaboração em ambos os softwares serão comparados, a fim de avaliar variáveis como: qualidade, detalhamento, custo de cada software, interferências encontradas, alterações necessárias, vantagens e desvantagens, entre outras. Os resultados obtidos serão compilados e apresentados em forma de textos e tabelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão dispostos os detalhamentos das plantas da residência unifamiliar dos projetos hidrossanitários elaborados nos softwares AutoCAD, Revit e QiBuilder. Na sequência segue os comparativos entre os softwares. As pranchas com as implantações do projeto hidrossanitário de cada pavimento estão inseridas nos Anexos B, C, D respectivamente, bem como as listas de materiais elaboradas pelos softwares Autocad, Revit e QiBuilder, nos Anexos F, G, H respectivamente.

4.1 PROJETOS – SOFTWARE AUTOCAD

Os projetos da distribuição de água fria de cada ambiente estão indicados nos isométricos das Figuras 28 a 36, e os cálculos manuais das vazões e pressões disponíveis desses ambientes estão contidos nas Tabelas 3 ao 11 logo abaixo de cada figura para melhor visualização dos cálculos efetuados.

As Figuras 37 a 44 mostram os detalhamentos dos projetos sanitários de cada ambiente que necessitam de despejos das águas servidas nos pontos de utilização da residência unifamiliar.

Por fim, a distribuição das tubulações das águas pluviais está indicada junto as implantações de cada pavimento no Anexo B.

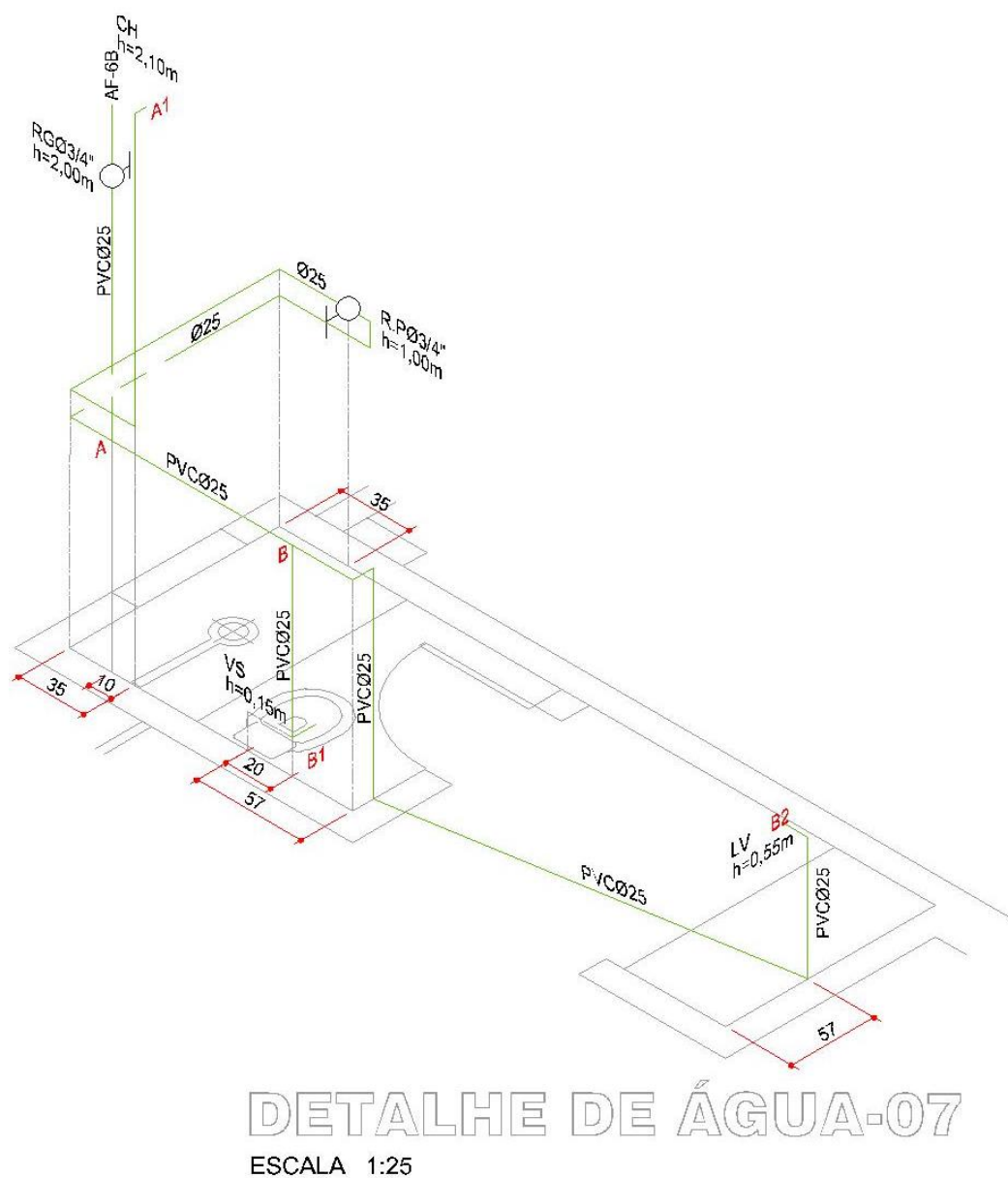
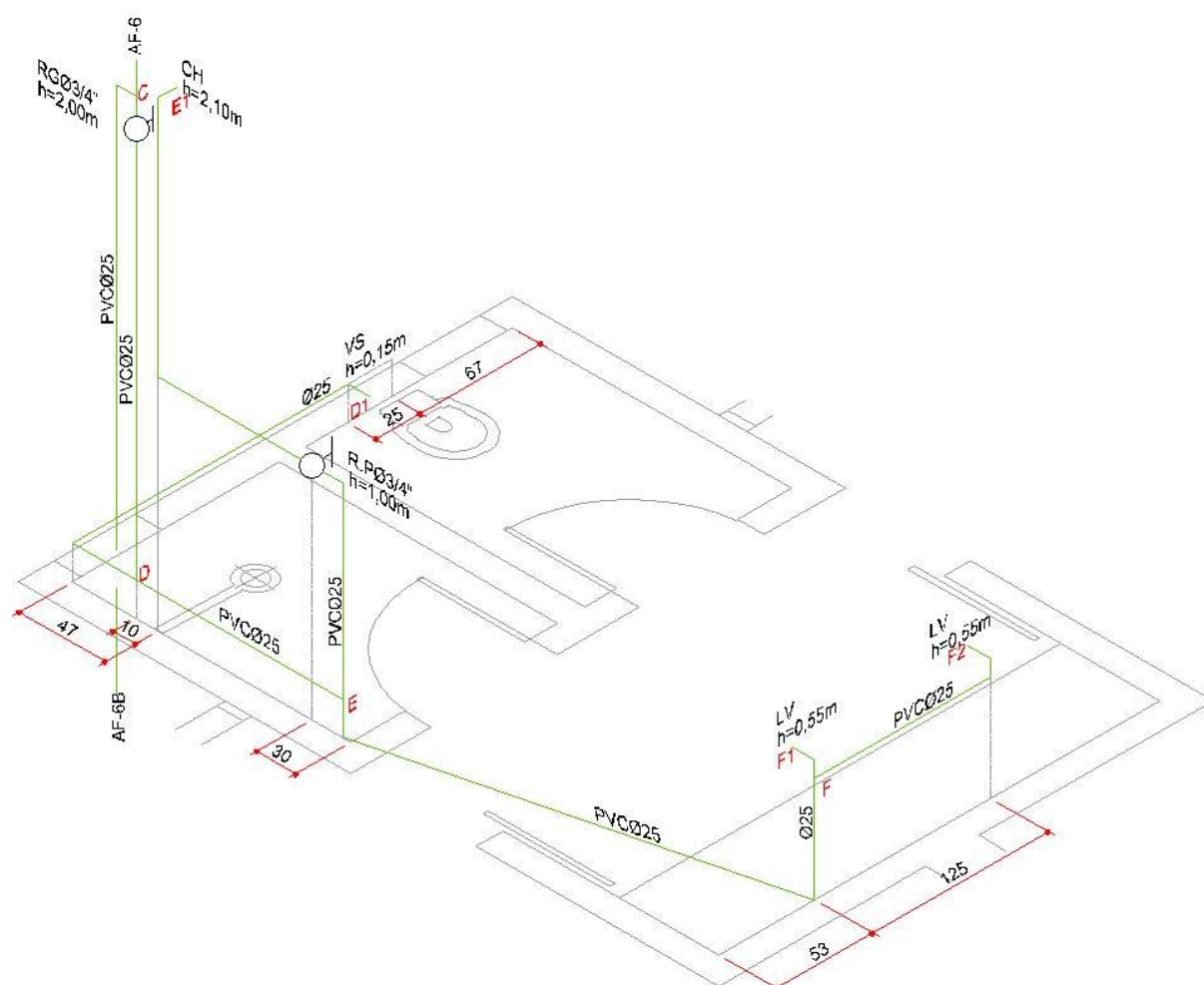


Figura 28: Isométrico WC Térreo (AF6B), software Autocad. Fonte: Autor

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF6B														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
C-A	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	3,1	1,8	4,9	4,75	0,87	10,1	OK
A-A1	0,1	0,09	20	25	0,2	OK	0,0323	4,8	15,2	20	-1,20	0,65	8,9	OK
A-B	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	0,9	0	0,9	0,00	0,14	10,1	OK
B-B1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,75	2,4	3,15	0,75	0,27	10,8	OK
B-B2	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	4,00	7,5	11,5	0,35	0,97	10,4	OK

Tabela 3: Verificação de pressão WC Térreo. Fonte: Autor.



DETALHE DE ÁGUA-05

ESCALA 1:25

Figura 29: Isométrico WC Demi Suítes 1 e 2 (AF6), software Autocad. Fonte: Autor

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUMA: AF6														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	1,4	0,35	25	25	0,7	OK	0,3248	3,15	1,5	4,65	3,15	1,51	3,5	OK
B-B1	0,4	0,19	20	25	0,4	OK	0,1085	3,70	6,1	9,8	0,00	1,06	3,4	OK
B-C	1	0,30	25	25	0,6	OK	0,2420	3,25	4,5	7,75	2,15	1,88	5,5	OK
C-D	1	0,30	25	25	0,6	OK	0,2420	1,85	0,3	2,15	1,85	0,52	7,3	OK
D-D1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	1,9	6,1	8	0,00	0,68	7,2	OK
D-E	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	0,95	0	0,95	0,00	0,17	7,2	OK
E-E1	0,1	0,09	20	25	0,2	OK	0,0323	2,8	7,7	10,5	-1,95	0,34	5,3	OK
E-F	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	2,65	3	5,65	-0,30	0,87	6,9	OK
F-F1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,1	2,4	2,5	-0,10	0,21	6,73	OK
F-F2	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,90	3	3,9	-0,10	0,33	6,72	OK

Tabela 4: Verificação de pressão WC Demi Suítes 1 e 2 (AF6). Fonte: Autor.

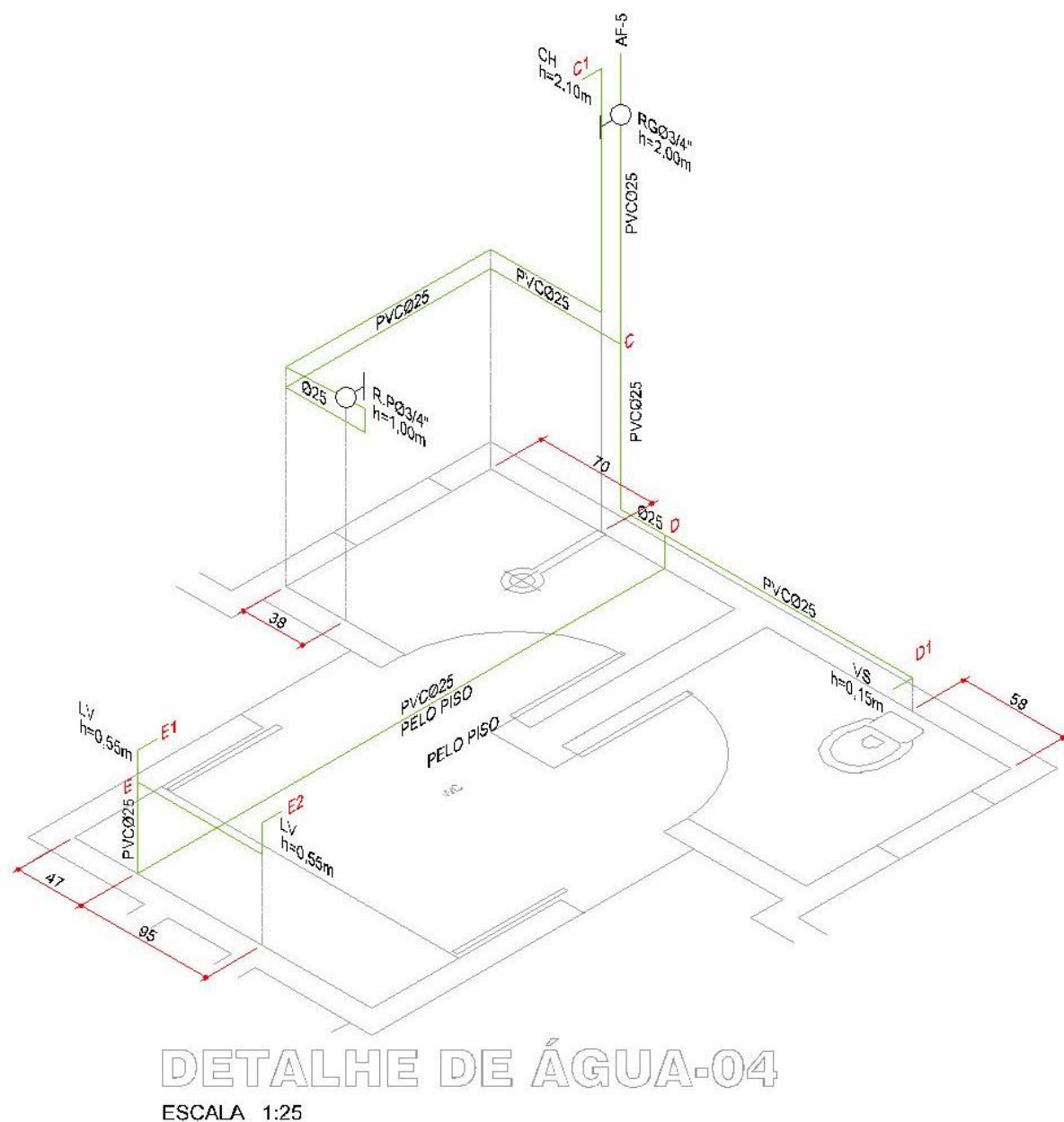
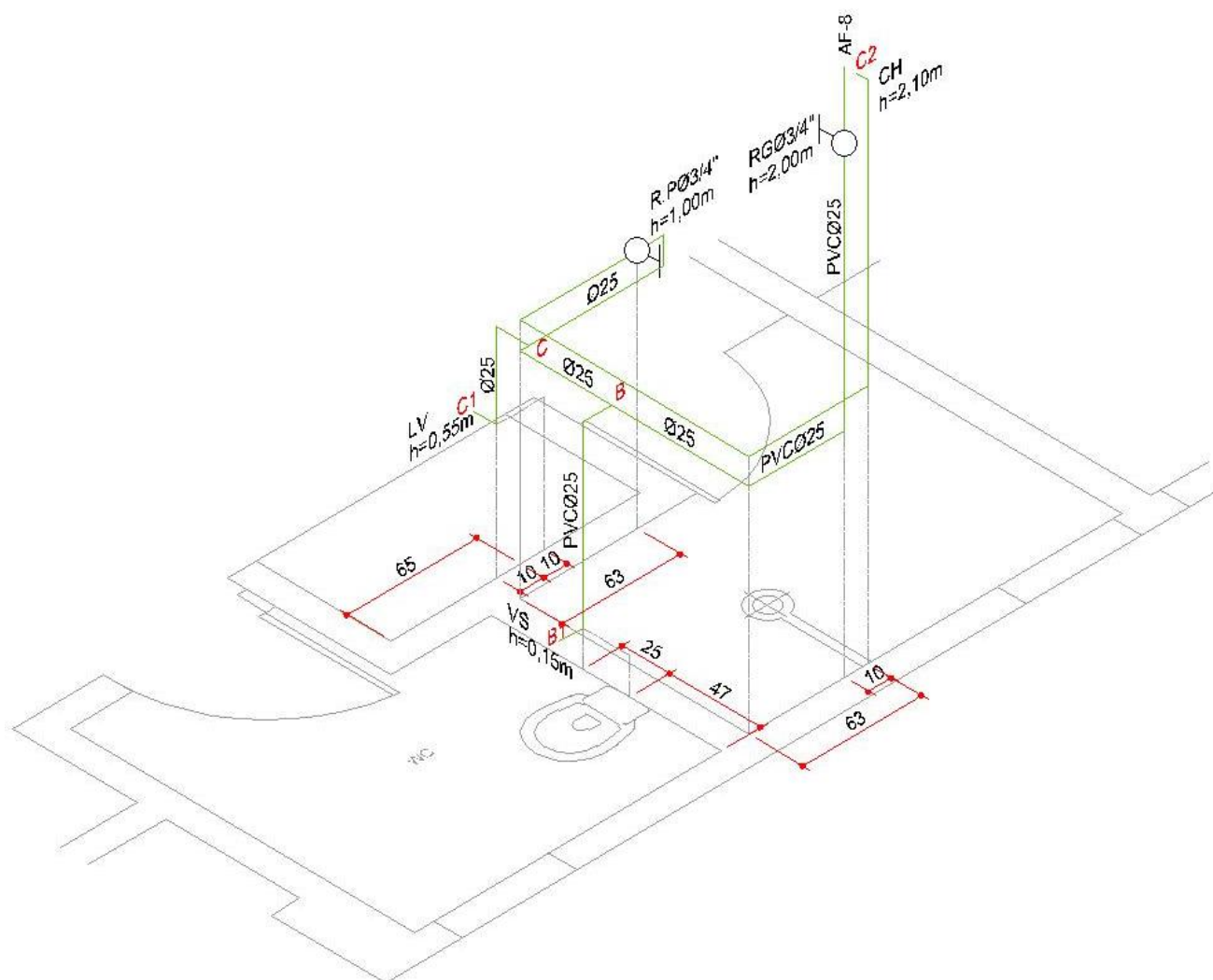


Figura 30: Isométrico WC Demi Suítes 3 e 4 (AF5), software Autocad. Fonte: Autor

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF5														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	1,4	0,35	25	25	0,7	OK	0,3248	4,65	3	7,65	4,3	2,48	4,4	OK
B-B1	0,4	0,19	20	25	0,4	OK	0,1085	7,65	6,1	13,75	-0,95	1,49	3,3	OK
B-C	1	0,30	20	25	0,6	OK	0,2420	8,10	2,5	10,6	2,10	2,56	6,2	OK
C-C1	0,1	0,09	20	25	0,2	OK	0,0323	5,9	15,2	21,1	-1,20	0,68	5,0	OK
C-D	0,9	0,28	20	25	0,6	OK	0,2207	1	1,5	2,5	0,75	0,55	6,9	OK
D-D1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	1,75	2,4	4,15	0,00	0,35	6,9	OK
D-E	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	3,3	3	6,3	-0,25	0,97	6,6	OK
E-E1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,15	2,4	2,55	-0,15	0,22	6,4	OK
E-E2	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,80	3	3,8	-0,15	0,32	6,4	OK

Tabela 5: Verificação de pressão WC Demi Suítes 3 e 4 (AF5). Fonte: Autor.



DETALHE DE ÁGUA-06A

ESCALA 1:25

Figura 31: Isométrico WC Suíte 1 (AF8), software Autocad. Fonte: Autor

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF8														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
AFA-A	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	4,2	3	7,2	3,65	1,28	3,8	OK
A-B	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	6,2	6,3	12,5	2,80	2,21	6,4	OK
B-B1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,9	3,9	4,8	0,75	0,41	7,1	OK
B-C	0,4	0,19	20	25	0,4	OK	0,1085	0,7	1,5	2,2	0,00	0,24	6,4	OK
C-C1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,6	3,9	4,5	0,35	0,38	6,7	OK
C-C2	0,1	0,09	20	25	0,2	OK	0,0323	3,95	9,1	13,05	-1,20	0,42	5,1	OK

Tabela 6: Verificação de pressão WC Suíte 1 (AF8). Fonte: Autor.

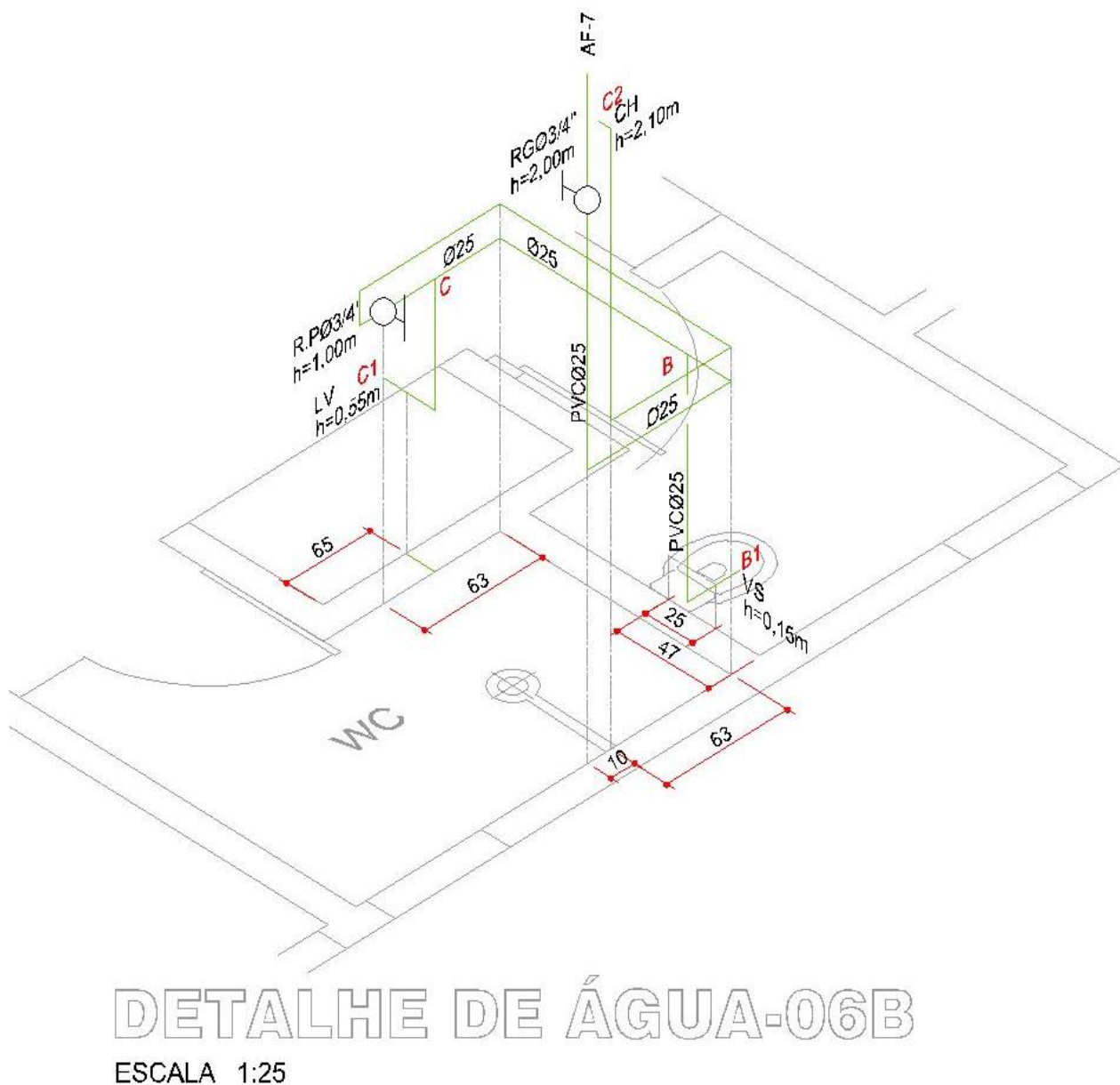


Figura 32: Isométrico WC Suíte 2 (AF7), software Autocad. Fonte: Autor

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUMA: AF7														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	4	9,4	13,4	2,8	2,37	6,4	OK
B-B1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	1	2,4	3,4	0,85	0,29	7,2	OK
B-C	0,4	0,19	20	25	0,4	OK	0,1085	1,15	1,5	2,65	0,00	0,29	6,4	OK
C-C1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,6	2,4	3	0,45	0,25	6,8	OK
C-C2	0,1	0,09	20	25	0,2	OK	0,0323	3,50	9,1	12,6	-1,10	0,41	5,2	OK

Tabela 7: Verificação de pressão WC Suíte 2 (AF7). Fonte: Autor.

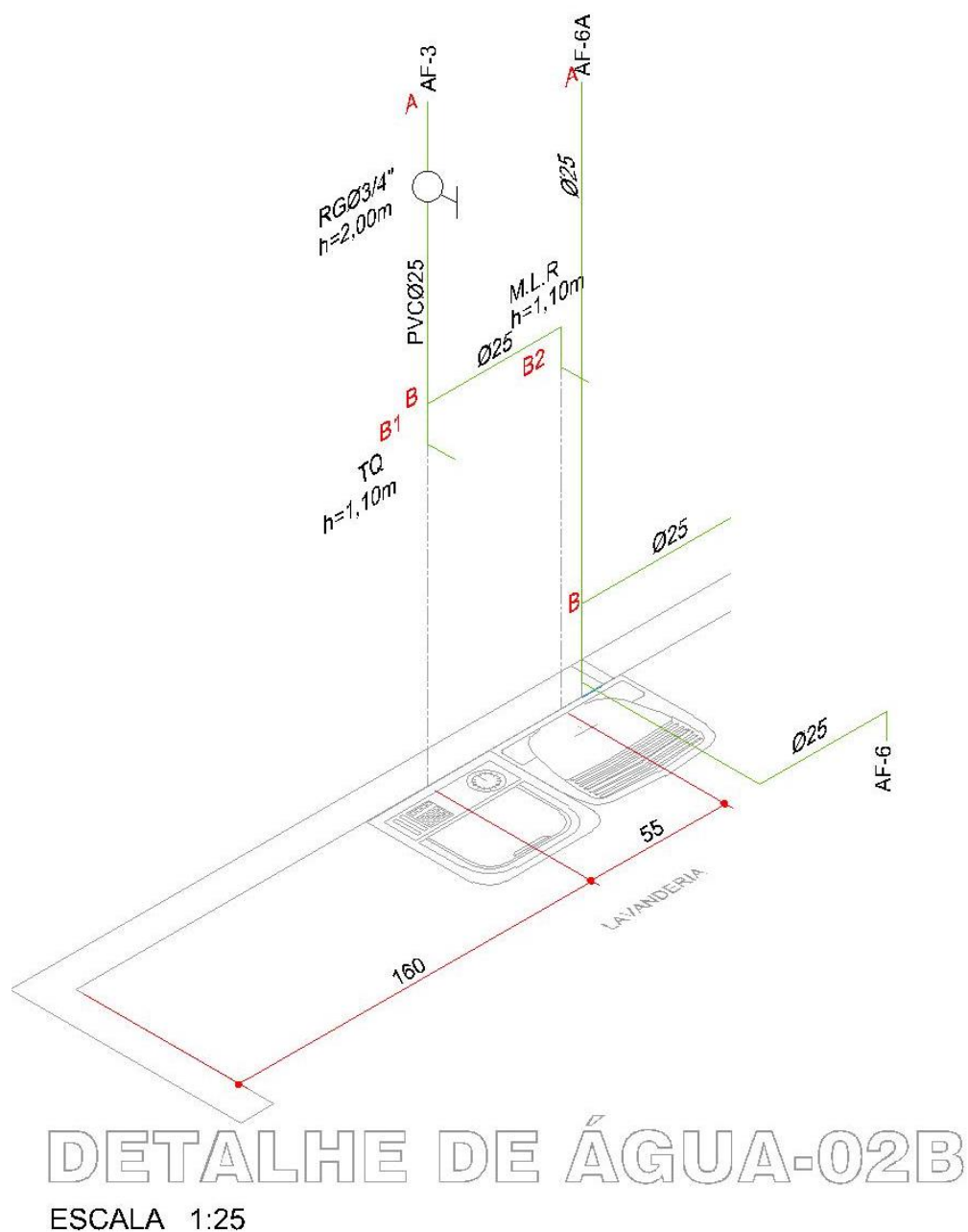


Figura 33: Isométrico Lavanderia (AF3), software Autocad. Fonte: Autor.

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUMA: AF3						Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)			REAL (m)	EQUIVAL ENTE (m)	Total (m)				
A-B	1,7	0,39	25	25	0,8	OK	0,3850	2,45	1,8	4,25	2,45	1,64	2,7	OK
B-B1	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	0,1	2,4	2,5	0,10	0,44	2,7	OK
B-B2	1	0,30	25	25	0,6	OK	0,2420	0,6	3	3,6	0,10	0,87	2,7	OK

Tabela 8: Verificação de pressão Lavanderia (AF3). Fonte: Autor.

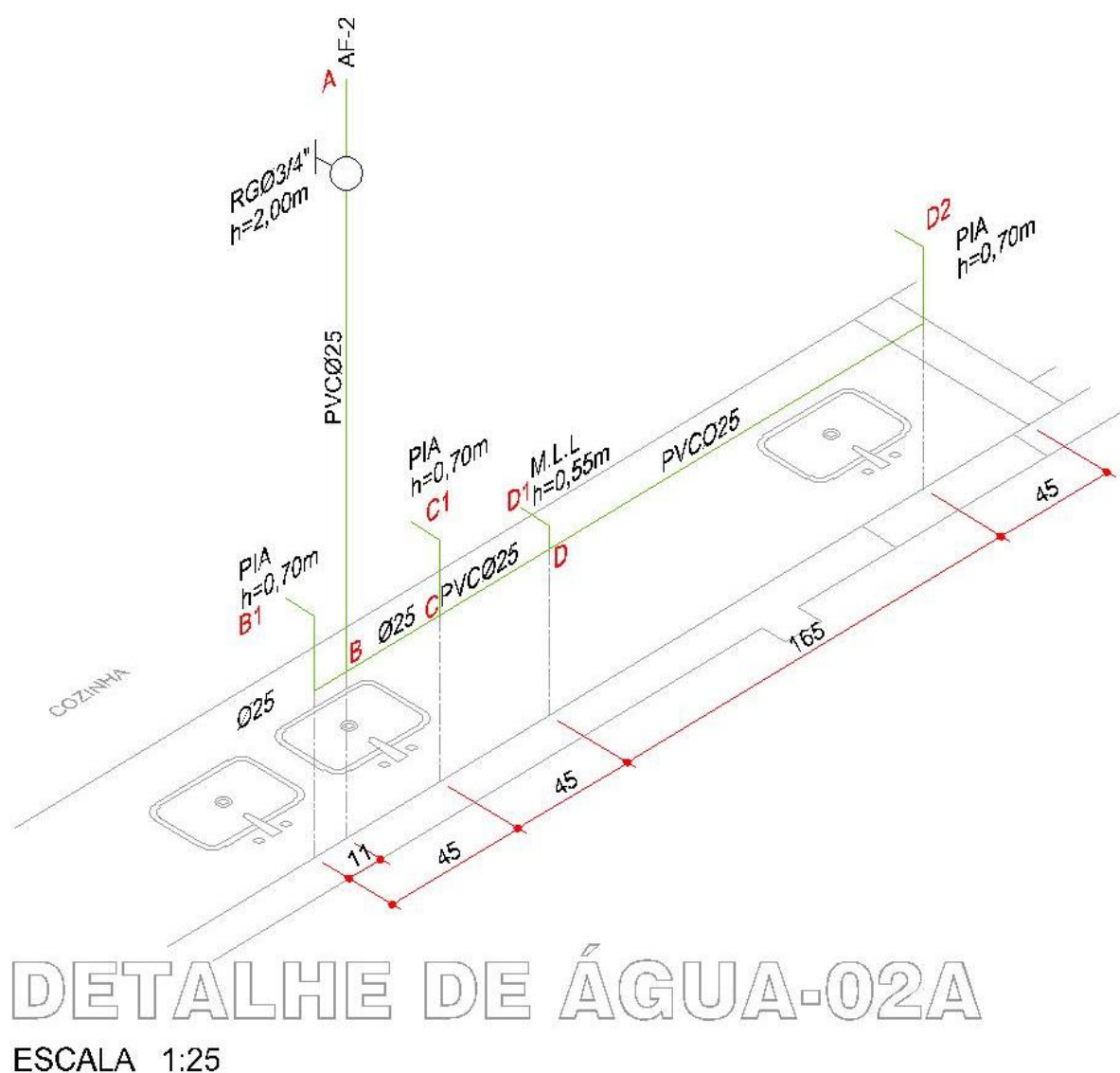
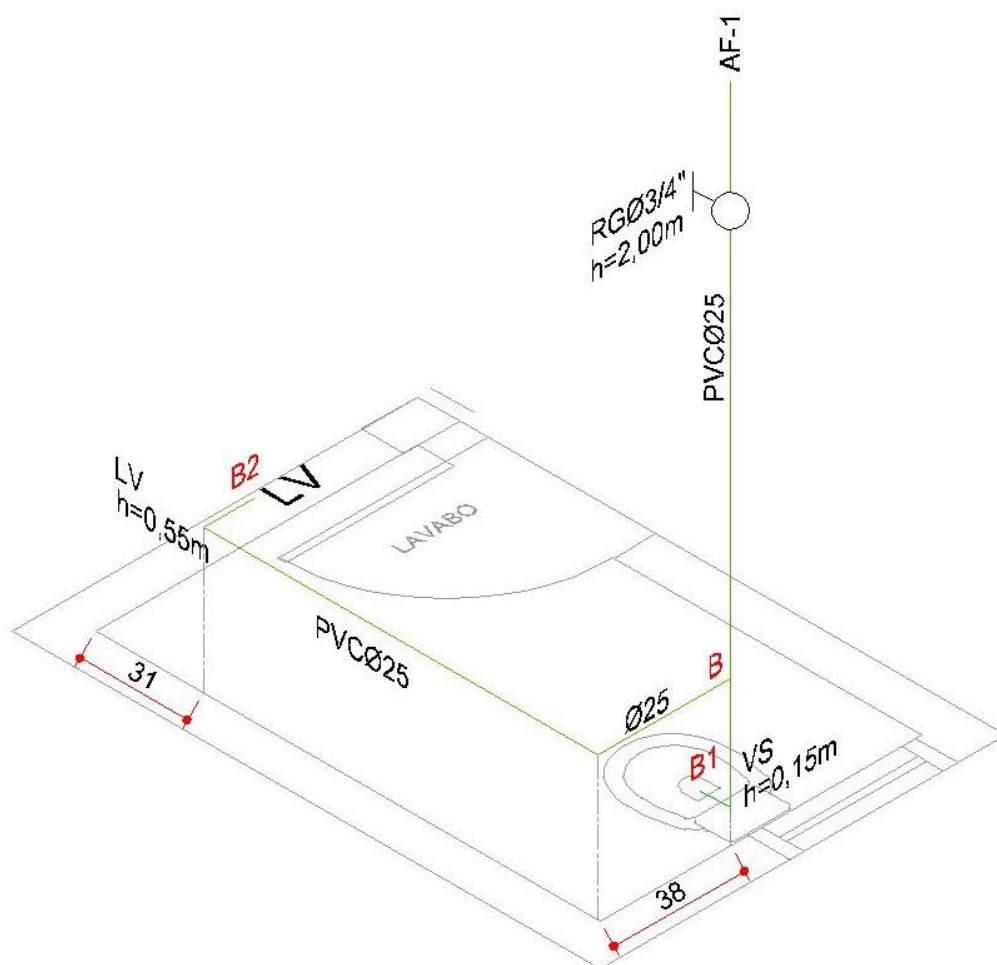


Figura 34: Isométrico Cozinha (AF2), software Autocad. Fonte: Autor.

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF2						Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)			REAL (m)	EQUIVAL ENTE (m)	Total (m)				
A-B	2,8	0,50	25	25	1,0	OK	0,5957	3,15	1,8	4,95	3,15	2,95	3,3	OK
B-B1	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	0,35	6,1	6,45	-0,2	1,14	3,0	OK
B-C	2,1	0,43	25	25	0,9	OK	0,4631	0,4	0	0,4	0	0,19	3,3	OK
C-C1	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	0,2	2,4	2,6	-0,2	0,46	3,0	OK
C-D	1,4	0,35	25	25	0,7	OK	0,3248	0,45	0	0,45	0	0,15	3,3	OK
D-D1	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	0,05	4,6	4,65	-0,05	0,82	3,1	OK
D-D2	0,7	0,25	20	25	0,5	OK	0,1771	1,85	3	4,85	-0,20	0,86	3,0	OK

Tabela 9: Verificação de pressão Cozinha (AF2). Fonte: Autor.



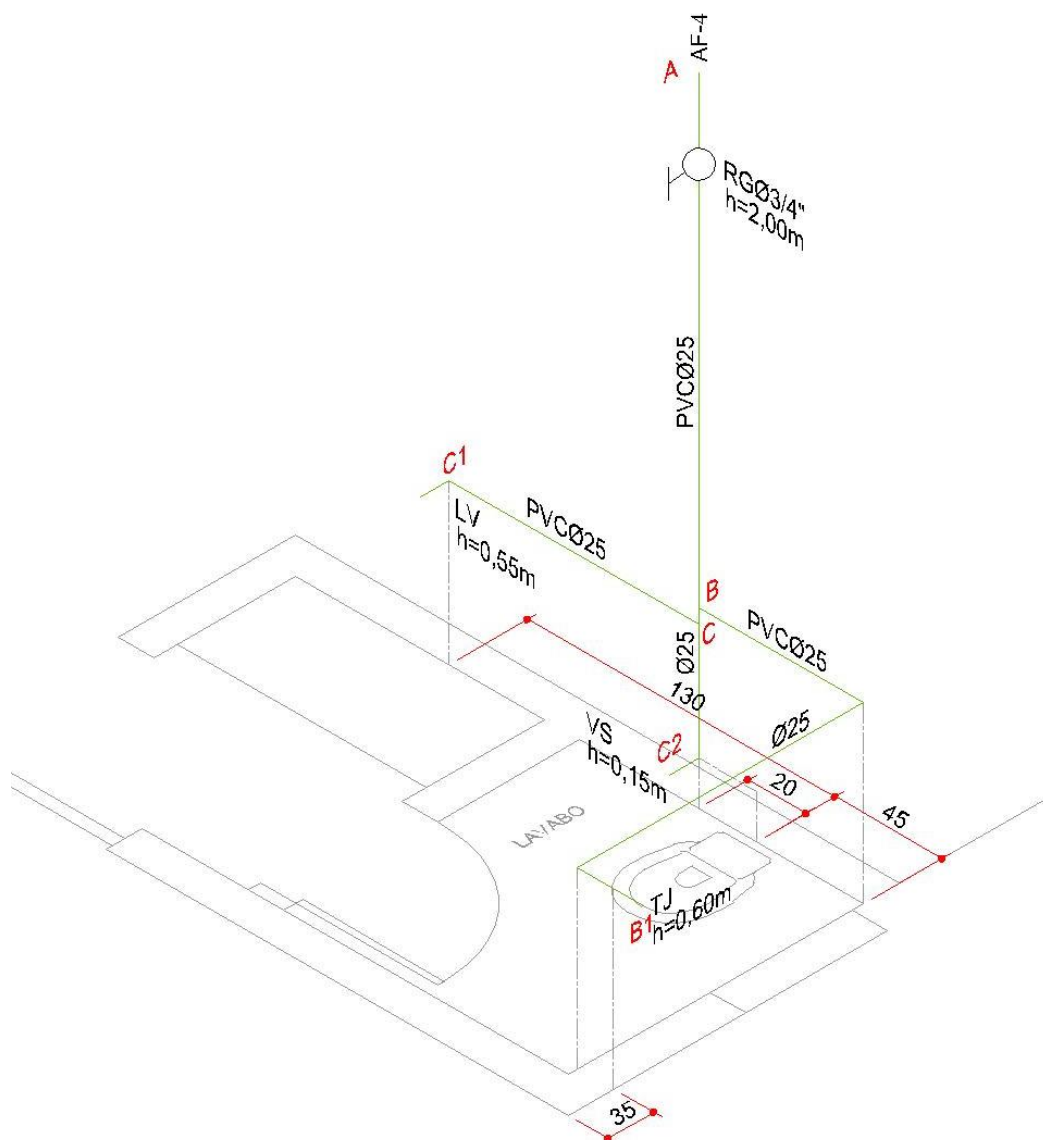
DETALHE DE ÁGUA-01

ESCALA 1:25

Figura 35: Isométrico Lavabo Externo (AF1), software Autocad. Fonte: Autor.

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF1														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	3,1	1,8	4,9	3,1	0,76	3,3	OK
B-B1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,4	2,4	2,8	0,4	0,24	3,7	OK
B-B2	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	2	3	5	0	0,42	3,2	OK

Tabela 10: Verificação de pressão Lavabo Externo (AF1). Fonte: Autor.



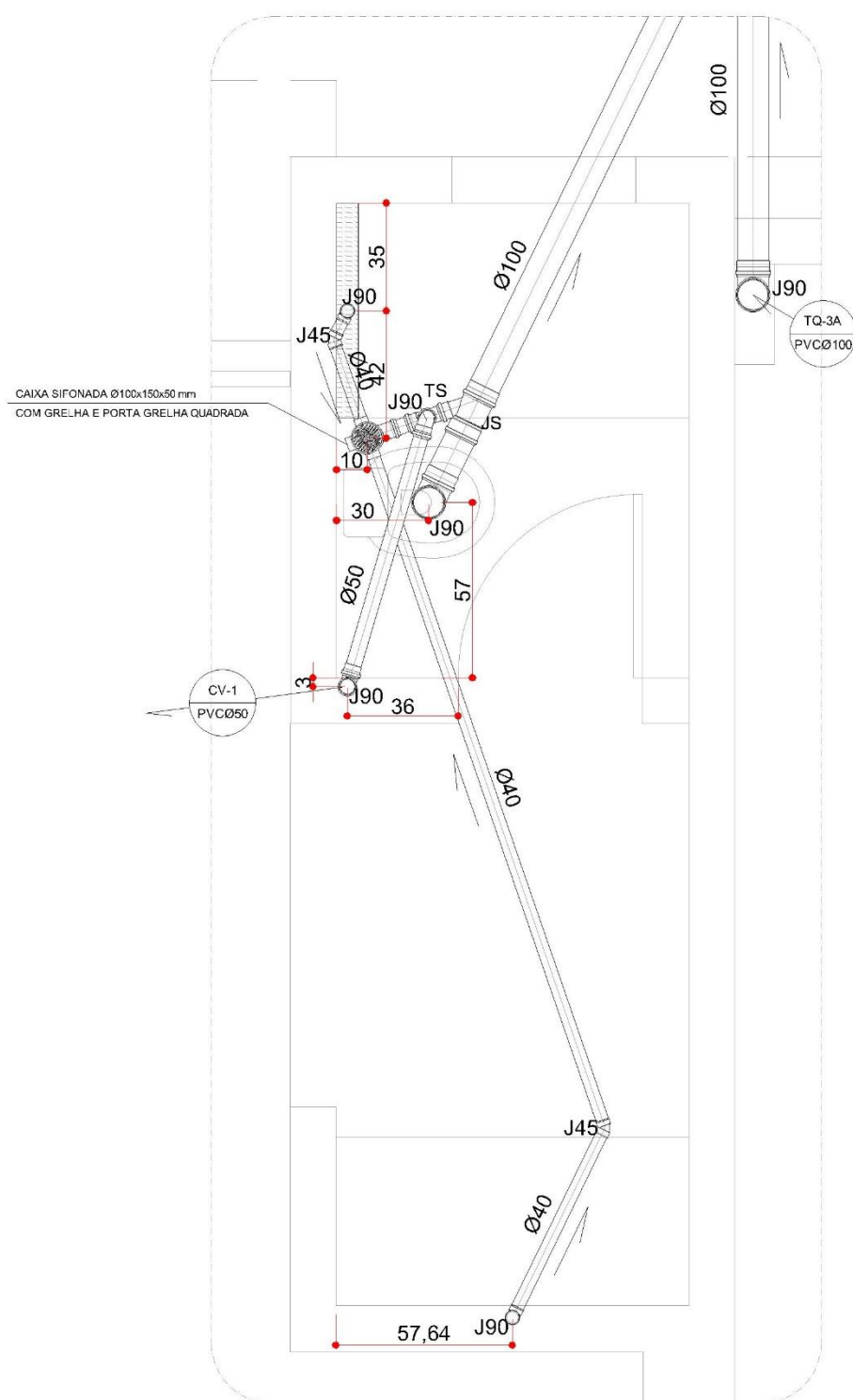
DETALHE DE ÁGUA-03

ESCALA 1:25

Figura 36: Isométrico Lavabo Interno (AF4), software Autocad. Fonte: Autor.

VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO - COLUNA: AF4														
TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO (L/s)	Diâmetro mínimo	Diâmetro do tubo Escolhido (mm)	VELOCIDADE (m/s)	Verificação Velocidade	PERDA DE CARGA UNITÁRIA (kpa/m)	COMPRIMENTO			DIFERENÇA DE NÍVEL (m)	PERDA DE CARGA (kPa)	PRESSÃO DISPONÍVEL m.c.a	Verificação >1m.c.a E <40 m.c.a
								REAL (m)	EQUIVALENTE (m)	Total (m)				
A-B	1	0,30	25	25	0,6	OK	0,2420	3,05	1,8	4,85	3,05	1,17	3,3	OK
B-B1	0,4	0,19	20	25	0,4	OK	0,1085	1,60	6,1	7,7	0,00	0,84	3,2	OK
B-C	0,6	0,23	20	25	0,5	OK	0,1548	0,05	0	0,05	0,05	0,01	3,4	OK
C-C1	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,85	4,6	5,45	0,00	0,46	3,3	OK
C-C2	0,3	0,16	20	25	0,3	OK	0,0844	0,40	1,5	1,9	0,40	0,16	3,7	OK

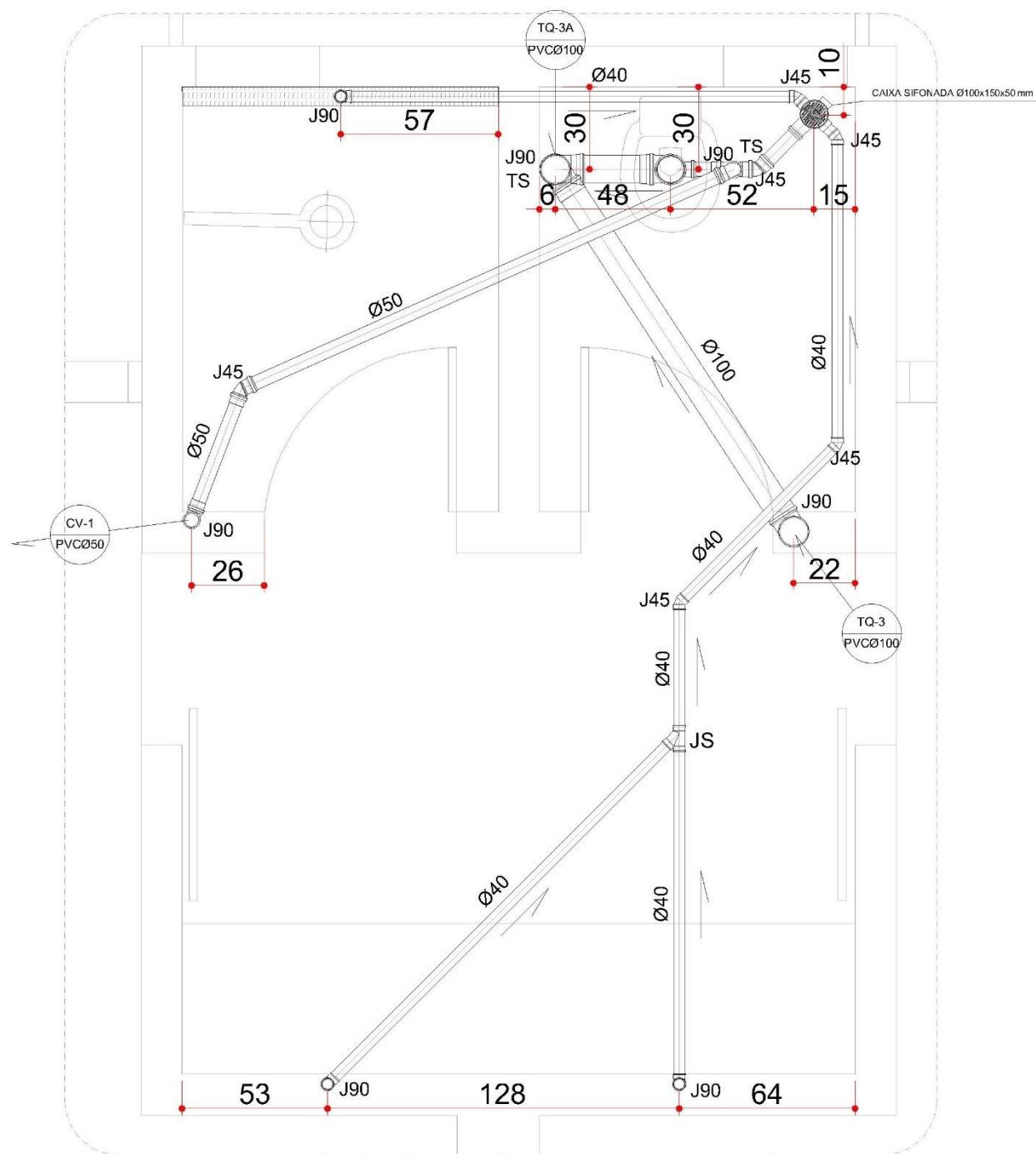
Tabela 11: Verificação de pressão Lavabo Interno (AF4). Fonte: Autor.



DETALHE DE ESGOTO 7

ESCALA 1:50

Figura 37: Detalhe Esgoto WC Térreo, software Autocad. Fonte: Autor.



DETALHE DE ESGOTO 4

ESCALA 1:50

Figura 38: Detalhe Esgoto WC Demi Suítes 1 e 2, software Autocad. Fonte: Autor.

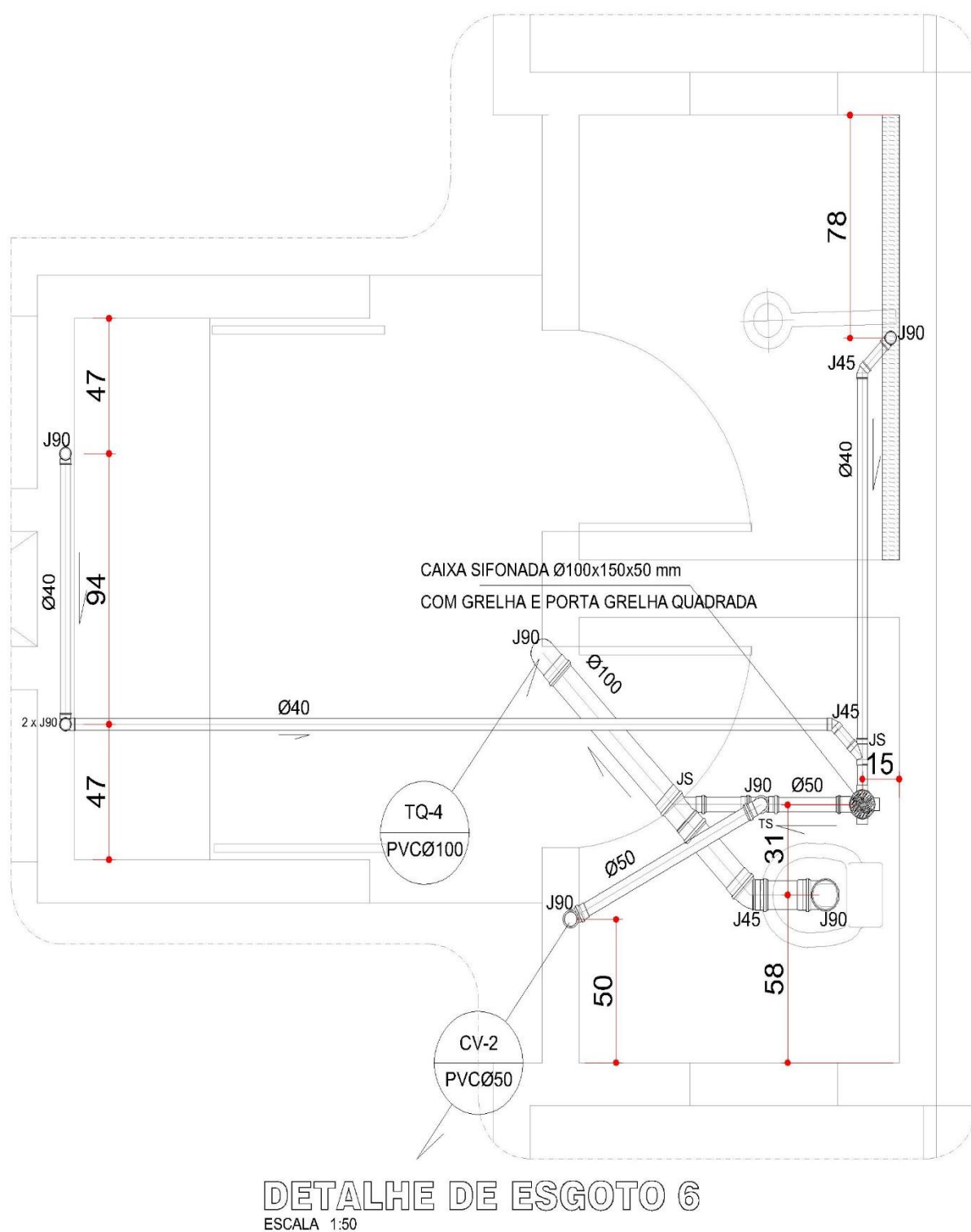


Figura 39: Detalhe Esgoto WC Demi Suítes 3 e 4, software Autocad. Fonte: Autor

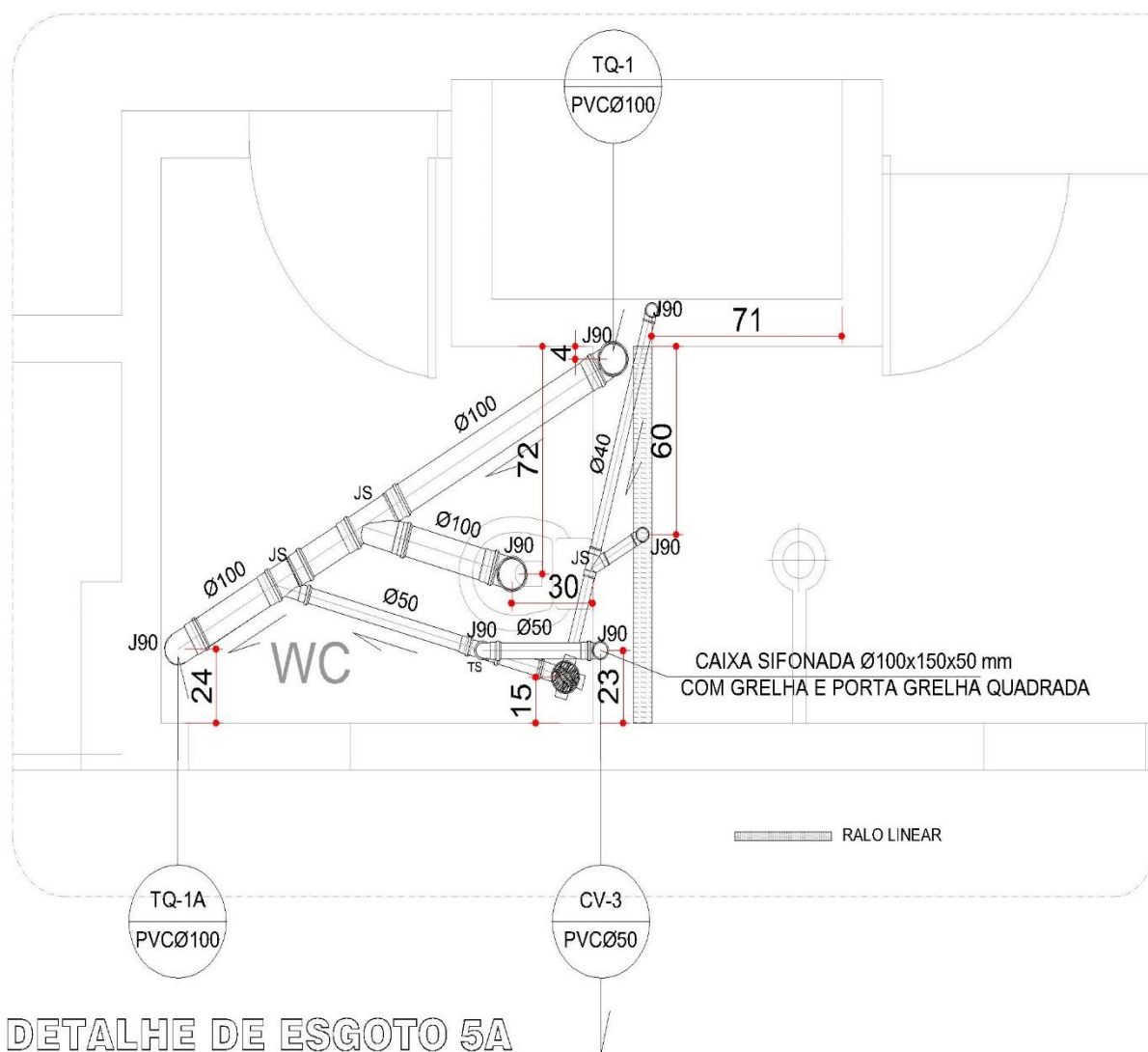


Figura 40: Detalhe Esgoto WC Suíte 1, software Autocad. Fonte: Autor.

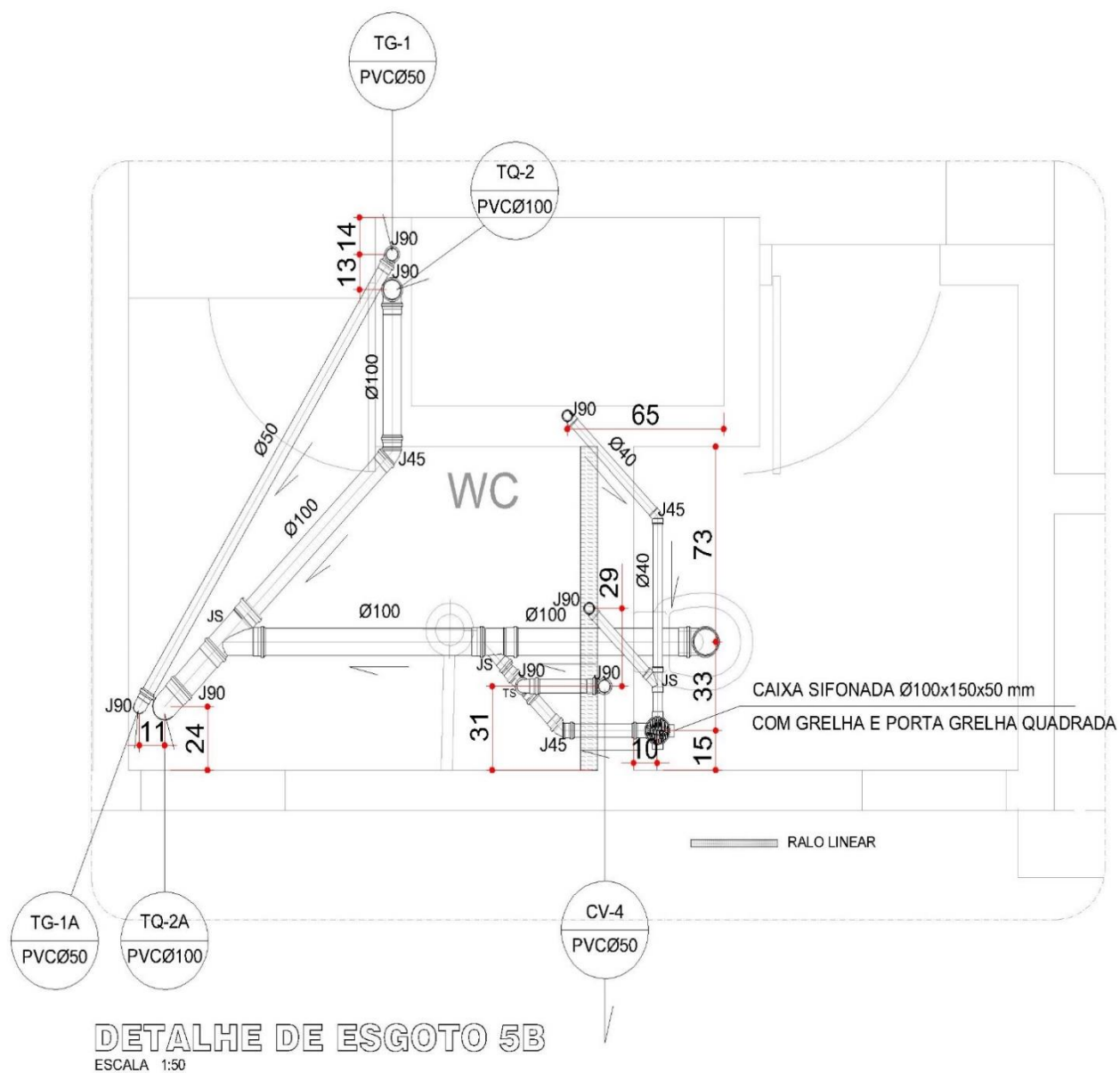


Figura 41: Detalhe Esgoto WC Suíte 2, software Autocad. Fonte: Autor

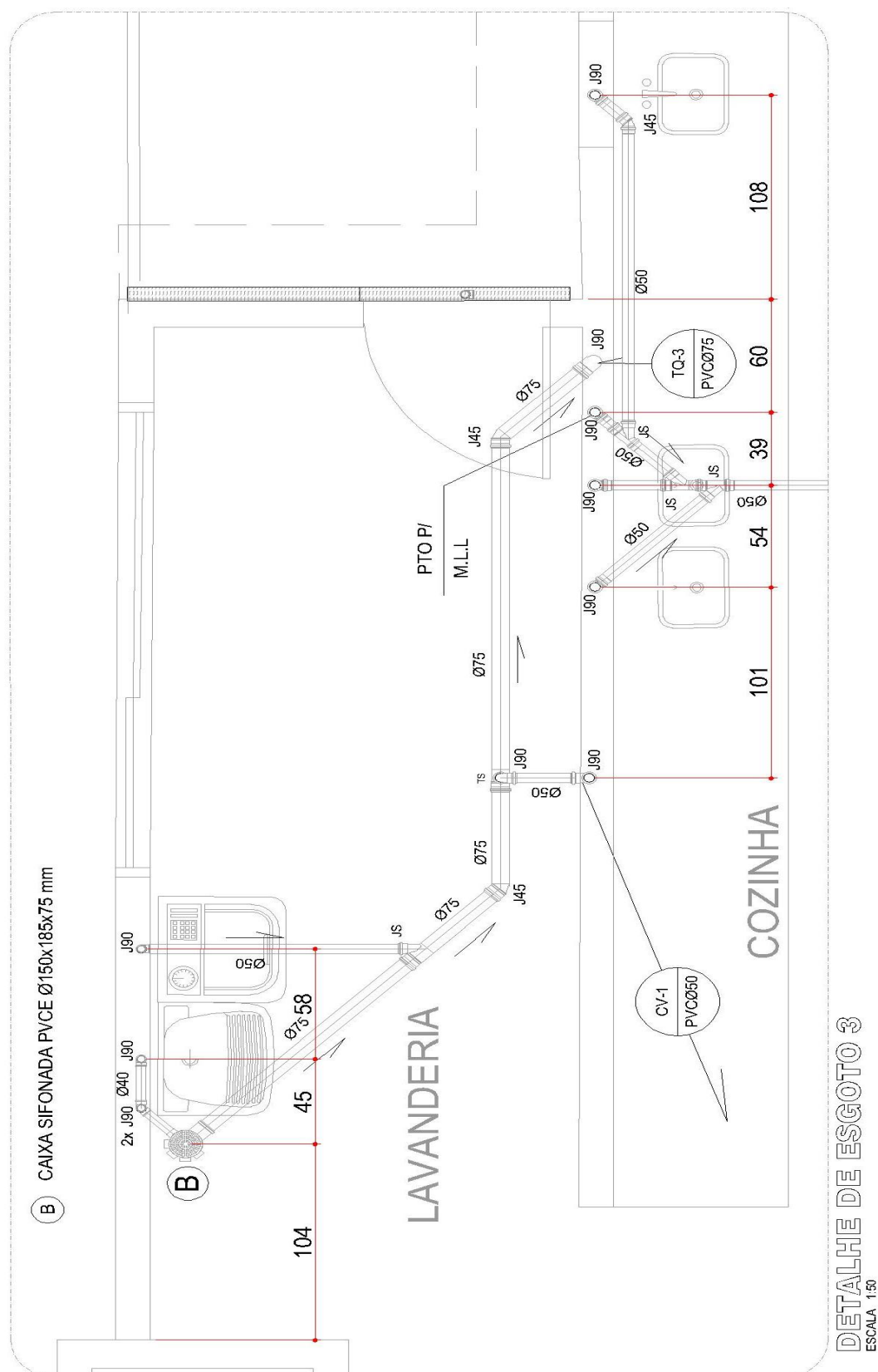


Figura 42: Detalhe Esgoto Lavanderia e Cozinha, software Autocad. Fonte: Autor.

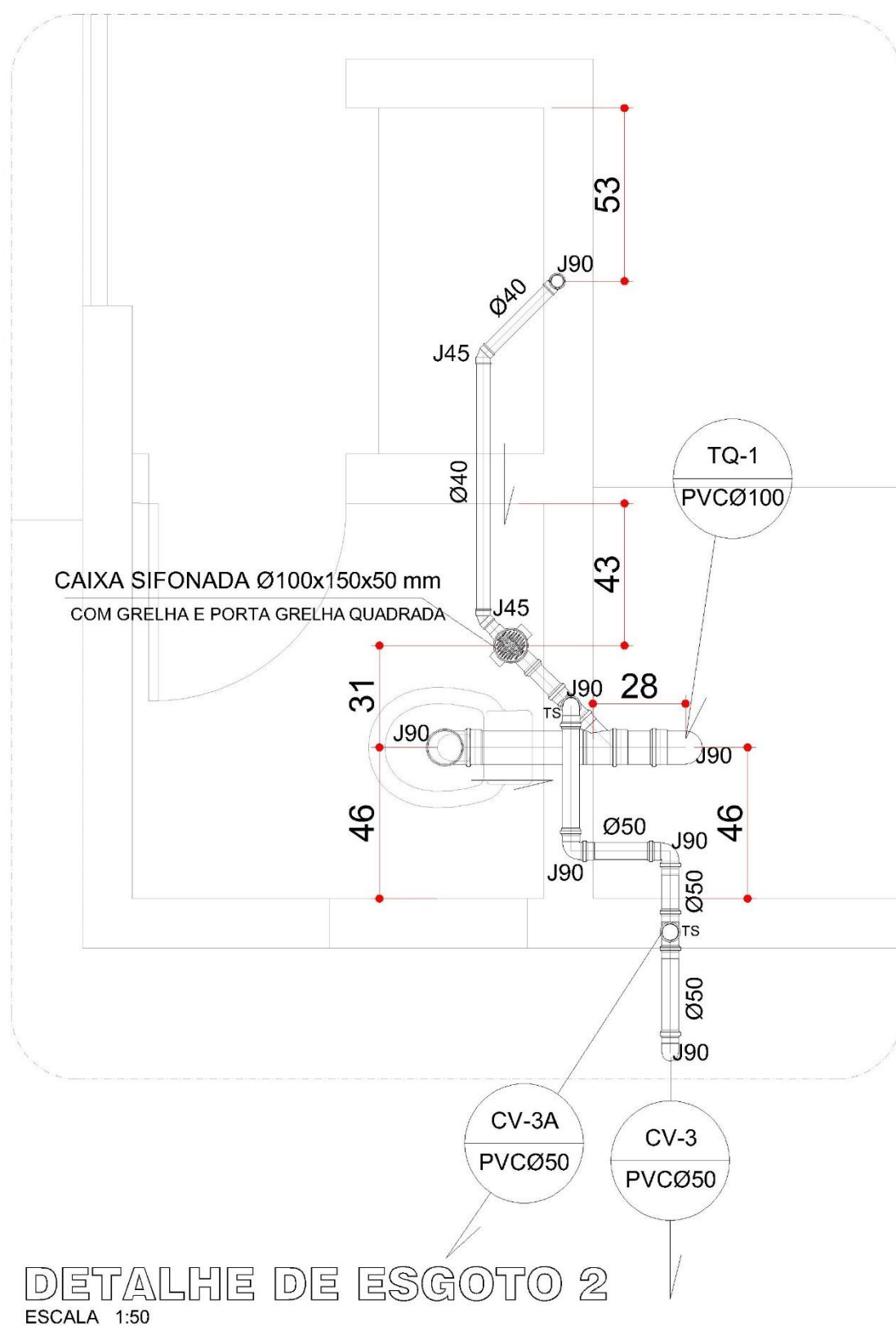


Figura 43: Detalhe Esgoto Lavabo interno, software Autocad. Fonte: Autor.

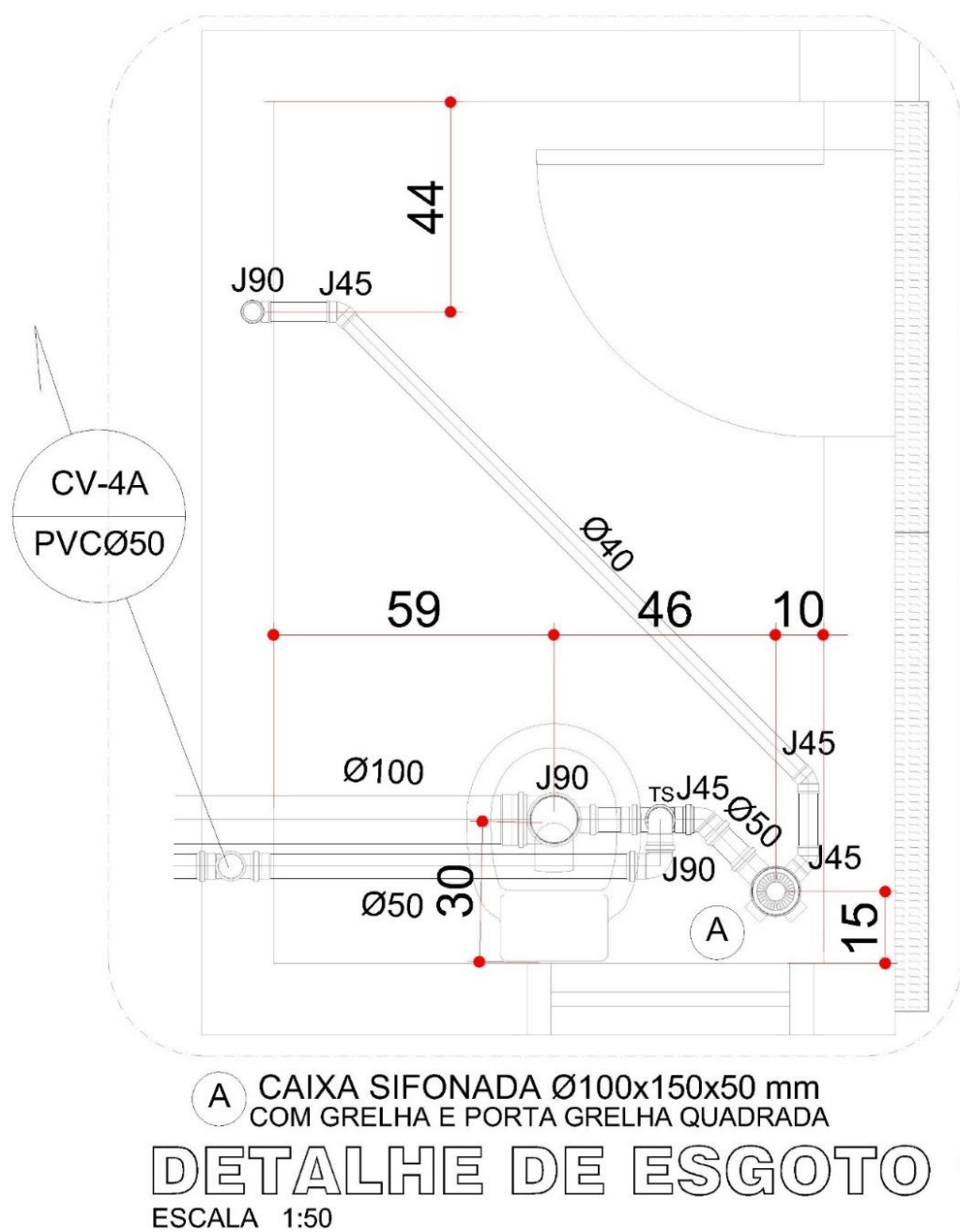


Figura 44: Detalhe Esgoto Lavabo externo, software Autocad. Fonte: Autor.

4.2 PROJETOS – SOFTWARE REVIT

Seguindo as mesmas sequencias dos projetos realizados no software AutoCAD, a seguir serão mostrados os detalhamentos dos projetos elaborados no software Revit, bem como as informações das pranchas com as implantações do projeto hidrossanitário de cada pavimento, que estão no Anexo C.

Então a distribuição de água fria de cada ambiente, estão indicadas nos isométricos das Figuras 45 a 53. Já os detalhamentos do projeto sanitário de cada ambiente que necessitam de despejos das águas servidas nos pontos de utilização da residência unifamiliar estão apresentados nas Figura 54 a 62. Por fim, a distribuição das tubulações das águas pluviais está indicada junto as implantações de cada pavimento no Anexo C.

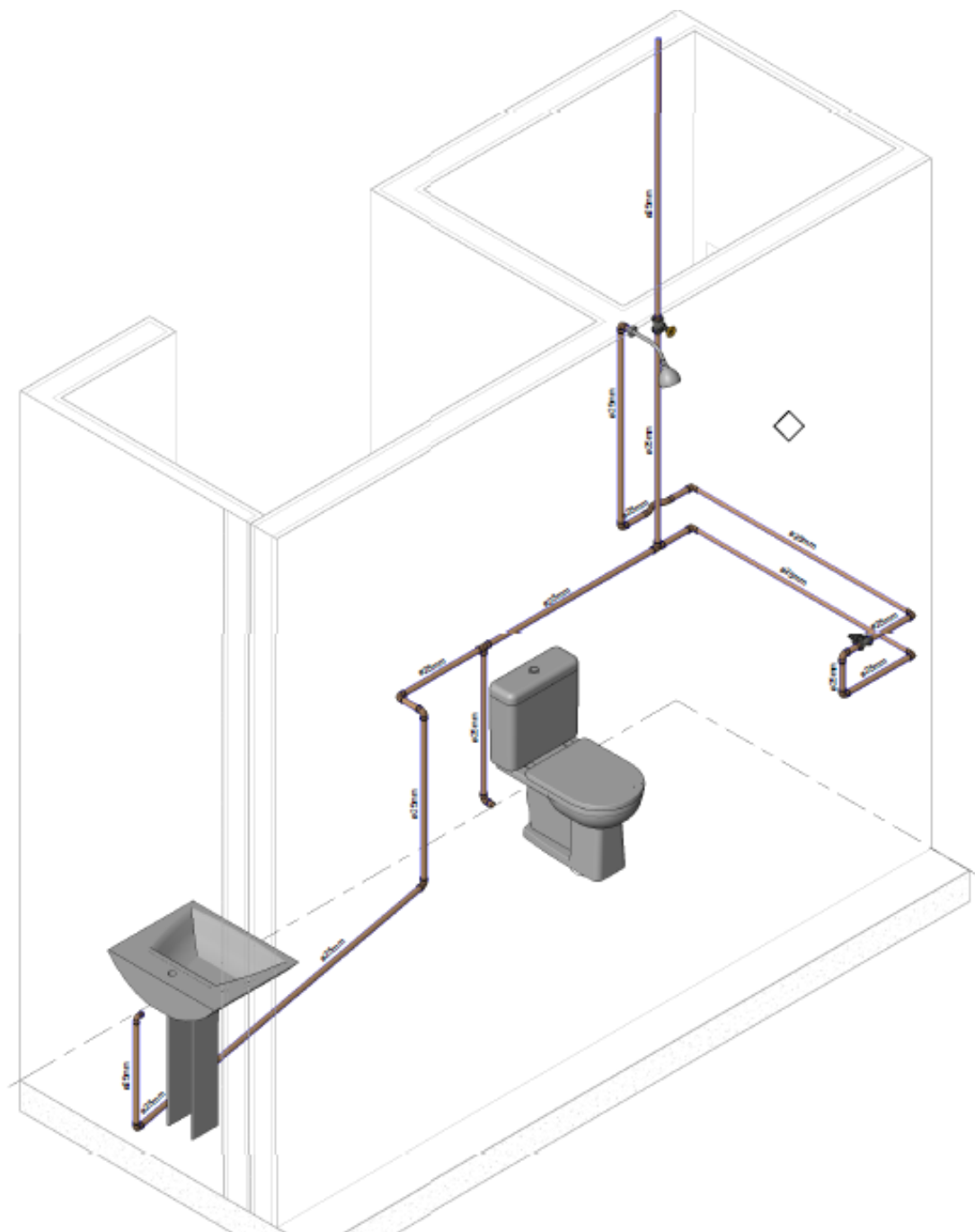


Figura 45: Isométrico WC Térreo, software Revit. Fonte: Autor.

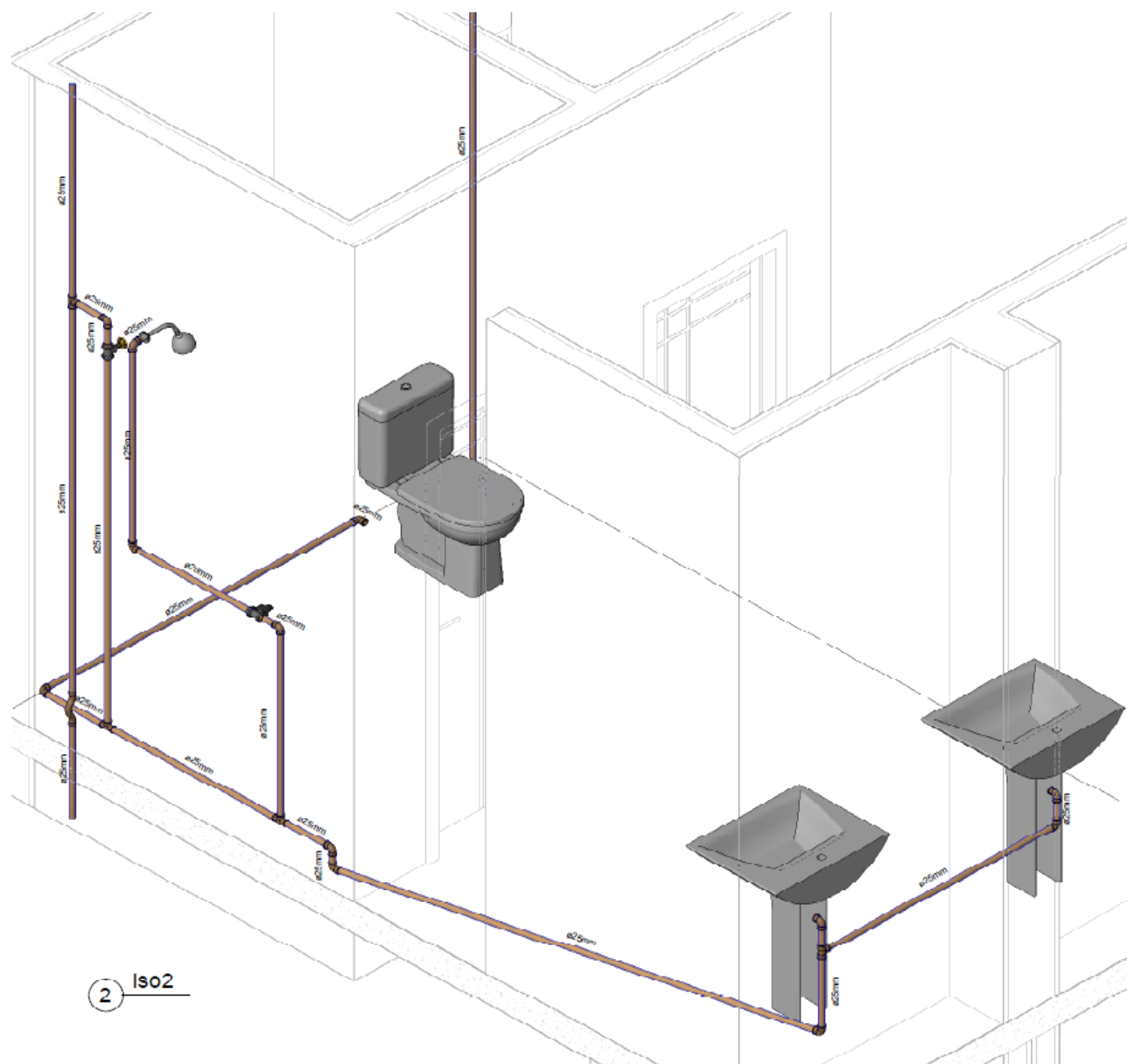


Figura 46: Isométrico WC Demi Suítes 1 e 2, software Revit. Fonte: Autor

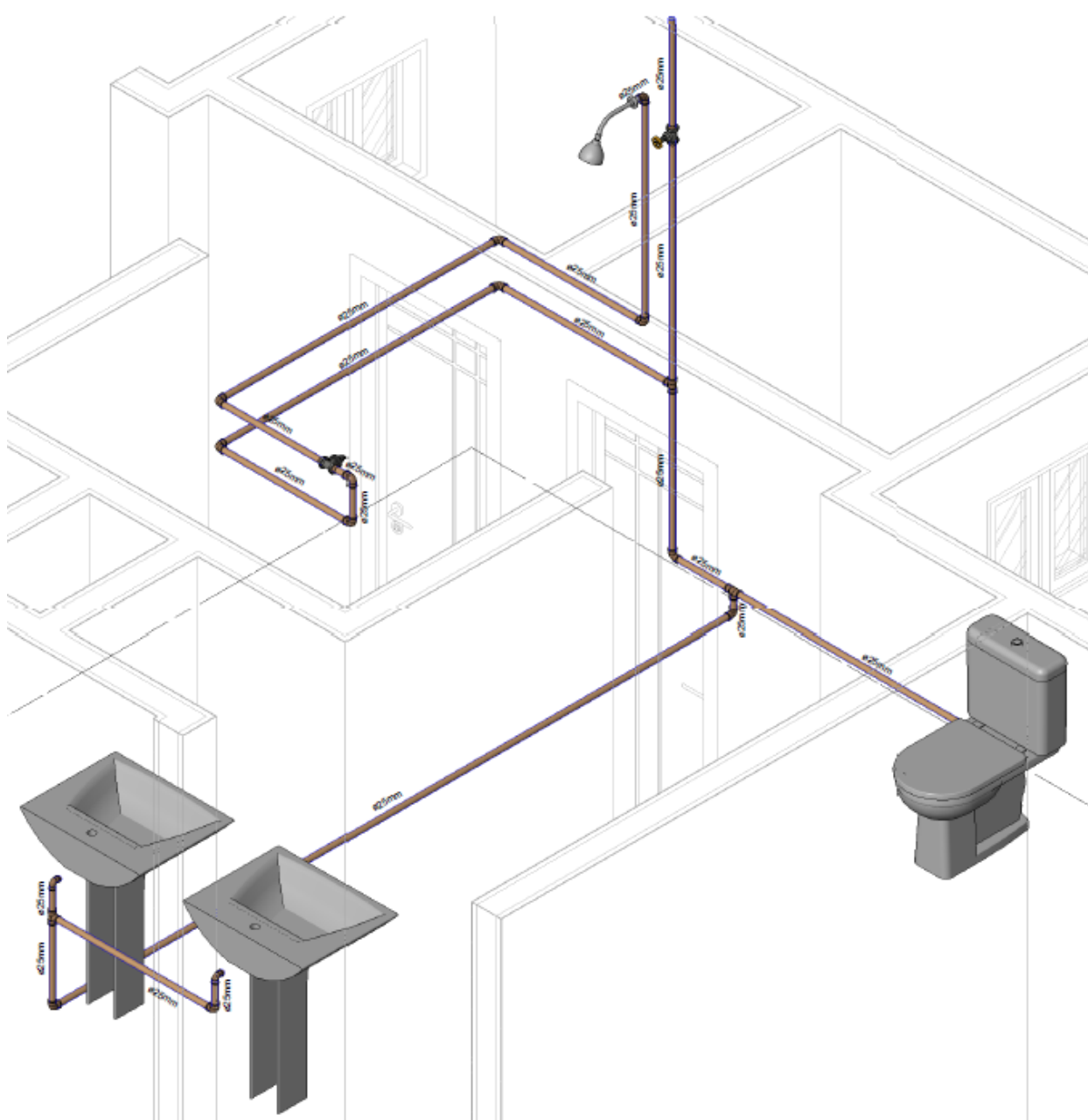


Figura 47: Isométrico WC Demi Suítes 3 e 4, software Revit. Fonte: Autor

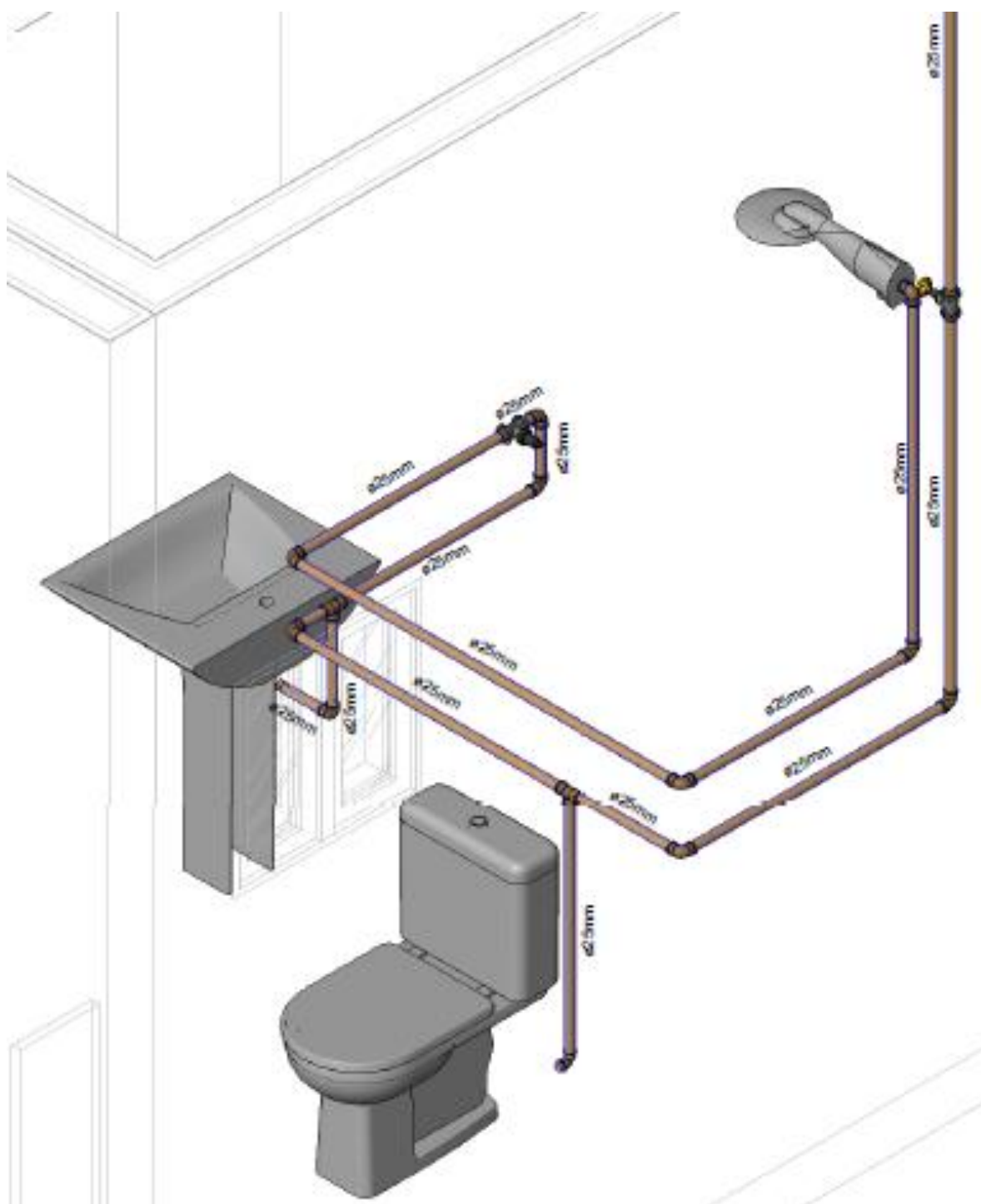


Figura 48: Isométrico WC Suíte 1, software Revit. Fonte: Autor

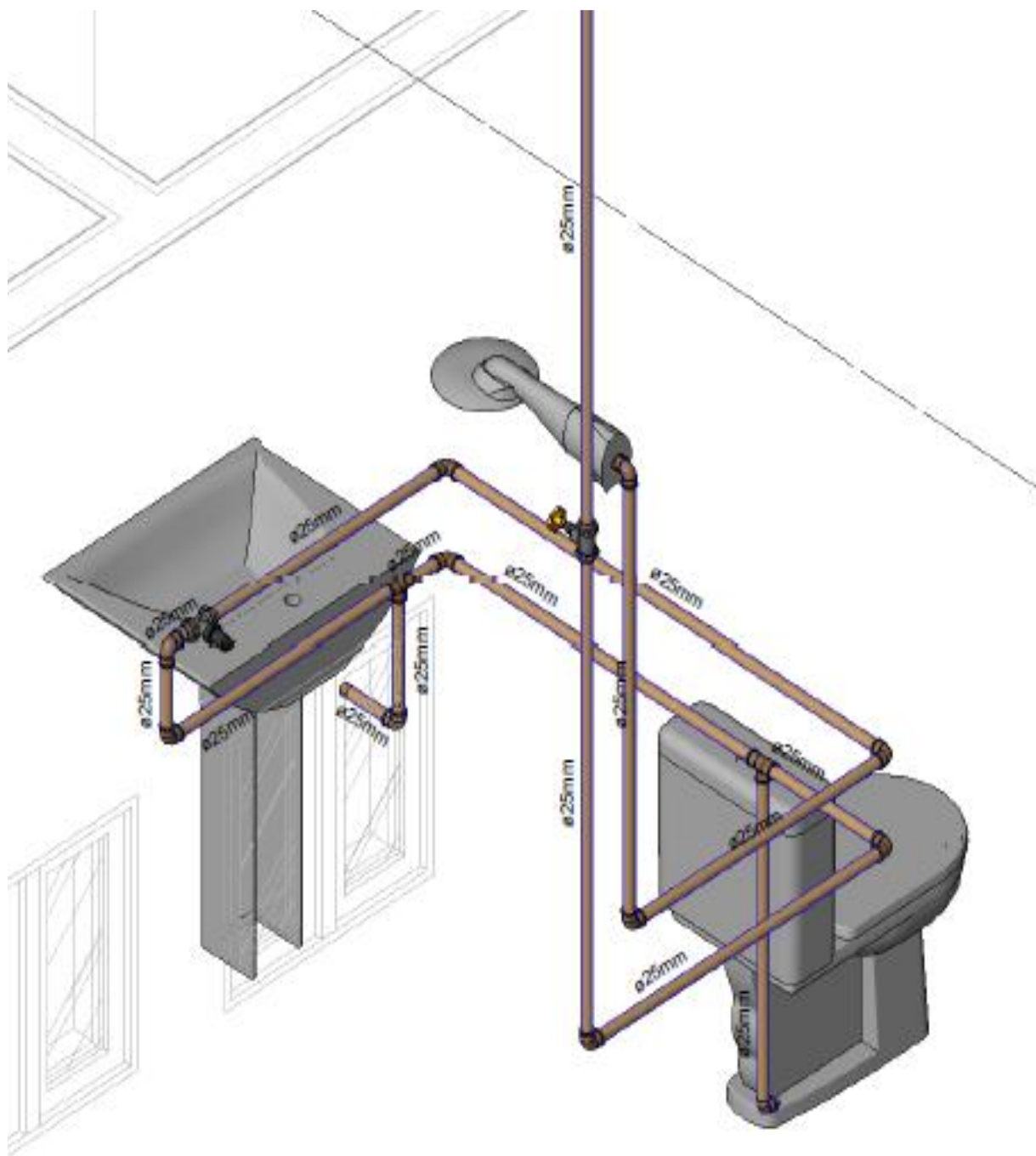


Figura 49: Isométrico WC Suíte 2, software Revit. Fonte: Autor

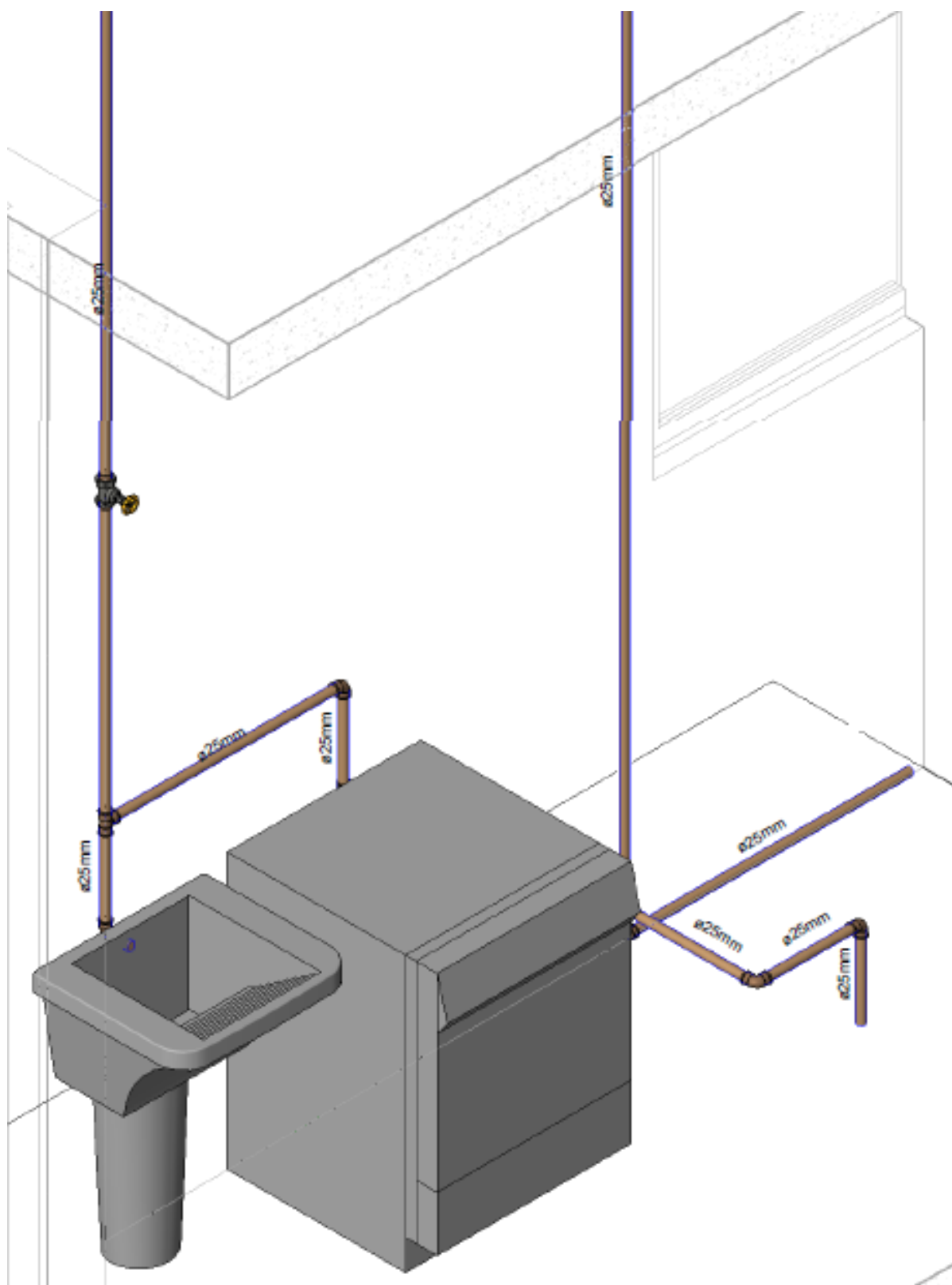


Figura 50: Isométrico Lavanderia, software Revit. Fonte: Autor

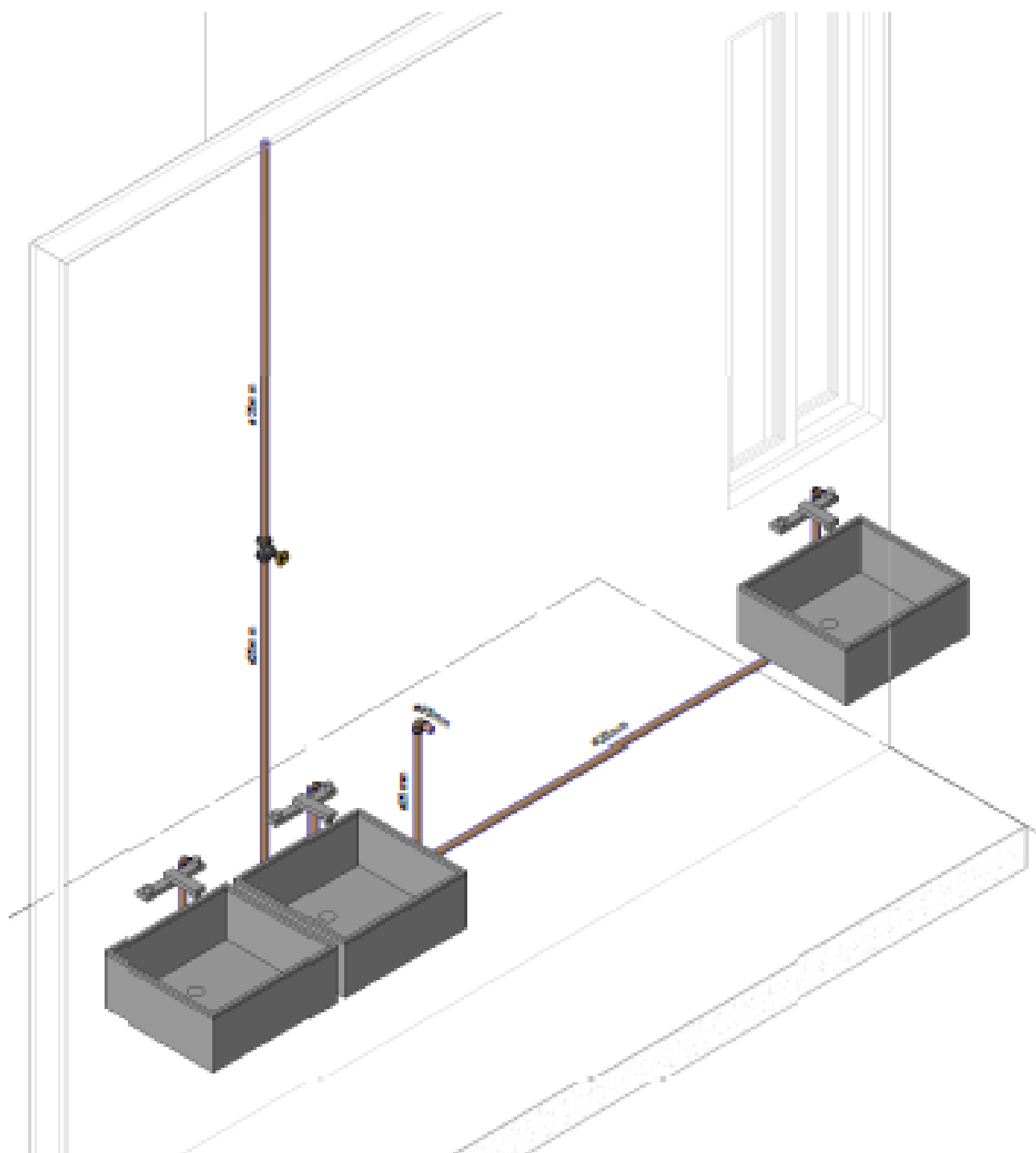


Figura 51: Isométrico Cozinha, software Revit. Fonte: Autor

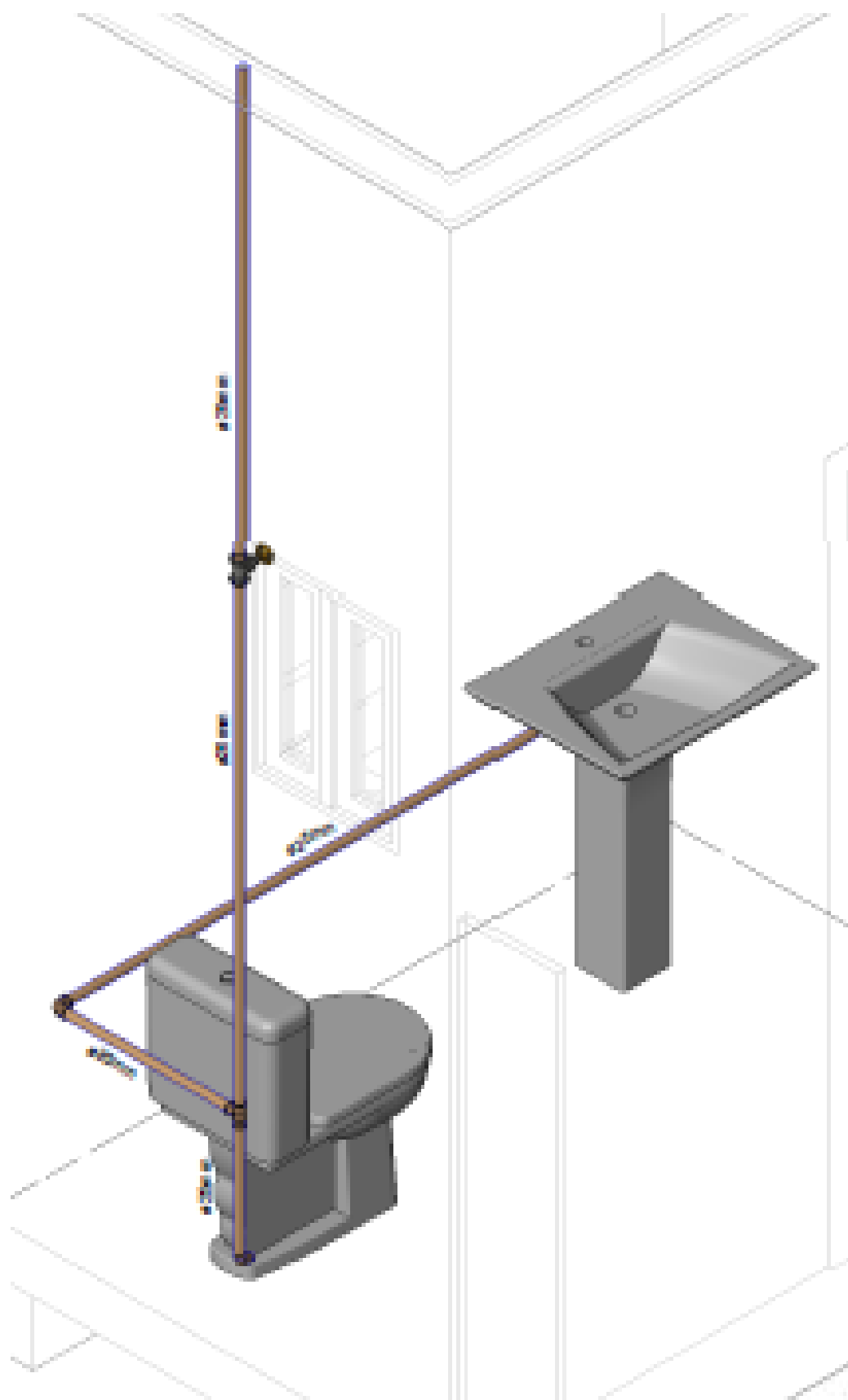


Figura 52: Isométrico Lavabo Externo, software Revit. Fonte: Autor

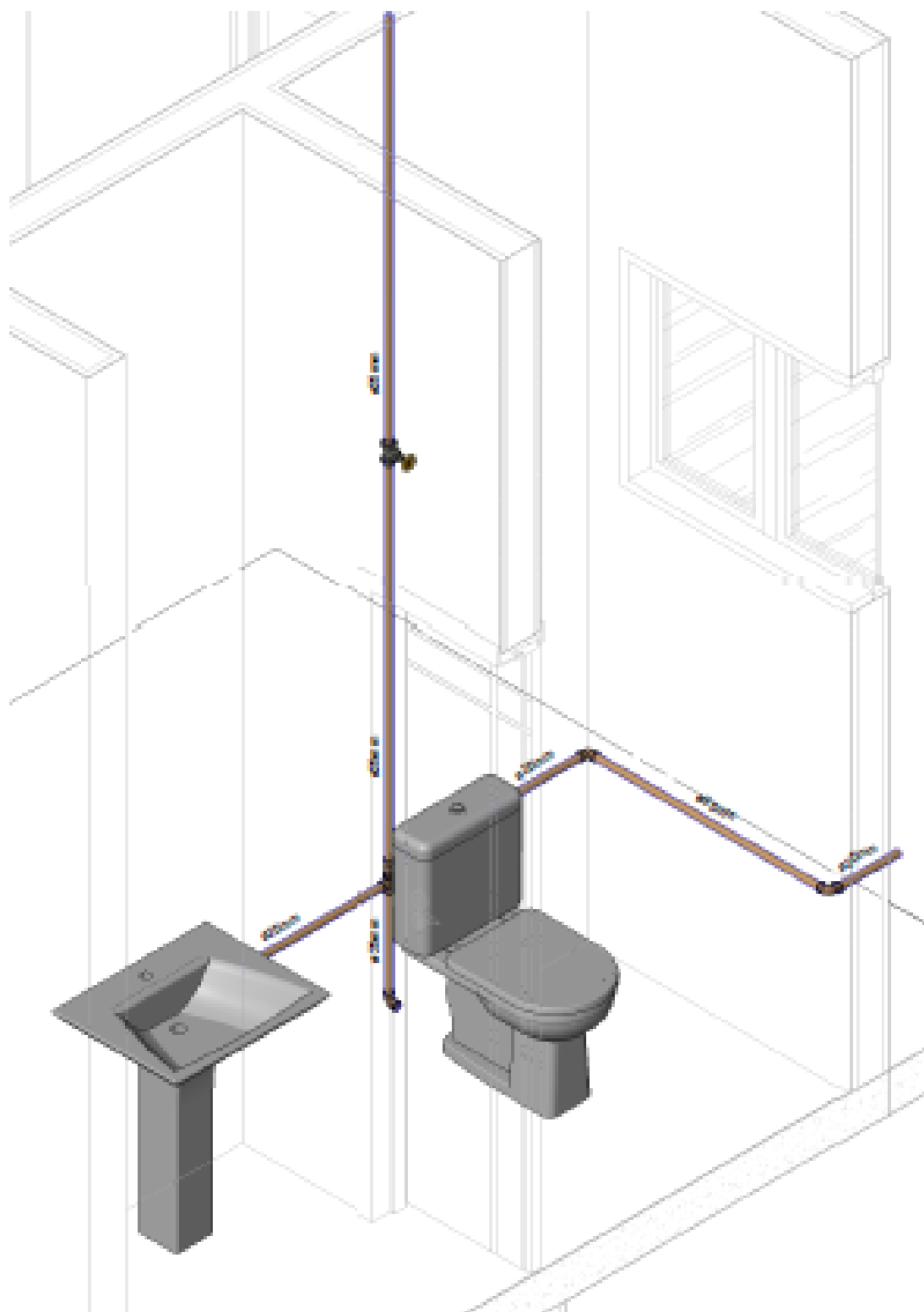


Figura 53: Isométrico Lavabo Interno, software Revit. Fonte: Autor

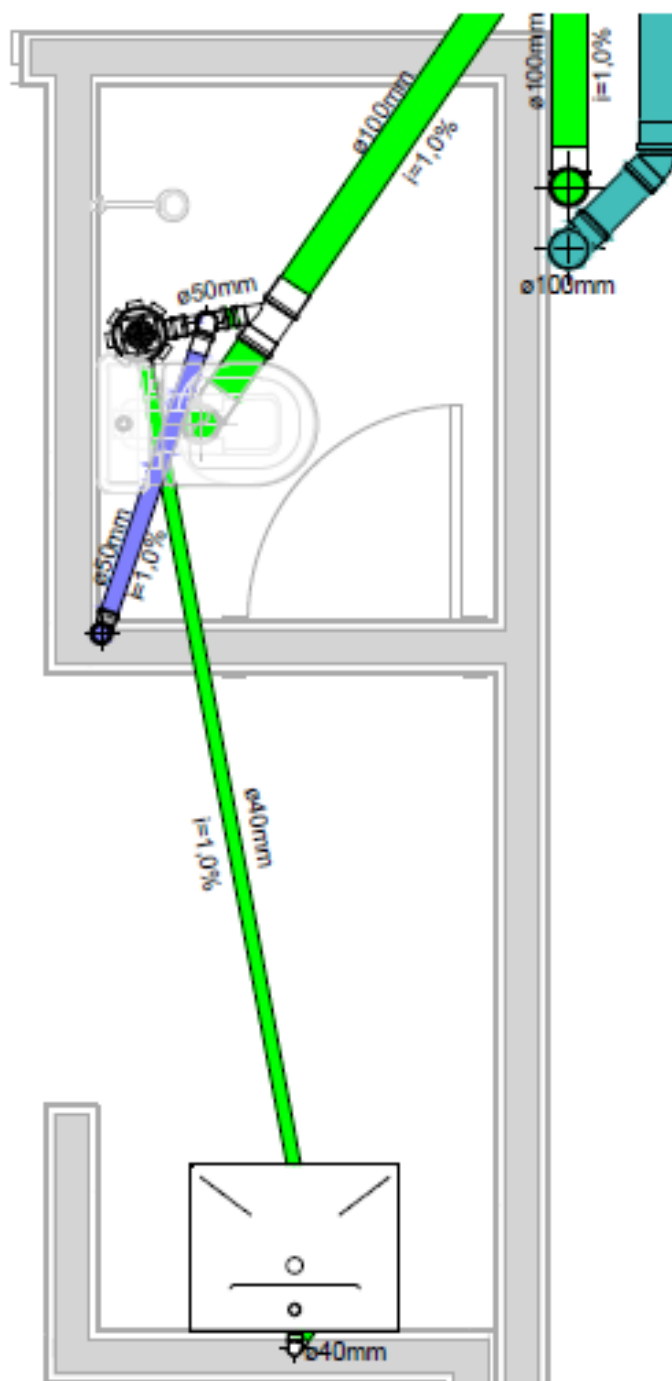


Figura 54: Detalhe Sanitário WC Térreo, software Revit. Fonte: Autor.

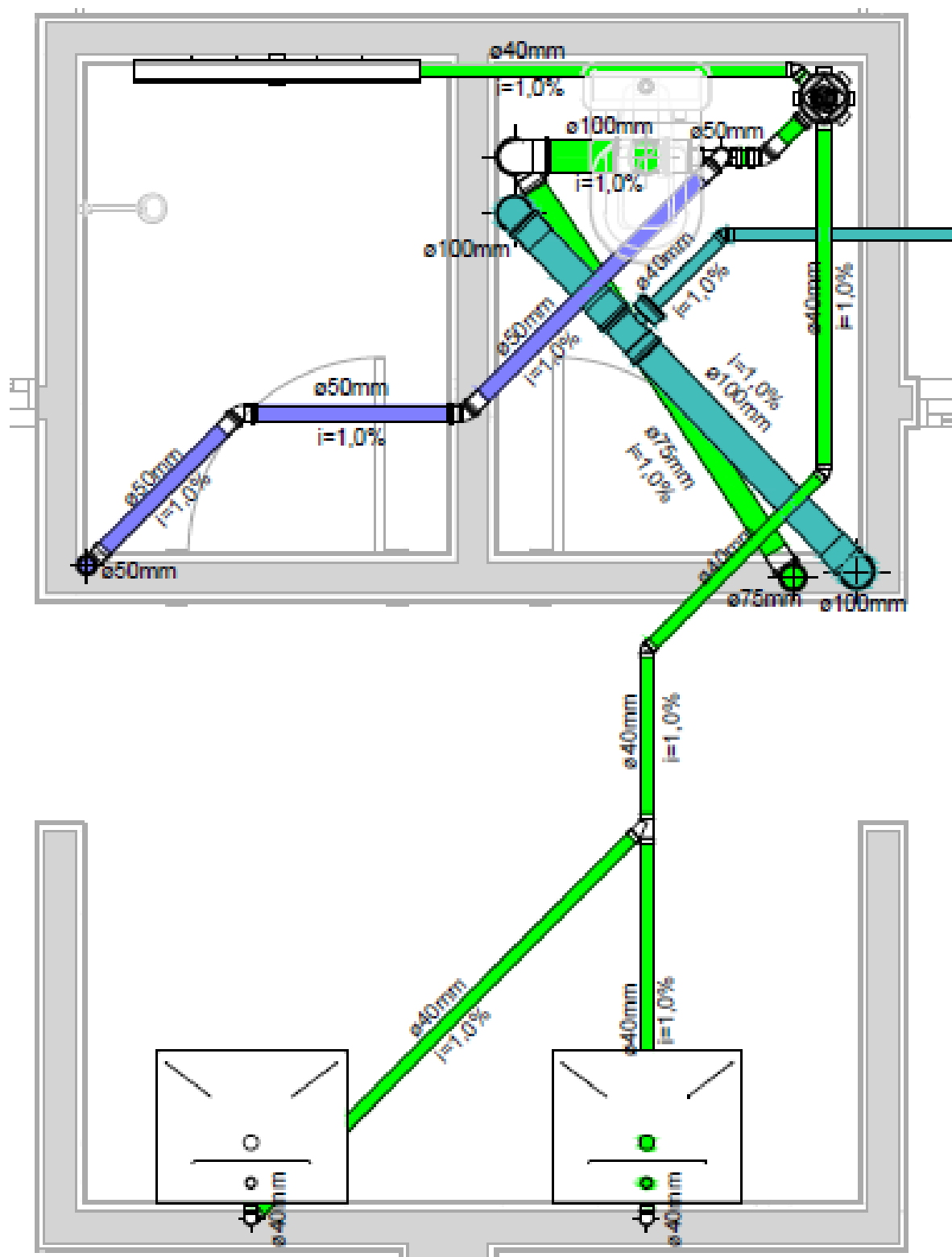


Figura 55: Detalhe Sanitário WC Demi Suítes 1 e 2, software Revit. Fonte: Autor

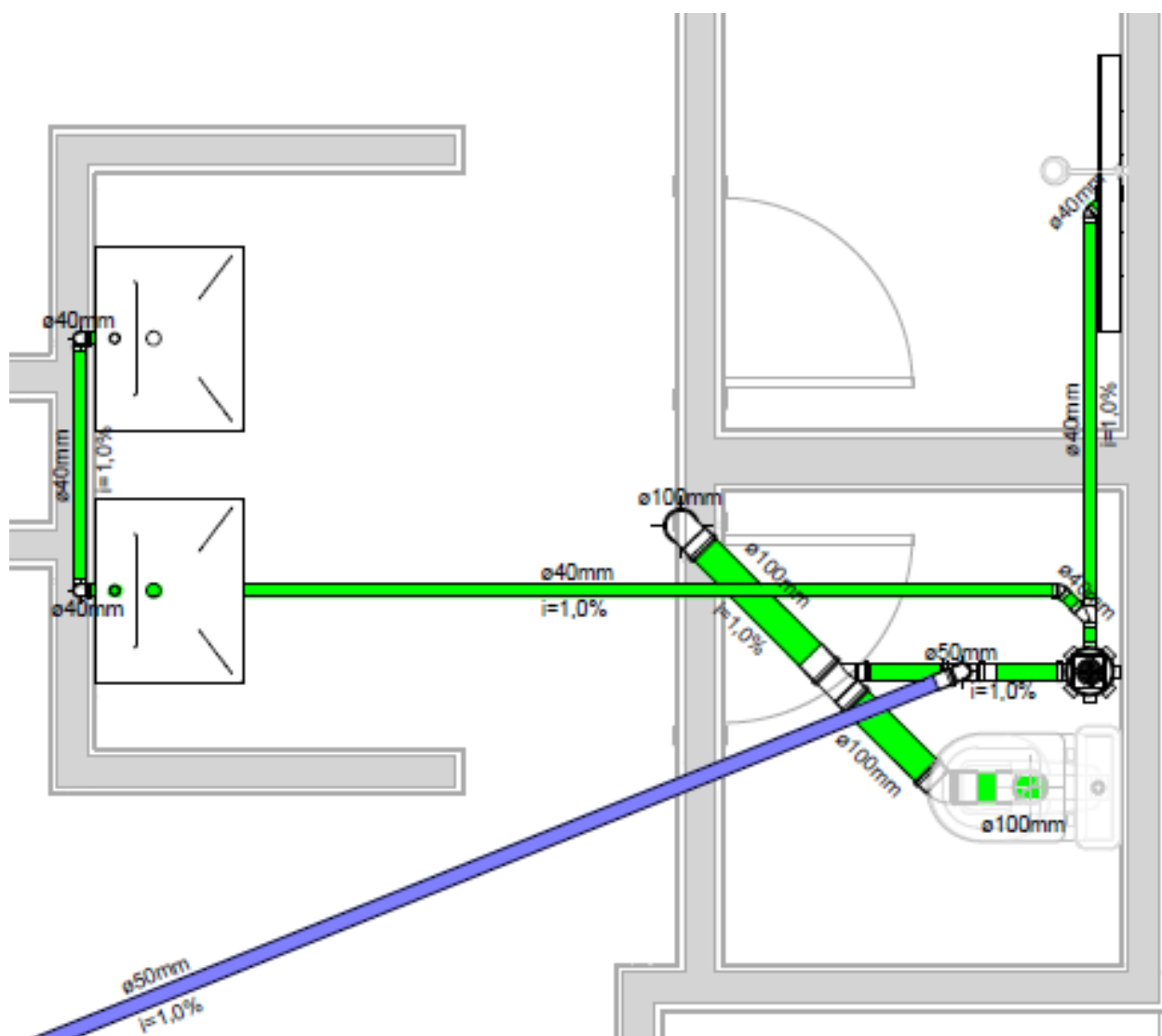


Figura 56: Detalhe Sanitário WC Demi Suítes 3 e 4, software Revit. Fonte: Autor.

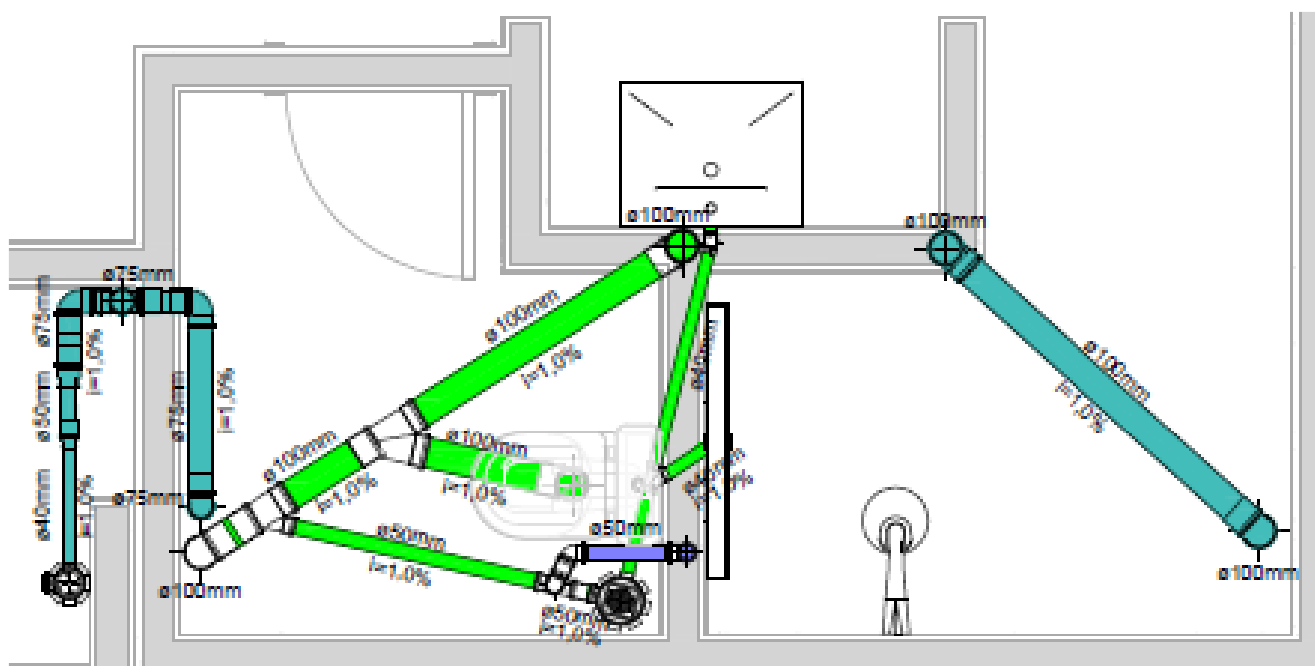


Figura 57: Detalhe Sanitário WC Suíte 1, software Revit. Fonte: Autor.

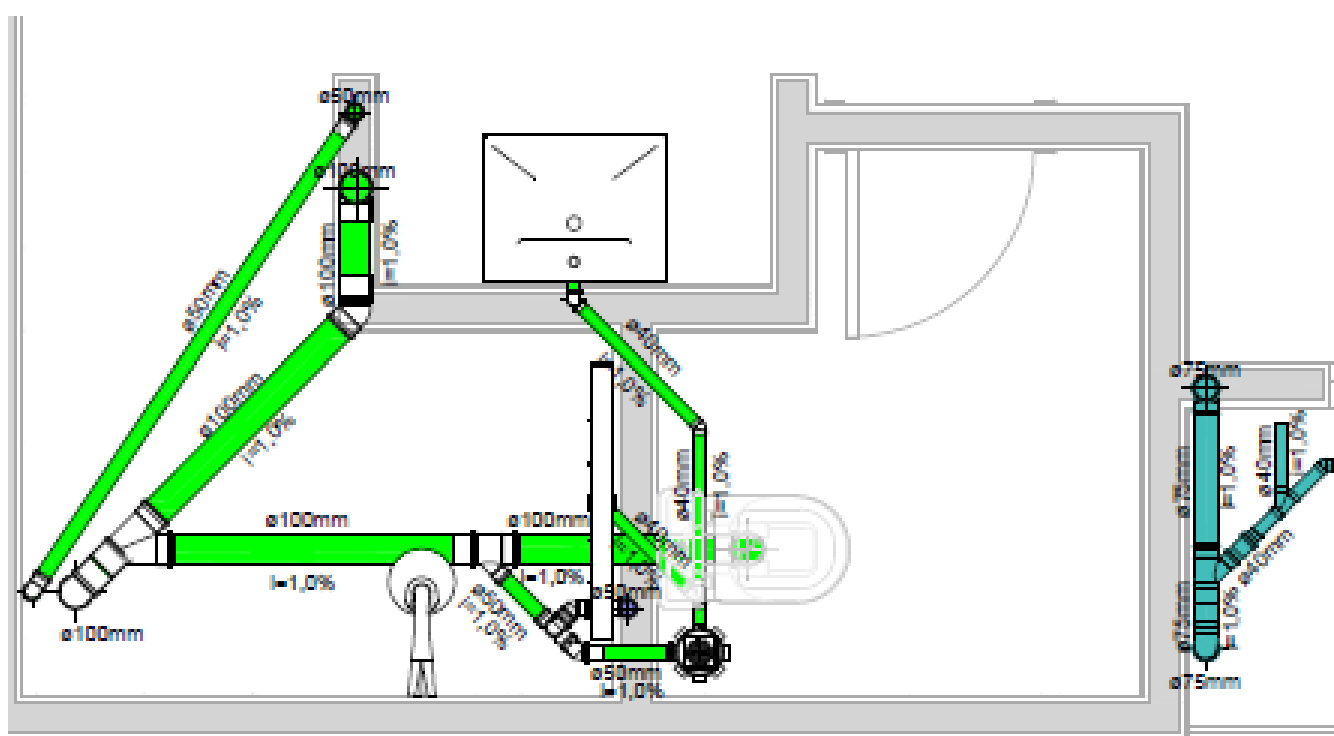


Figura 58: Detalhe Sanitário WC Suíte 2, software Revit. Fonte: Autor.

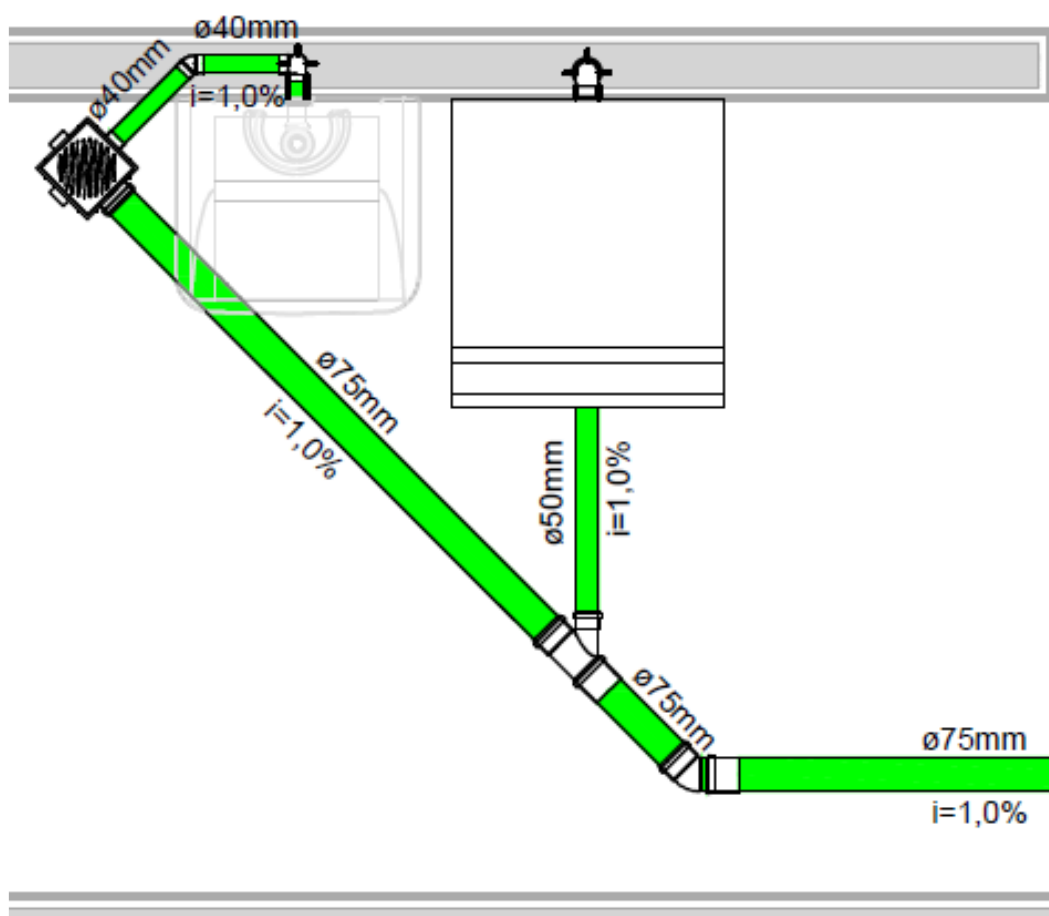


Figura 59: Detalhe Sanitário Lavanderia, software Revit. Fonte: Autor.

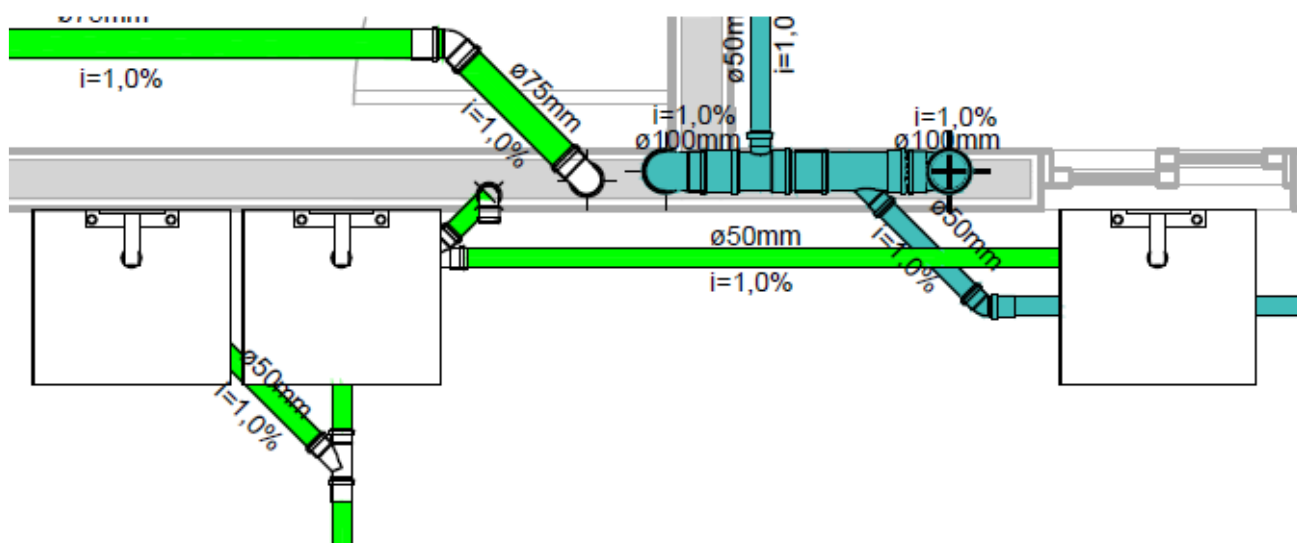


Figura 60: Detalhe Sanitário Cozinha, software Revit. Fonte: Autor.

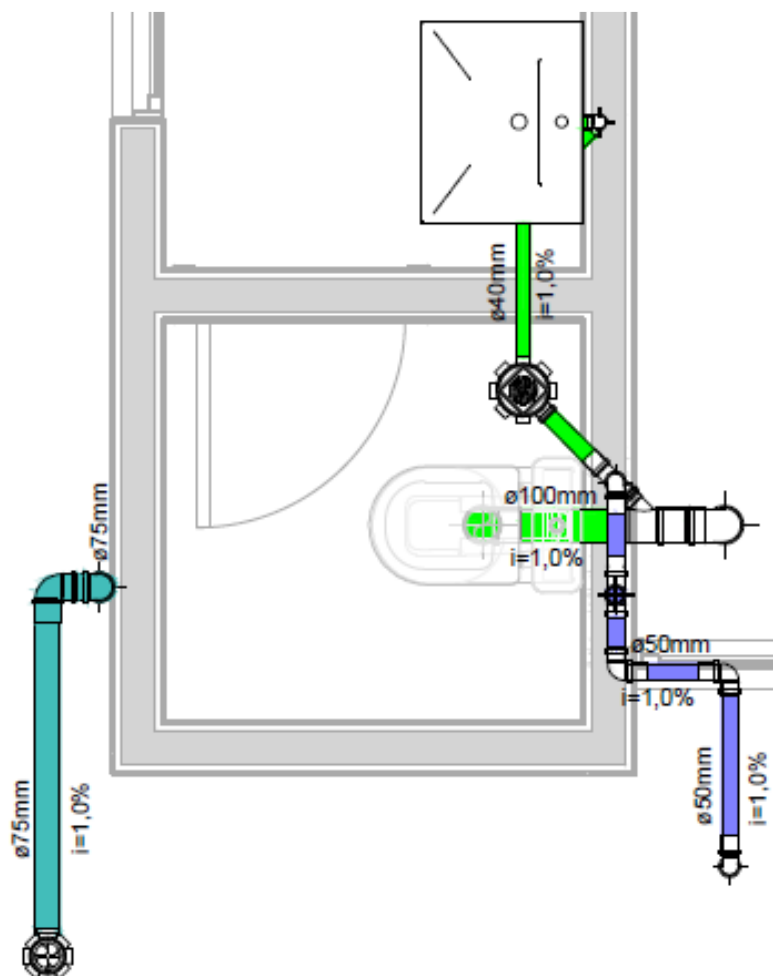


Figura 61: Detalhe Sanitário Lavabo Interno, software Revit. Fonte: Autor.

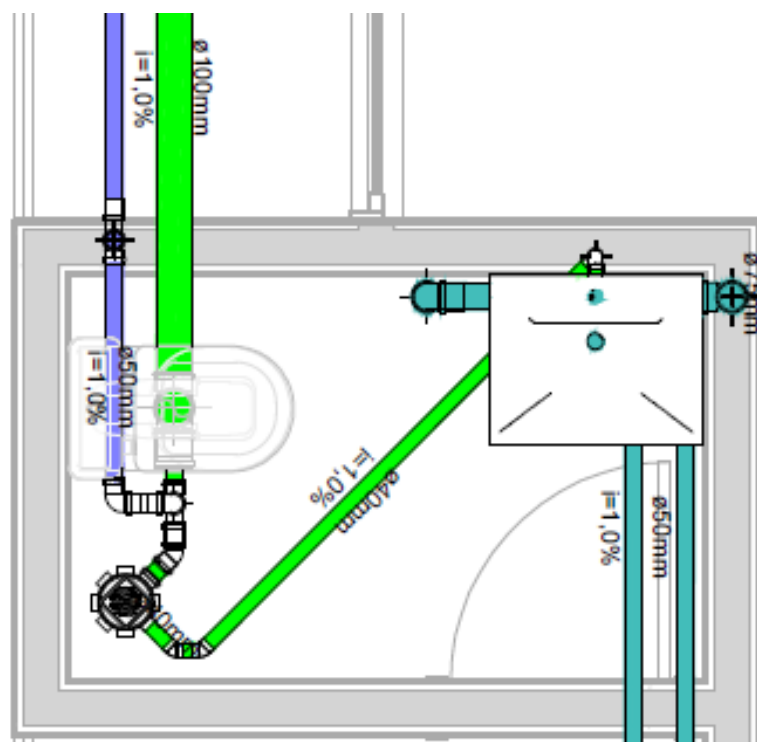


Figura 62: Detalhe Sanitário Lavabo Externo, software Revit. Fonte: Autor.

4.3 PROJETOS – SOFTWARE QIBUILDER

Acompanhando o formato de apresentação dos projetos feitos anteriormente nos softwares AutoCAD e Revit, seguem-se as imagens obtidas dos projetos realizados no software QiBuilder.

Dessa forma para o projeto de água fria (isométricos) estão indicadas nas Figuras 64 a 71. Para melhor entendimento das abreviações contidas nas Figuras consideradas na elaboração dos projetos estão constantes na Figura 63 que indicam as nomenclaturas, identificações das peças e cores dos condutos utilizados.

Os detalhamentos das plantas para o projeto sanitário estão elencados na sequência das Figuras 72 a 80, juntamente com as tubulações das águas pluviais, uma vez que essas tubulações foram projetadas umas próximas as outras. Além disso, as implantações do projeto hidrossanitário de cada pavimento encontram-se no Anexo D.

Para melhor visualização do projeto elaborado, no Anexo E estão as figuras 3D para cada área molhada, como também o projeto geral.

Além de que, todos os cálculos das pressões no ponto de utilização com menor pressão em cada ambiente, geradas pelo software estão no Anexo I.

Legenda de peças		
F1	PVC rígido soldável	
	Joelho 90° soldável 25 mm	1pç
F2	PVC rígido soldável	
	Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	1pç
F3	PVC rígido soldável	
	Luva soldável 25 mm	1pç
F4	Aparelho	
	Chuveiro 25mm x 3/4"	1pç
	PVC soldável azul c/ bucha latão	
F5	Joelho 90° soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"	1pç
	PVC rígido soldável	
F6	Tê 90 soldável 25 mm	1pç
	Metais	
F7	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	1pç
	PVC rígido soldável	
F8	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	2pç
	Aparelho	
F9	Torneira de lavatório 25 mm - 1/2"	1pç
	PVC Acessórios	
	Engate flexível plástico 1/2 - 30cm	1pç
F10	PVC soldável azul c/ bucha latão	
	Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão 25 mm- 1/2"	1pç
F11	Aparelho	
	Vaso Sanitário c/ cx. acoplada 1/2"	1pç
	PVC Acessórios	
F12	Engate flexível cobre cromado com canopla 1/2 - 30cm	1pç
	PVC misto soldável	
F13	Joelho de redução soldável c/ rosca 25 mm - 1/2"	1pç
Legenda das indicações		
CH Chuveiro - 25mm x 3/4"		
LV Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"		
RG Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável - 3/4"		
RP Registro de pressão c/ canopla cromada - 3/4"		
VS Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"		
Legenda de condutos		
Esgoto		
		
Esgoto (Gordura)		
		
Pluvial		
		
Ventilação		
		

Figura 63: Legenda de indicações, peças e condutos WC Demi Suíte 3 e 4, QiBuilder. Fonte: Autor.



Figura 64: Detalhe isométrico água fria WC Térreo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

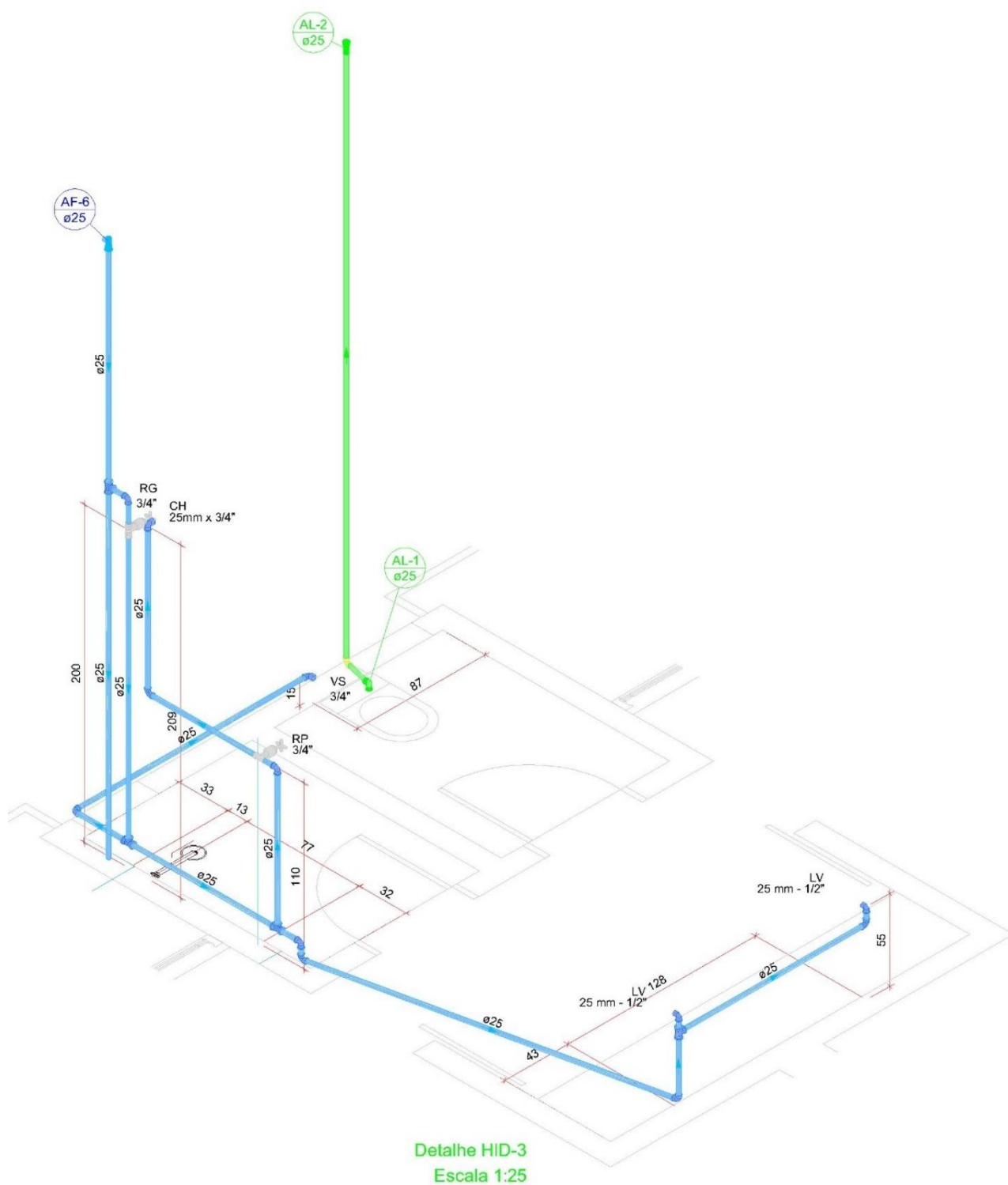


Figura 65: Detalhe isométrico água fria WC Demi Suíte 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

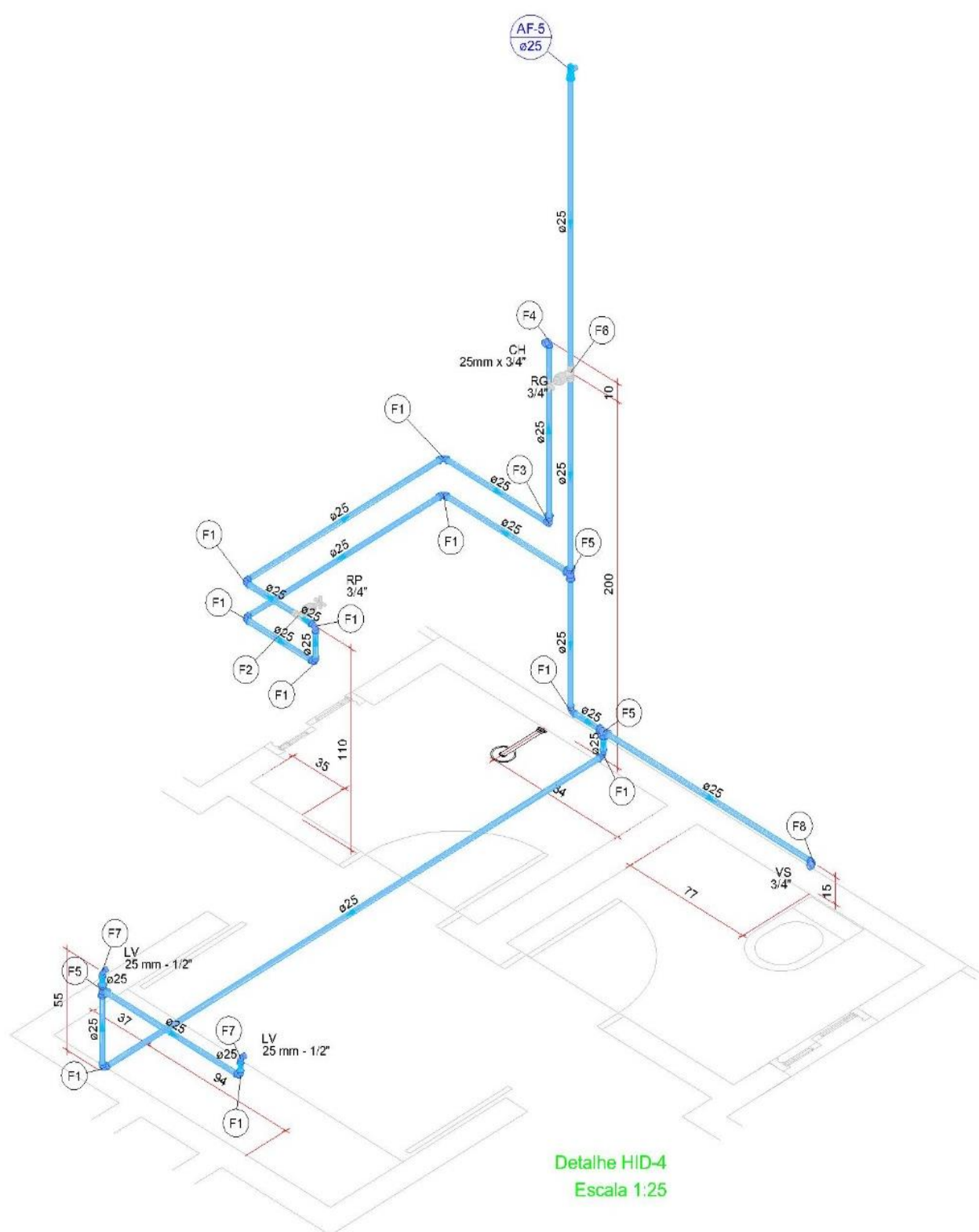


Figura 66: Detalhe isométrico água fria WC Demi Suíte 3 e 4, software QiBuilder. Fonte:Autor.

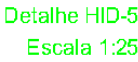


Figura 67: Detalhe isométrico água fria WC Suítes 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

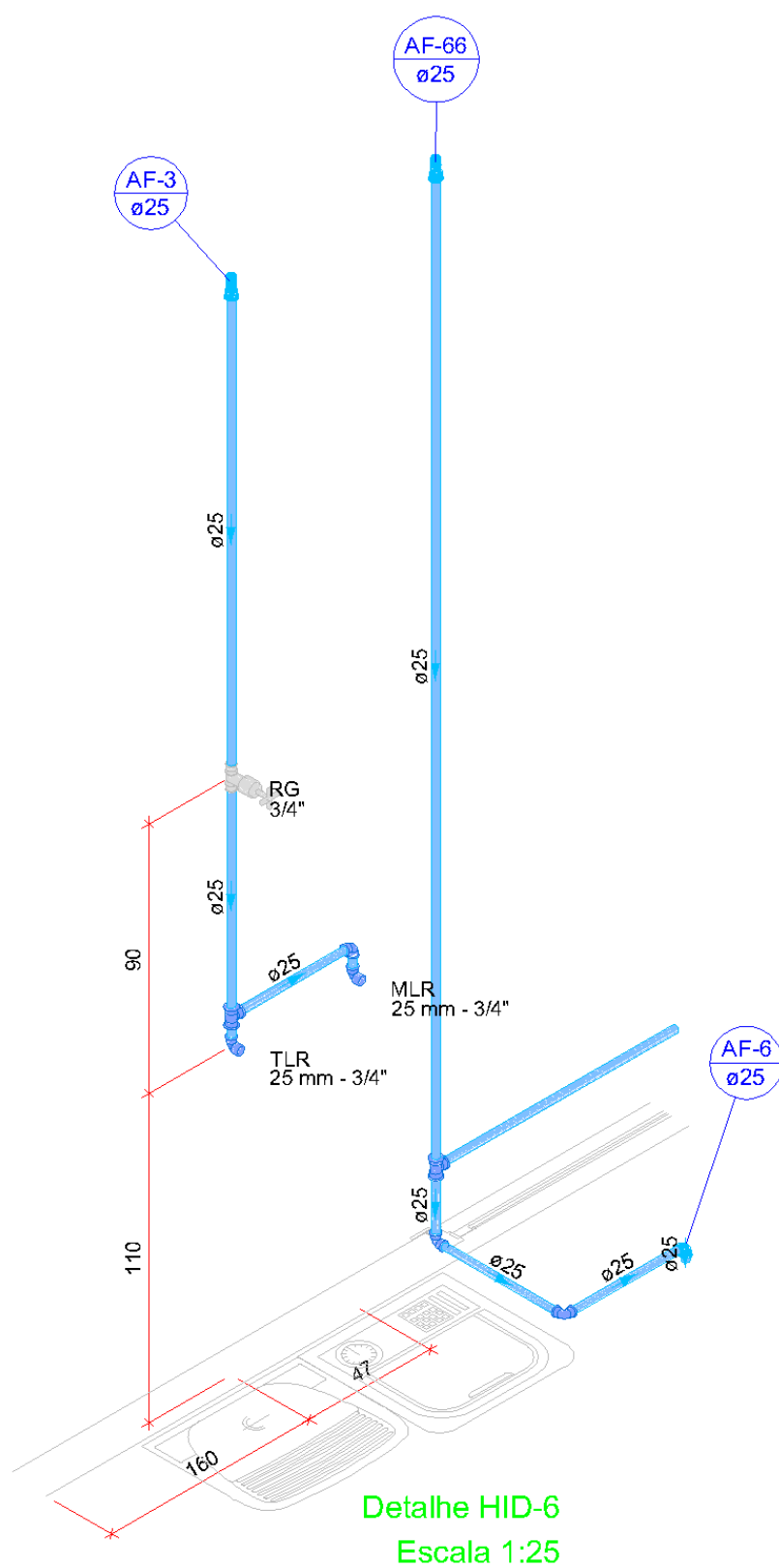


Figura 68: Detalhe isométrico água fria Lavanderia, software QiBuilder. Fonte: Autor.

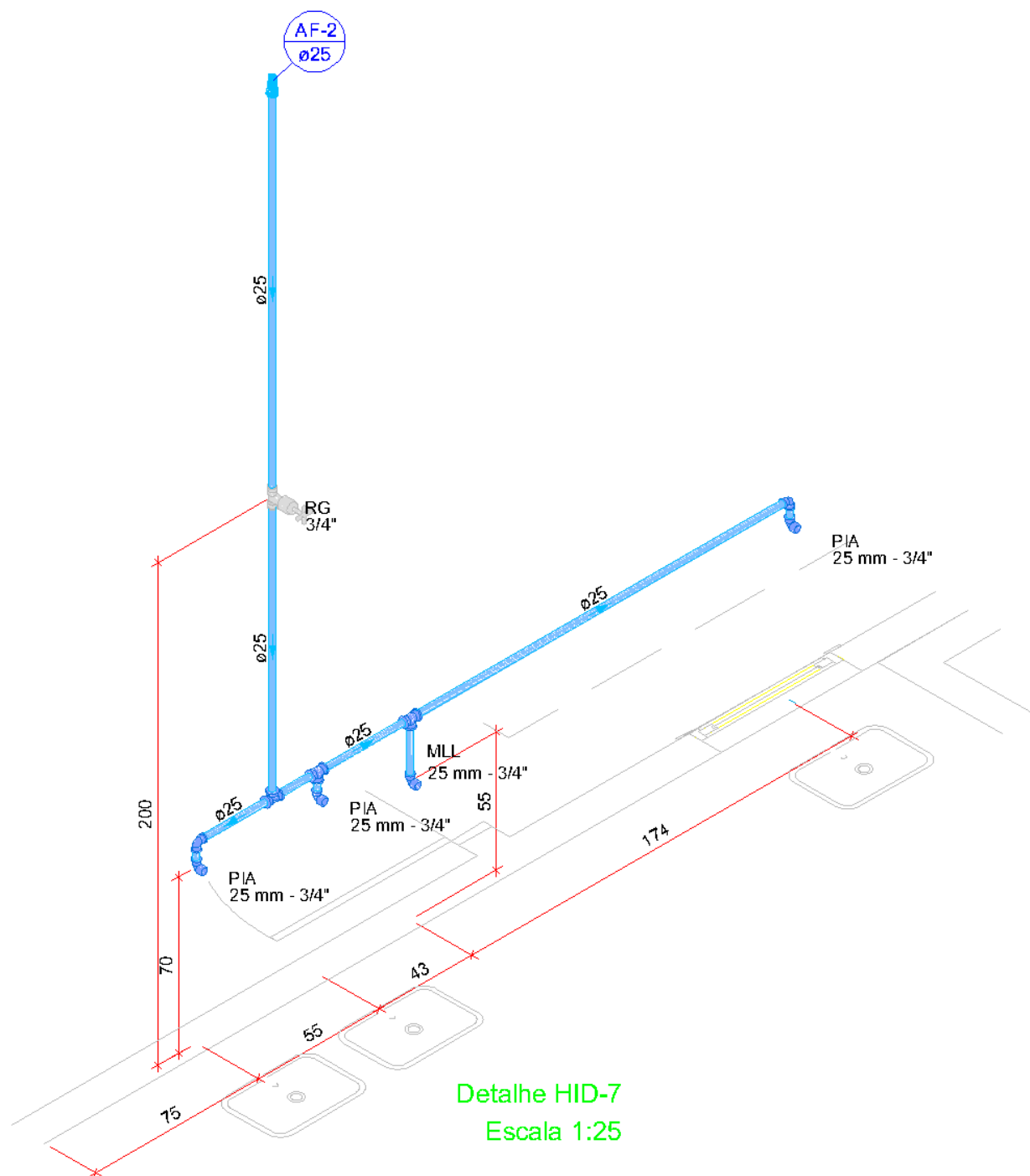


Figura 69: Detalhe isométrico água fria Cozinha, software QiBuilder. Fonte: Autor.

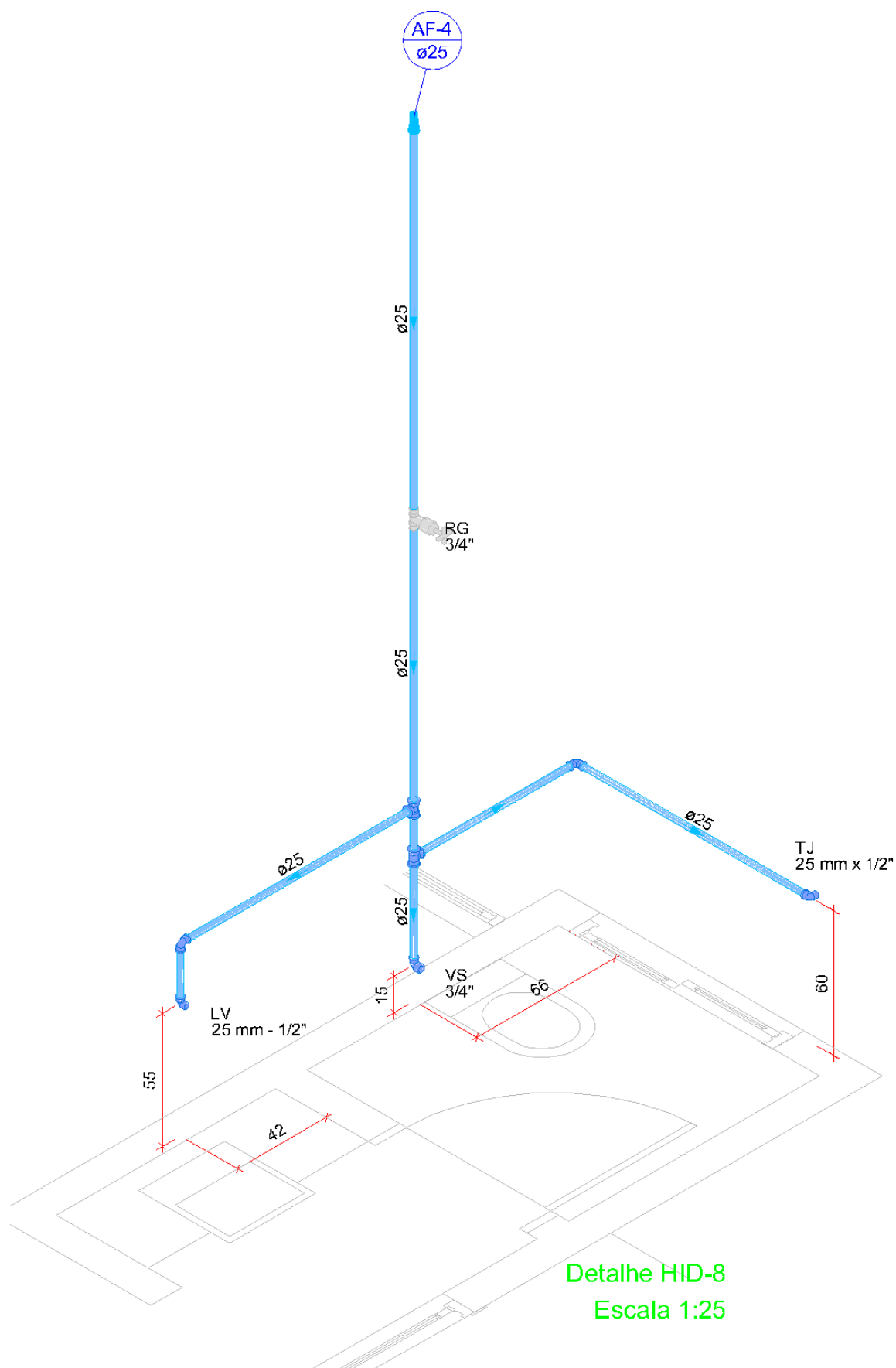


Figura 70: Detalhe isométrico água fria Lavabo interno, software QiBuilder. Fonte: Autor.

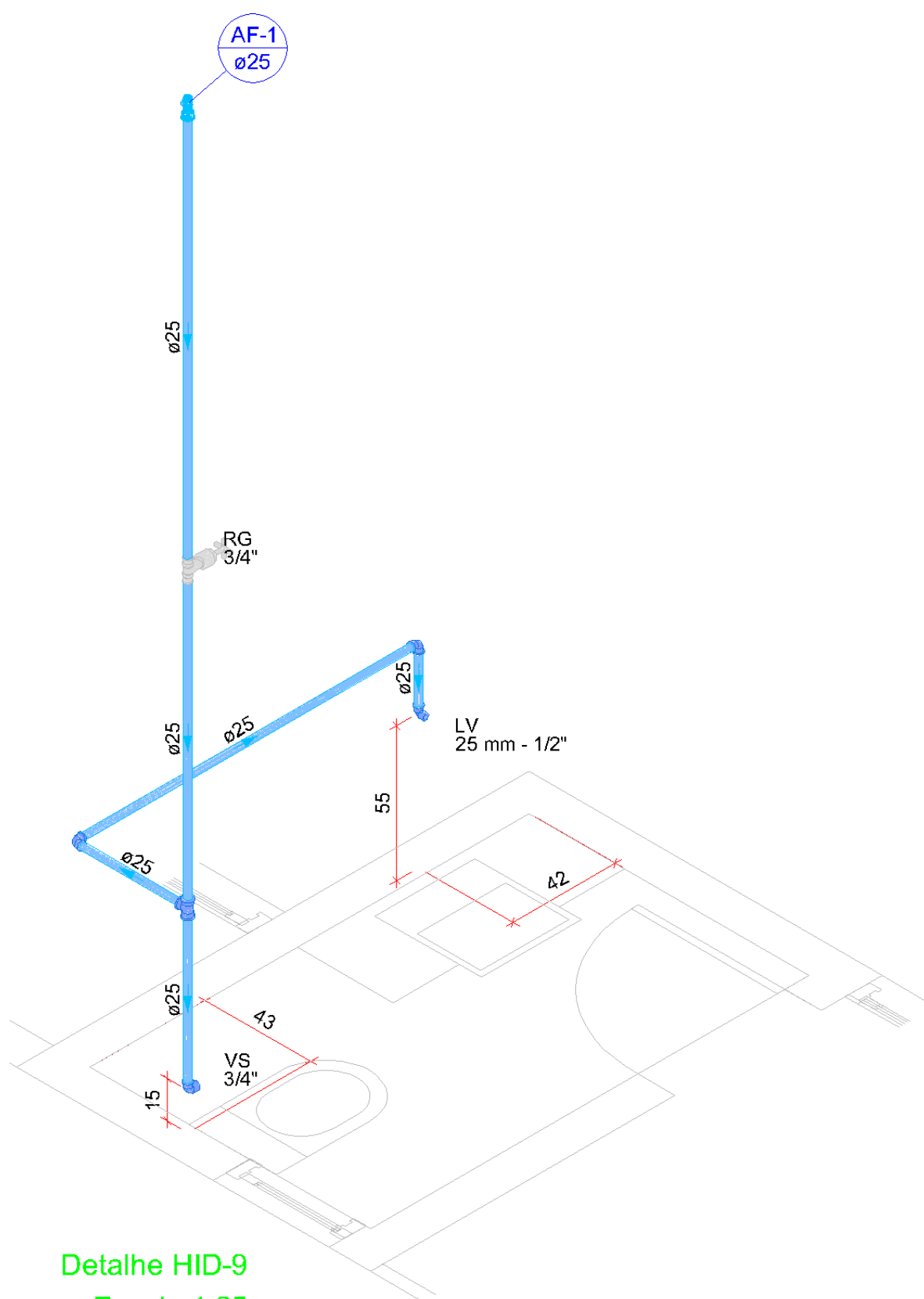


Figura 71: Detalhe isométrico água fria Lavabo externo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

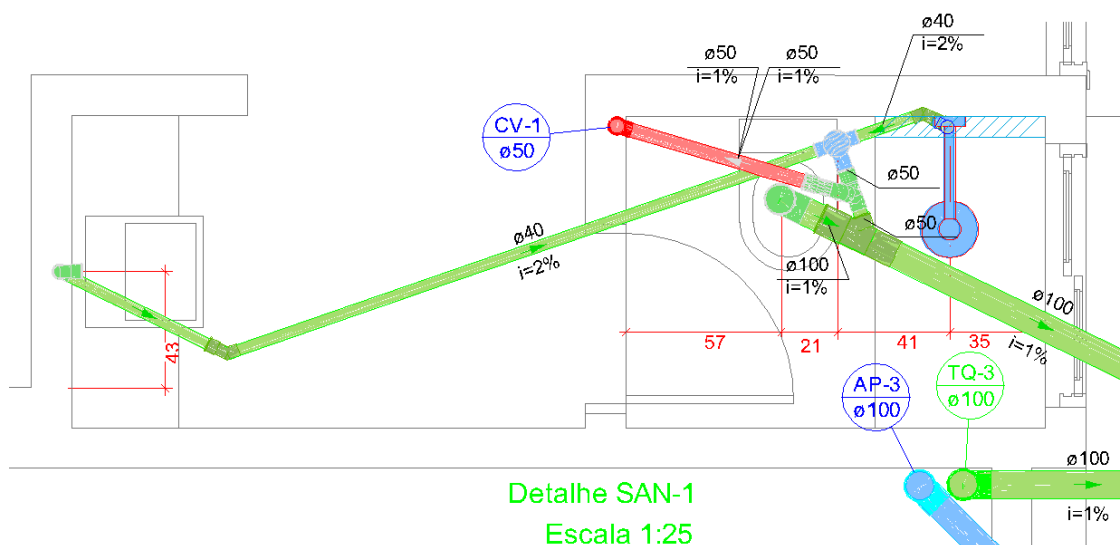


Figura 72: Detalhe sanitário WC Térreo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

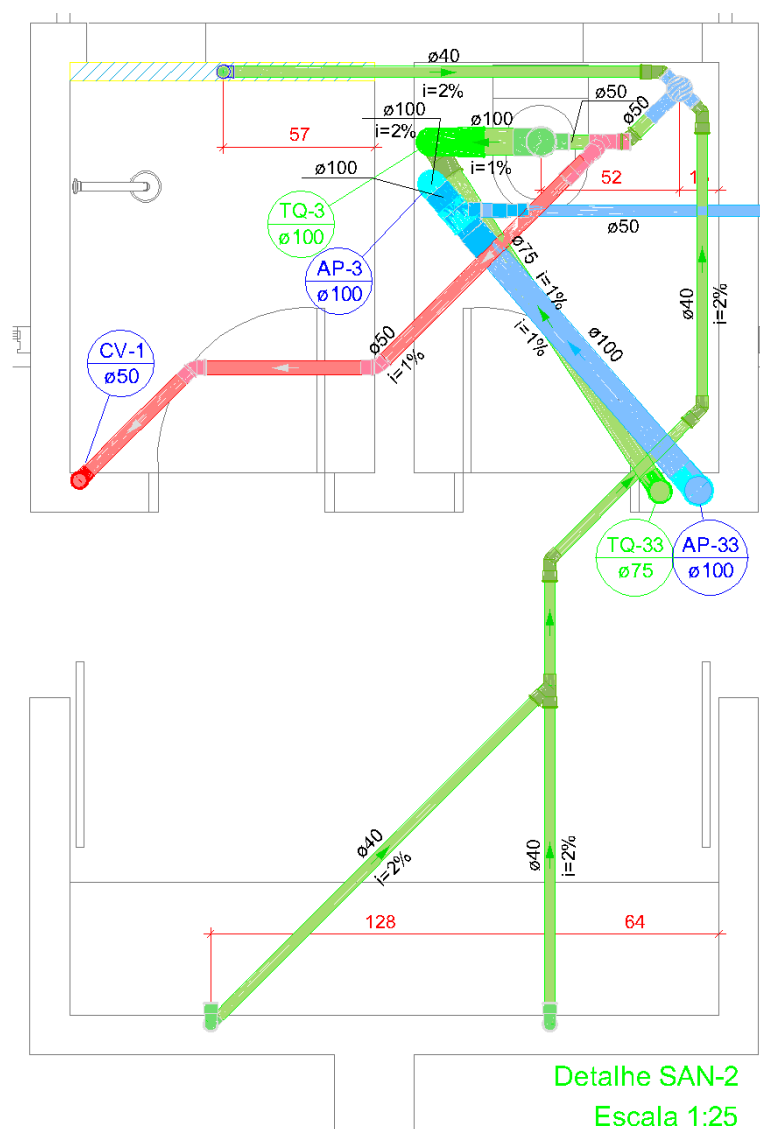


Figura 73: Detalhe sanitário WC Demi Suítes 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

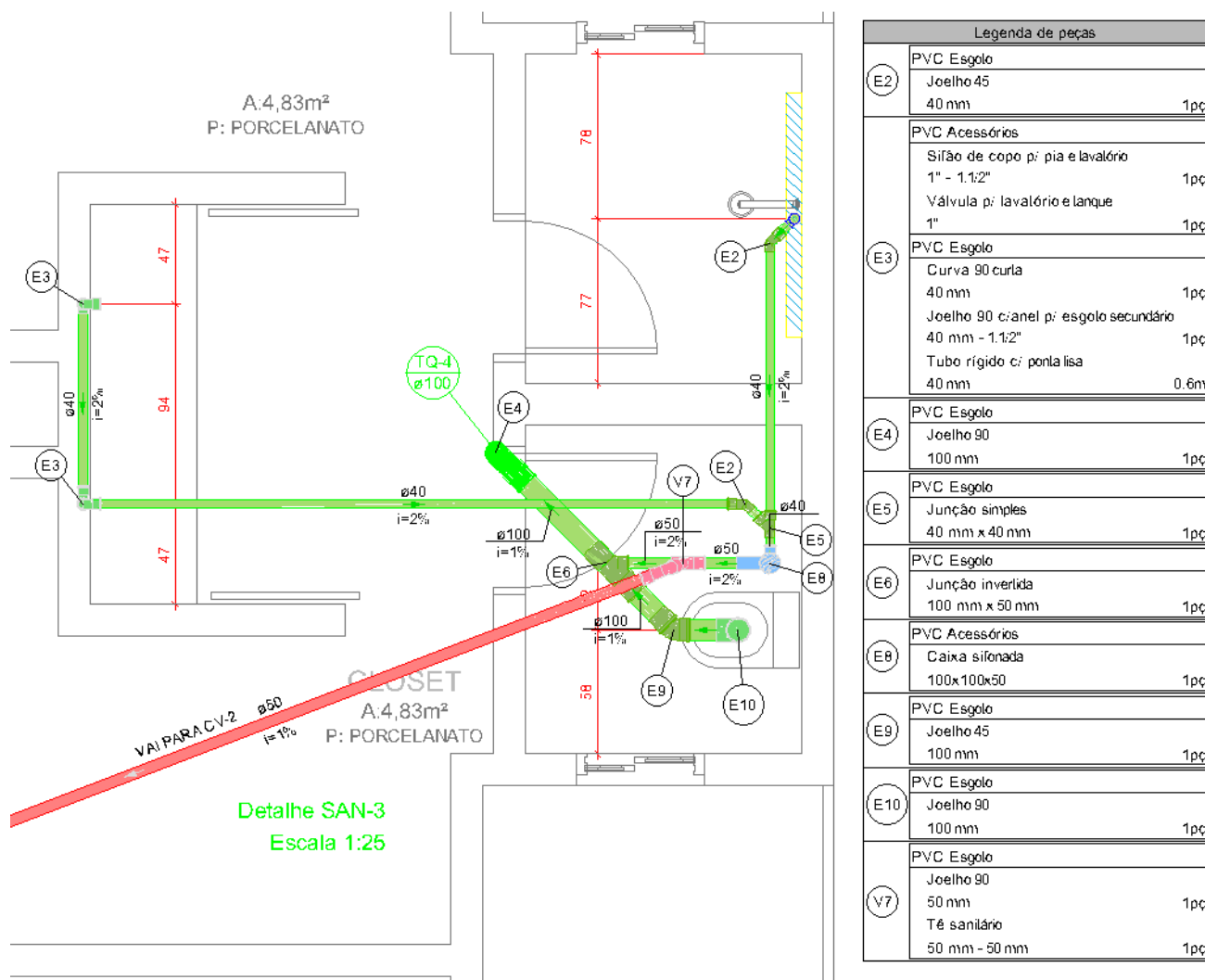


Figura 74: Detalhe sanitário WC Demi Suítes 3 e 4, software QiBuilder. Fonte: Autor.

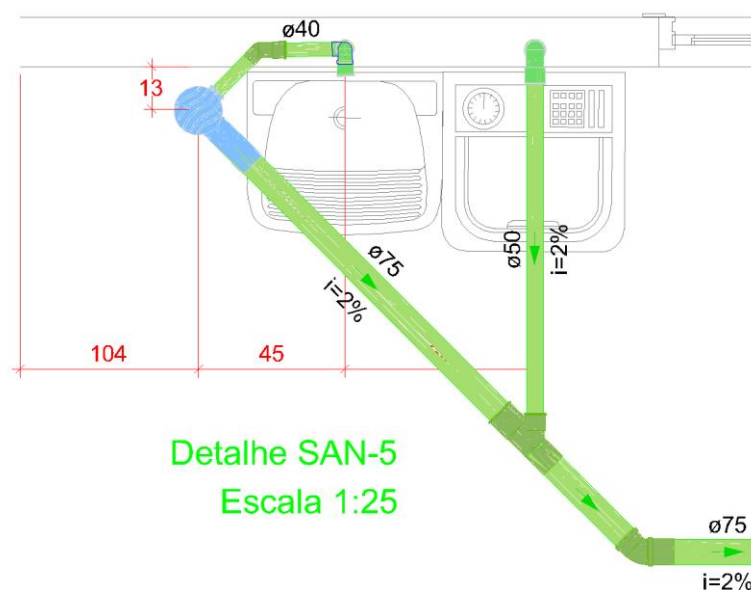
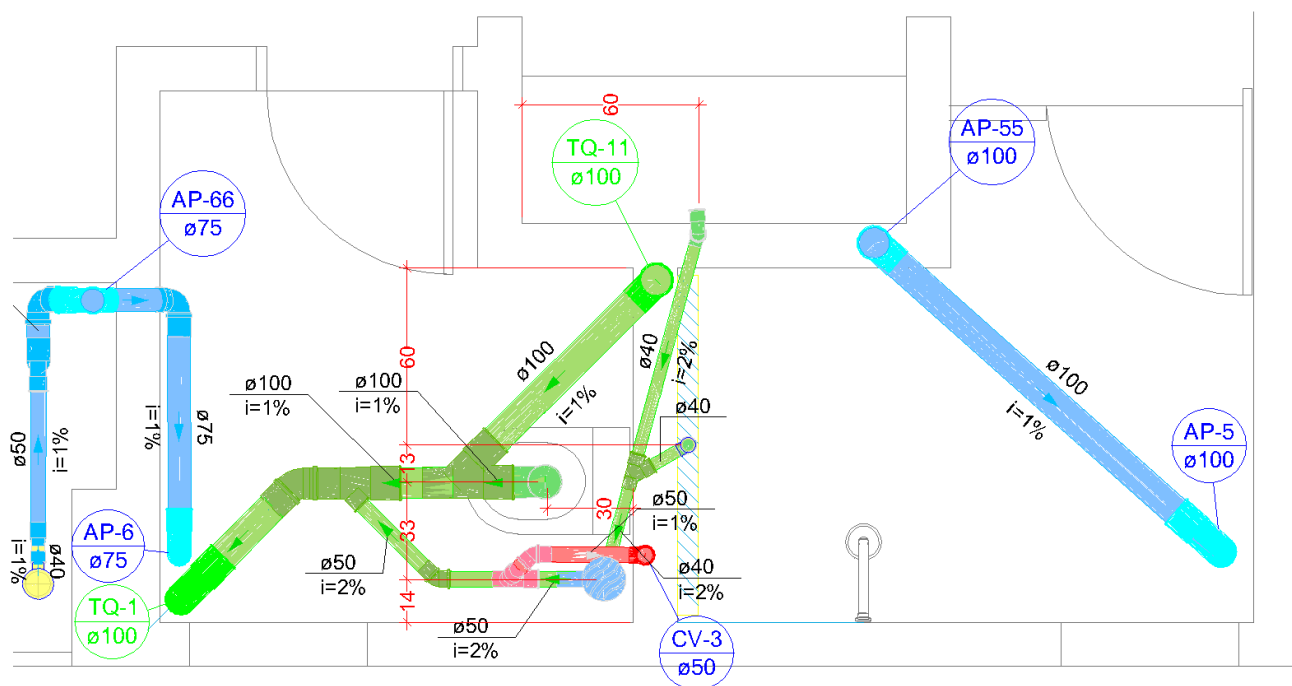
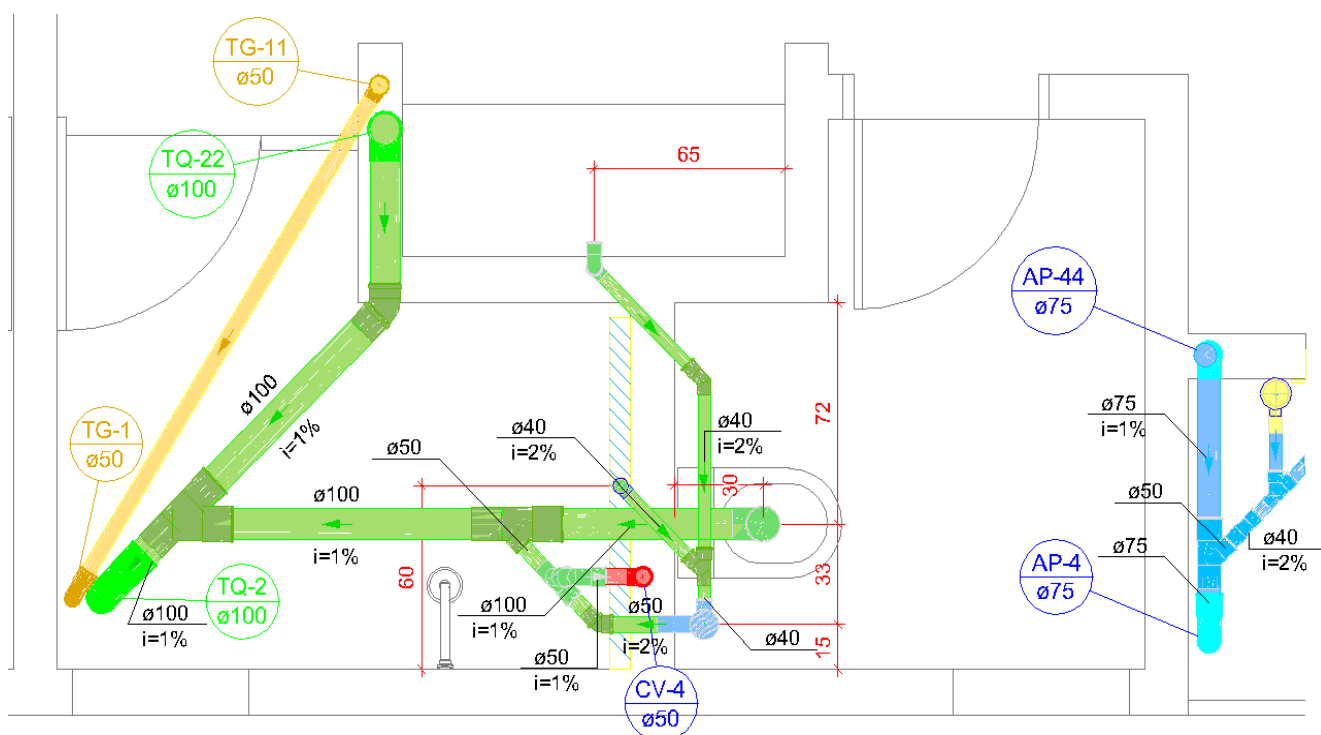


Figura 75: Detalhe sanitário Lavanderia, software QiBuilder. Fonte: Autor.



Detalhe SAN-4A

Figura 76: Detalhe sanitário Suíte 1, software QiBuilder. Fonte: Autor.



Detalhe SAN-4B

Escala 1:25

Figura 77: Detalhe sanitário Suíte 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

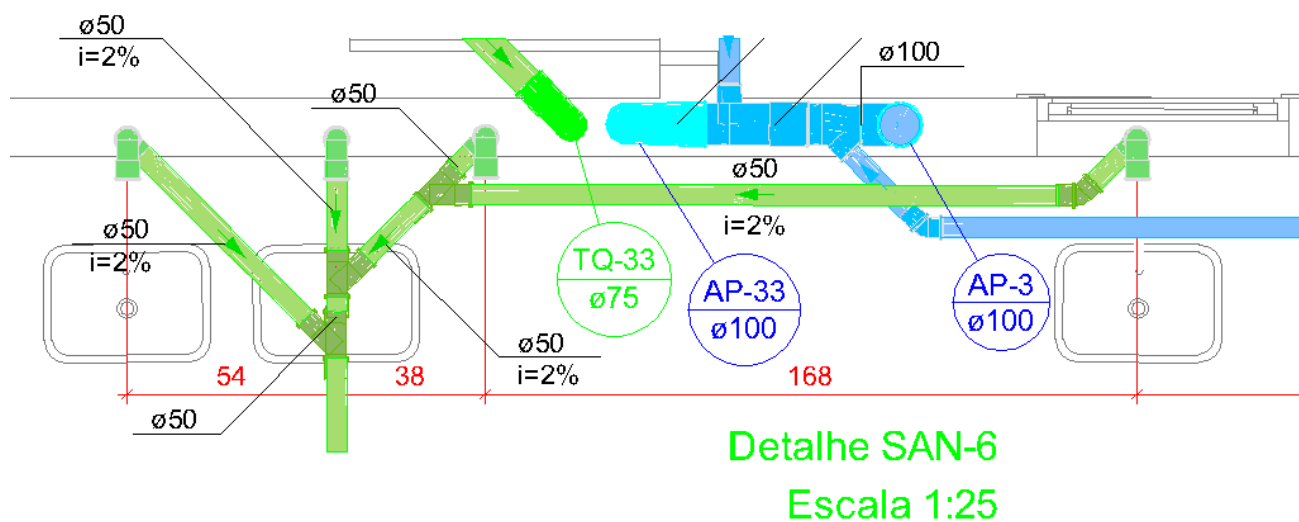


Figura 78: Detalhe sanitário Cozinha, software QiBuilder. Fonte: Autor.

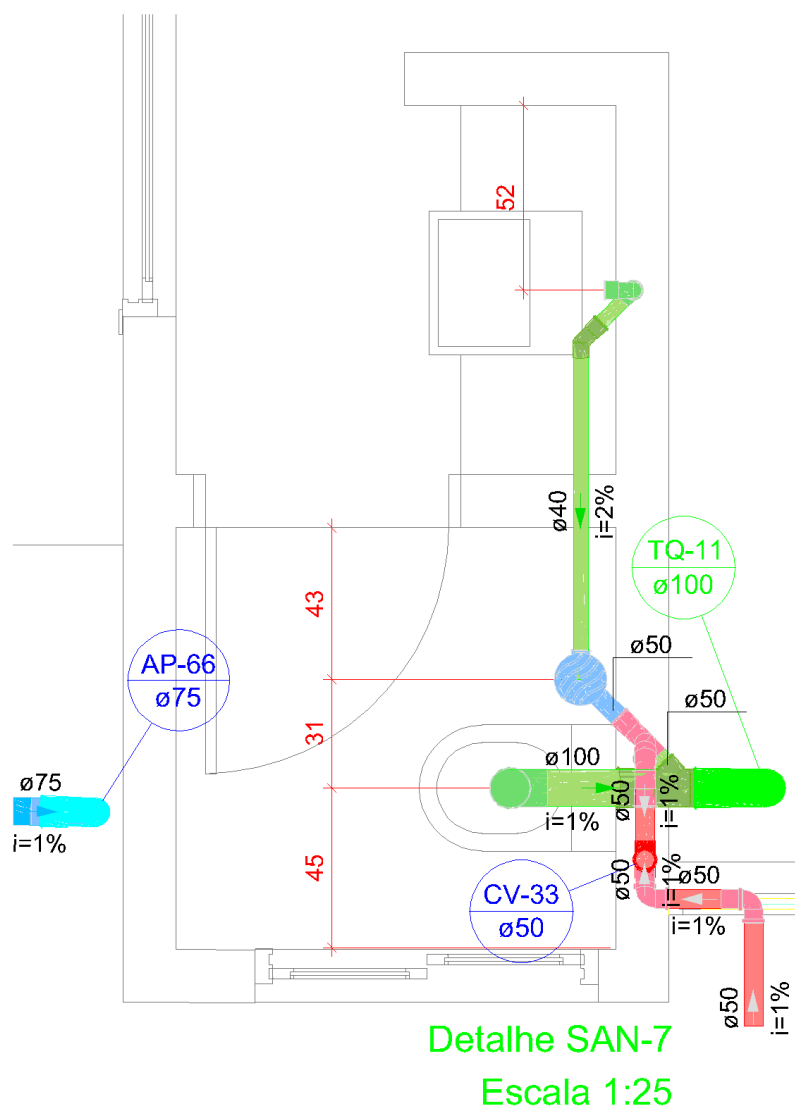
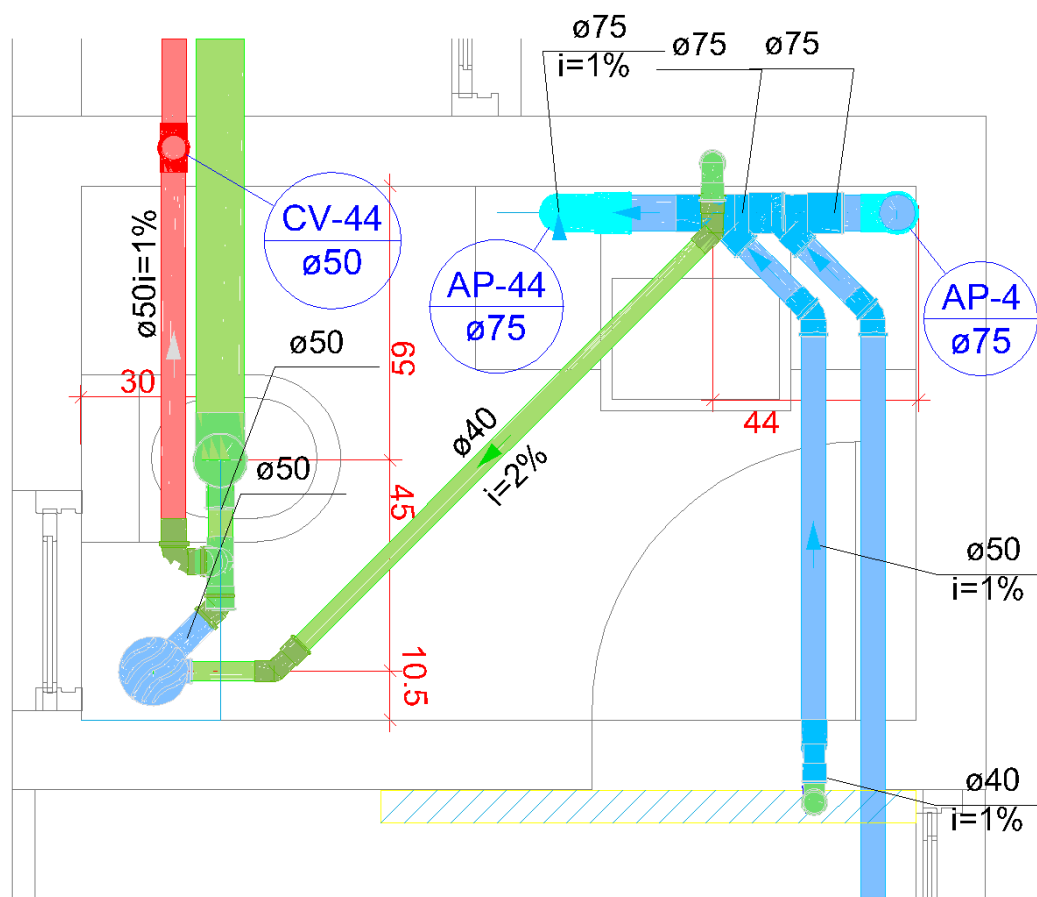


Figura 79: Detalhe sanitário Lavabo Interno, software QiBuilder. Fonte: Autor.



Detalhe SAN-8

Escala 1:25

Figura 80: Detalhe sanitário Lavabo Externo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES

Finalizado os projetos hidrossanitários utilizando-se os três softwares propostos inicialmente, foi elaborado a comparação entre esses, tendo em vista as funções disponibilizadas em cada software avaliadas durante a modelagem. Assim a Tabela 12, apresenta um resumo dessas comparações que o autor percebeu com maiores relevâncias, bem como a descrição de alguns parâmetros observados.

Análise Comparativa entre Softwares - Projetos Hidrossanitários			
Recurso	Softwares		
	Autocad	Revit	QiBuilder
Modelagem 2D projeto hidrossanitário	x	x	x
Modelagem 3D projeto hidrossanitário		x	x
Flexibilidade no lançamento	x		
Automatização de etapas durante modelagem		x	x
Inserção de elementos paramétricos		x	x
Lista de materiais automatizada		x	x
Lançamento de tubulações, simbologia e indicações automatizado			x
Representação bifilar realista dos Isométricos		x	x
Nível de detalhamento elevado*		x	x
Interoperabilidade 2D / 3D	x	x	x
Dimensionamento hidráulico			x
*Nível de detalhamento em relação ao momento de lançamento.			

Tabela 12: Análise comparativa entre os softwares. Fonte: Autor

Em relação a modelagem 2D, todos os softwares, apresentaram um bom desempenho, com um vasto cadastro de peças/blocos disponibilizados, permitindo representar as conexões das tubulações de forma clara e visível a encontrar conflitos nos traçados. No entanto, todo o processo ocorre sem nenhuma automatização no software Autocad, conseqüentemente o usuário deve posicionar cada conexão manualmente.

Quando da realização na modelagem 3D que foi um dos principais diferenciais entre a tecnologia BIM e CAD, pois cada nível (patamar), e as inclinações reais das tubulações são facilmente verificados através da visualização desta vista tridimensional. Dessa forma, verifica a ocorrência de possíveis interferências entre alguma tubulação que não é visível quando da execução em planta baixa em 2D.

Foi observado ainda a flexibilidade em lançar as tubulações durante a modelagem no software Autocad, devido ao fato de trabalhar apenas com linhas, sem informações parametrizadas dos materiais, então é possível realizar o traçado das tubulações em qualquer direção/angulação, sendo diferente do software BIM que permite o lançamento apenas com a direção e ângulo existente das conexões. Portanto essa flexibilidade pode se tornar um ponto negativo, podendo ocasionar erros durante a execução do projeto.

A automatização de etapas durante a modelagem é outro diferencial dos softwares Revit e QiBuilder, pois otimiza o fluxo de trabalho, evitando assim trabalhos voltados a parte de desenho técnico, por exemplo, possibilitando maior atenção na análise do projeto. Outro exemplo, a inserção automática das conexões quando se inserem as tubulações, enquanto no Autocad é necessário posicionar as tubulações, bem como as conexões manualmente.

Outra vantagem dos softwares BIM, foi na utilização de elementos paramétricos, uma vez que ao inserir todos os itens, estes possuem informações relacionadas as propriedades dos materiais, automatizando desta forma a lista de materiais do projeto, sem a necessidade de realizar análise (levantamento das quantidades) posterior ao lançamento como é feito no Autocad. Além de transmitir maior credibilidade ao projeto, com a utilização de itens vendidos comercialmente.

O lançamento automático das tubulações e simbologias foi um diferencial observado apenas no QiBuilder, fator que, junto ao dimensionamento hidráulico realizado no software, foram um dos principais pontos para chegar à conclusão de que o uso com QiBuilder, apresentaram melhores resultados quando comparado aos demais softwares. Pois, mesmo no Revit, as tubulações, indicações e simbologias precisaram ser lançadas manualmente durante toda a elaboração do projeto, consequentemente demandando maior tempo necessário ao projeto.

Analisando os detalhes isométricos elaborado em cada software, foi evidente a vantagem em se trabalhar com a visualização bifilar realista para as tubulações nos softwares BIM, uma vez que a representação unifilar (linhas) que são representadas as tubulações no Autocad, podem acontecer interferências visíveis quando se trabalha apenas com a dimensão real dos componentes. Além disso, na apresentação final do projeto torna-se mais claro o entendimento, além de aproximar da situação real do ambiente. Além disso, o nível de detalhamento do projeto, mesmo durante o lançamento das tubulações possuem boa apresentação, quando comparado ao

software Autocad, que ainda, após finalizado o traçado, necessita configurar com diferentes cores cada linha, para otimizar a apresentação e detalhamentos finais.

Outro diferencial entre os softwares percebido no presente estudo, foi o dimensionamento automático hidráulico disponível no QiBuilder, otimizando substancialmente o fluxo de trabalho ao comparar com os outros dois softwares, pois necessitam dimensionar manualmente toda a rede. Ademais, o dimensionamento feito automaticamente no QiBuilder pode servir de base comparativa aos cálculos realizados pelo projetista. No entanto, expõe-se que o software Revit, possui Pluggins que realizam estes dimensionamentos, mas não foram utilizados neste estudo.

Por fim, fazendo a comparação entre os custos anuais das licenças dos três softwares utilizados no presente trabalho, foi realizado o levantamento dos custos para a aquisição dos mesmos, indicadas na Tabela 13.

Custo dos Softwares	
Software	Custo/ano (R\$)
Autocad 2021	6.934,00
Revit 2021	10.497,00
QiBuilder Basic 2021 - Eberick (estrutural) + QiBuilder	4900,00
*Valores informados pelas empresas fornecedoras dos softwares, Novembro 2021.	

Tabela 13: Custo anual dos softwares. Fonte: Autor

À primeira vista sobre a inferência na Tabela 13, verifica-se que o software QiBuilder apresenta custo menor, no entanto, vale ressaltar de que este elabora apenas os projetos complementares (estrutural, elétrico e hidrossanitário), enquanto os demais softwares (AutoCAD e Revit) possibilitam também a elaboração de projeto arquitetônico.

4.5 EFICIÊNCIA TECNOLOGIA BIM EM RELAÇÃO AO SISTEMA CAD

Percebeu-se que durante a elaboração dos projetos nos softwares BIM, ocorreram a necessidade de ajustes, em relação ao lançamento hidrossanitário realizado no Autocad. Dessa maneira, foram compilados na Tabela 14 alguns dos parâmetros verificados.

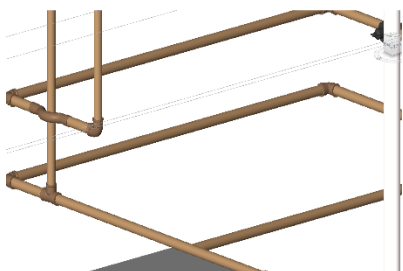
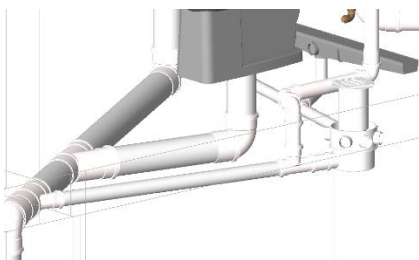
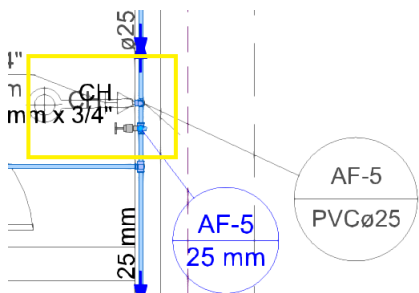
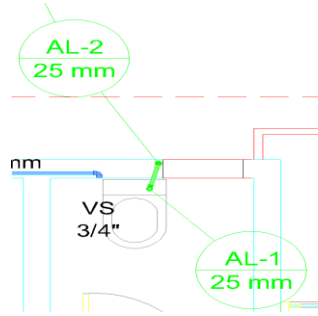
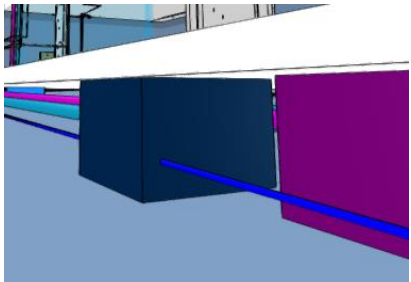
Alterações necessárias visualizadas apenas nos Softwares BIM		
Software	Alteração / Atenção	Imagem
Revit	Espaçamento entre as tubulações, em alguns casos foi necessário ajustes com inserção de conexões.	
	Atenção com os níveis e inclinação das tubulações em pontos de cruzamento de tubulações de Água fria/Pluvial/ Ventilação/ Esgoto	
QiBuilder	Prumadas Água fria sobre o eixo dos chuveiros, deslocamento 15cm na prumada	
	Desvio pelo piso 2º Pavimento, prumada de alimentação, pois parede dos dois pavimentos não estão alinhadas no projeto arquitetônico.	
	Tubulação de alimentação colidindo com caixa de passagem no pavimento Térreo.	

Tabela 14: Alterações necessárias visualizadas apenas nos Softwares BIM. Fonte: Autor

Além das alterações visualizadas durante o lançamento nos softwares BIM, o software QiBuilder disponibiliza, por exemplo o comando: “verificar colisões”, dessa maneira é realizada a análise das colisões que não foram possíveis visualizar no lançamento. Para isto, deve-se selecionar as disciplinas de projeto que se deseja fazer a verificação. Dessa forma, o software disponibiliza todos os pontos que possuem incompatibilidades, conforme mostradas nas Figura 81 e 82. Ressalta-se que, cabe ao projetista avaliar as colisões informadas e se realmente necessitam de ajustes.

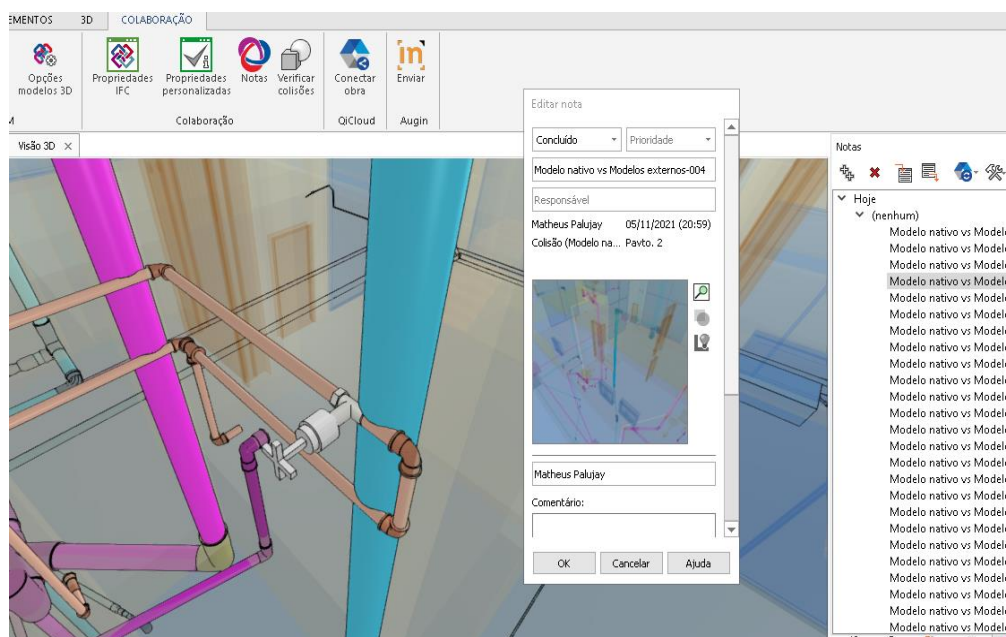


Figura 81: Verificação colisões disciplinas Hidráulica x Sanitário. Fonte: Autor.

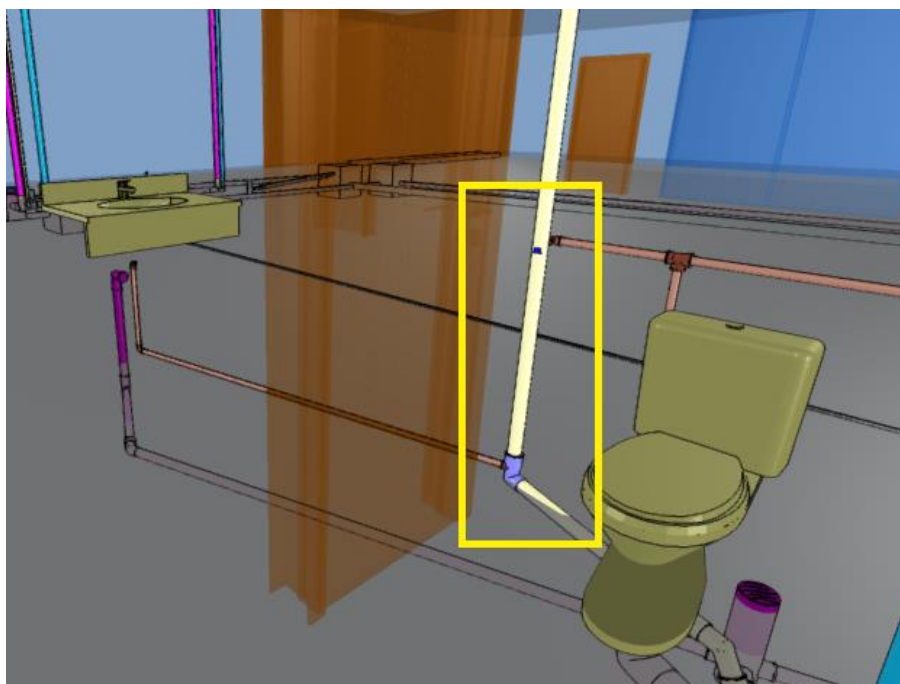


Figura 82: Colisão entre tubulação água fria e coluna ventilação. Fonte: Autor.

Conforme ilustram as Figuras 81 e 82 os pontos de interferências, conflitantes ou colisões entre as disciplinas Hidráulico x Sanitário, foi decidido pelo autor realizar ajustes para sanar essas intervenções antes da gerar as pranchas e detalhes. Ademais, um outro potencial deste software BIM, é a criação automática de planilhas sobre as pressões da rede hidráulica dimensionada, e que estão colocadas no Anexo I.

Por fim, após realizadas as comparações entre os softwares, as identificações de pontos onde houveram ajustes, a Tabela 15 apresenta o comparativo entre as vantagens e desvantagens notadas pelo autor, inferindo sobre a percepção pessoal sobre a eficiência no uso da tecnologia BIM, em relação ao sistema CAD, com base nos projetos executados, bem como em relação as pesquisas bibliográficas feitas.

Análise comparativa Tecnologia BIM x Sistema CAD		
Metodologia	Vantagens	Desvantagens
Sistema CAD	Fácil aprendizado, intuitivo	Retrabalhos
	Bastante profissionais experientes no mercado	Não atribui propriedades aos materiais
	Tradicional, mais utilizado	Alterações manuais
	Software com baixo custo	Demanda mais tempo para alterações
	Não necessita de hardware com alto desempenho	
	Bibliotecas com blocos de diversos fornecedores	
Tecnologia BIM	Agilidade da produção de documentação	Pouca variedade de famílias nacionais de itens
	Análise de interferências	Escassez de profissionais com experiência
	Trabalho colaborativo	Maior custo para implementação.
	Quantitativos automatizados	Redução no tempo inicial de projetos
	Qualidade na apresentação do projeto	Tamanho do arquivo gerado
	Redução de erros em projeto	Programas adequados para treinamento
	Redução de retrabalhos	
	Alteração em todo o projeto	
	Melhor interpretação de projeto	
	Análise realista da obra	
	Itens com informações parametrizadas	
	Credibilidade de mercado	
	Interoperabilidade entre disciplinas de projeto	

Tabela 15: Análise comparativa Tecnologia BIM x Sistema CAD. Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento do projeto através do sistema CAD, foi possível observar um fluxo de trabalho com maior demanda voltada a parte de desenhos técnicos, manuseando linhas, posicionando blocos, indicações e textos de forma manual, além do elevado tempo gasto com o dimensionamento e após finalização do projeto a elaboração da lista de materiais.

Enquanto que com a utilização do software Revit, que utiliza a tecnologia BIM, a demanda tem um enfoque maior na parte técnica do projeto, com definição de níveis necessários para cada tubulação e resolução de interferências encontradas entre as disciplinas de projeto através da visualização 3D. Ainda que, para o lançamento das tubulações, foi necessário executar manualmente trecho a trecho, todos os itens lançados no projeto são atualizados de forma simultânea para a lista de materiais. Desta forma, ao finalizar o projeto hidrossanitário a lista de materiais pode ser gerada prontamente ao término.

O projeto elaborado através do software QiBuilder, apresentou os melhores resultados durante a elaboração, com a automatização de diversos processos como lançamento das tubulações, posicionamento das indicações, geração de planilha de pressões, lista de materiais, além de realizar o dimensionamento da rede hidráulica. A apresentação final dos detalhes apresentados pelo QiBuilder, com melhor representação visual do ambiente real, assim como no Revit, foi outro ponto positivo observado quando comparado a apresentação final dos detalhes com a utilização do sistema CAD, assim como a compatibilização entre as disciplinas de projeto.

Apesar da pouca experiência do autor em relação aos softwares BIM, foi possível observar as vantagens na utilização dessa tecnologia, quando comparada individualmente ao sistema tradicional CAD, desde a elaboração do projeto com a automatização de diversos processos que, até então, realizados de forma manual, até a apresentação dos detalhes e implantações, com representações realistas e visualização tridimensional de todo o projeto hidrossanitário, além da geração automatizada de quantitativos, relatórios de pressões e verificação de interferências não visualizadas durante a elaboração do projeto bidimensional. Possibilitando a entrega de projetos mais assertivos com redução de custos e dúvidas, gerando assim, maior credibilidade ao projeto entregue.

Apesar das vantagens apresentadas, o emprego da tecnologia BIM no Brasil encontra-se numa fase inicial de implantação, como pode ser observado na pesquisa de mercado realizada, pois ainda apresenta barreiras relacionadas aos custos iniciais para aquisição da licença, criação de famílias/bibliotecas adequadas as normas brasileiras e profissionais com experiência, além da tradicional resistência do mercado em aderir e adaptar-se as novas tecnologias, porém, assim como no passado, quando houve uma adaptação na forma manual de projetar em prancheta para o sistema CAD.

Portanto, conclui-se que a tecnologia BIM representa uma evolução do sistema CAD, que, se utilizada todo seu potencial, possibilitará uma quebra de paradigmas no processo de elaboração de projetos, pois apresentam benefícios desde a fase inicial de projeto até a execução da obra.

6 REFERÊNCIAS

- ALTO QI TECNOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA. **Roteiro de projeto de instalações elétricas**. 2018. Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/eletrico/roteiro-de-projeto-de-instalacoes-eletricas/>>. Acesso em: 30 set. 2021.
- ALTOQI. **Área de Downloads**: QiBuilder. [S. l.], 20 mar. 2021. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/downloads/>. Acesso em: 2 nov. 2021.
- ALVES, Celestino Maia Fradique et al. **O que são os BIM?**. 2012. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Da Universidade Do Porto, [S. l.], 2012.
- AMARAL, Renato Dias Calado do; PINA FILHO, Arnaldo Carlos de. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia**. Nono Simpósio de Mecânica Computacional. Minas Gerais, 2010.
- ARANTES, Gerson Antonio Lisita Lopes et al. **Modelo de avaliação e lista de verificação para projetos de sistemas hidrossanitários prediais**. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531: **Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15576-6: **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação Predial de Água Fria**. Rio de Janeiro: ABNT, Set/1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- Autodesk. **Products. Revit Family**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/revitfamily/overview?geoNavigationPreferredSiteUS>>. Acesso em agosto de 2020.

AYRES FILHO, C.; Scheer, S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico. In: **Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios**. Paraná, 2007.

BORGES, Ruth Silveira; BORGES, Wellington Luíz. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias e de Gás**. Editora Pini, 1992.

Botelho, Manoel H. C. e Riberio Júnior, Geraldo A. **Instalações hidráulicas prediais utilizando tubos plásticos**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2014.

BRASIL. **Decreto-lei nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 2020. Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>>. Acesso em: 30 de ago de 2020.

Carvalho Junior, Roberto de. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos**. São Paulo: Blucher, 2014.

comparação entre o BIM e o CAD 2D. In: TIC2011: 5º Encontro de Tecnologia da COSTA, Eveline N. **Avaliação da metodologia bim para a compatibilização de projetos**. 2013. Ouro Preto-SP.

COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro da; FIGUEIREDO, Sílvia Haueisen; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, p. 11-18, 3 dez. 2015.

CRESPO, Cláudia. **Ferramentas BIM: um desafio para o ciclo de vida do projeto**. Disponível em: http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/CRESPO_2007.pdf> Acessado em: 14 de agosto de 2020.

EASTMAN, C. et al. **Manual de Bim- Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EXPERIMENTE o AutoCAD gratuitamente por 30 dias. [S. l.], 12 jan. 2021. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/free-trial>. Acesso em: 2 nov. 2021.

FERREIRA, R, C. **O uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações**. São Paulo, 2007. 159f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2007.

GNIPPER, Sérgio Frederico; MIKALDO JR, Jorge. **Patologias frequentes em Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários e de Gás Combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**, “. In: Anais do VII Workshop brasileiro

de gestão do processo de projetos na construção de edifícios. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2007.

GOES, Renata Heloisa; SANTOS, Eduardo Toledo. **Compatibilização de projetos:** Hilgenberg, F. B.; Almeida, B. L.; Scheer, S.; Ayres Filho, C. **Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba.** In: Revista Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, SP: USP, 2012.

Informação e Comunicação da Construção Civil. Salvador, 2011.

Informática, T. – **Modelo BIM e o ciclo de vida de um edifício.** 2013.

INSTITUTO BRAMANTE. **Conheça o software Autodesk Revit Architecture.** Disponível em: < <http://www.institutobramante.com.br/conheca-o-software-revit-architecture/>>. Acesso em: 26, setembro. 2021.

INTERFACE do Usuário. [S. l.], 14 ago. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-GetStarted/files/GUID-3197A4ED-323F-4D32-91C0-BA79E794B806-htm.html>. Acesso em: 2 out. 2021.

INTERFACE do usuário: Tour pela interface do usuário do AutoCAD LT. [S. l.], 7 out. 2020. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/autocad-lt/learn/caas/qsarticles/user-interface.html>. Acesso em: 8 nov. 2021.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. Água Fria. In: JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.** 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. cap. 1, p. 22-22. ISBN 978-85-212-0783-2.

JUSTI, A. R. (2008) 'Implantação Da Plataforma Revit Nos Escritórios Brasileiros', Gestão & Tecnologia de Projetos, 3(1), p. 140–152.

Leão, M. Aulas. **Tecnologias BIM na gestão de empreendimentos na construção Civil.** Sinop: FACET -UNEMAT, 2013.

Macintyre , Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas prediais e industriais.** 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

NBR 10844 – Drenagem pluvial em edificações. [S. l.]: Matheus Arcieri, 4 ago. 2021. Disponível em: <https://canteirodeengenharia.com.br/2021/08/04/nbr-10844-drenagem-pluvial-em-edificacoes/>. Acesso em: 7 out. 2021.

NETTO, Claudia C. **Autodesk Revit Architecture 2015, conceito e aplicações.** 1ª edição. São Paulo: Érica, 2015.

REZENDE, Paulo Emílio de. **Integração projeto-produção no processo de desenvolvimento de projeto: uma alternativa para melhoria da qualidade no**

setor da construção de OAE. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ROSSO, S. M. **Especial - BIM: quem é quem.** AU – Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v.208, p. 61-64, jul. 2011.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente construído, Porto Alegre, 2013, vol. 13, n. 2. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012> >. Acesso em: 20 de set de 2021.

Schodek, D.; Bechthold. M.; Griggs, J. K.; Kao, K.; Steinberg, M. **Digital Design and Manufacturing:CAD/CAN Aplications in INC.** New Jersey: John Willey & Sons, 2007.

TUBOS E CONEXÕES, TIGRE. **Template TigreBIM.** 2022. [S. l.], 18 jul. 2019. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/tigre-bim>. Acesso em: 7 out. 2021.

TOBIN, John. **Proto-Building: to BIM is to build.** 2008. Disponível em: < <https://static1.squarespace.com/static/5af254d97e3c3aa74fe65385/t/5b3cb1458a922db5a5332cf7/1530704197850/Proto-Building+-+To+BIM+is+to+Build.pdf> > Acesso em: 10 de out de 2021.

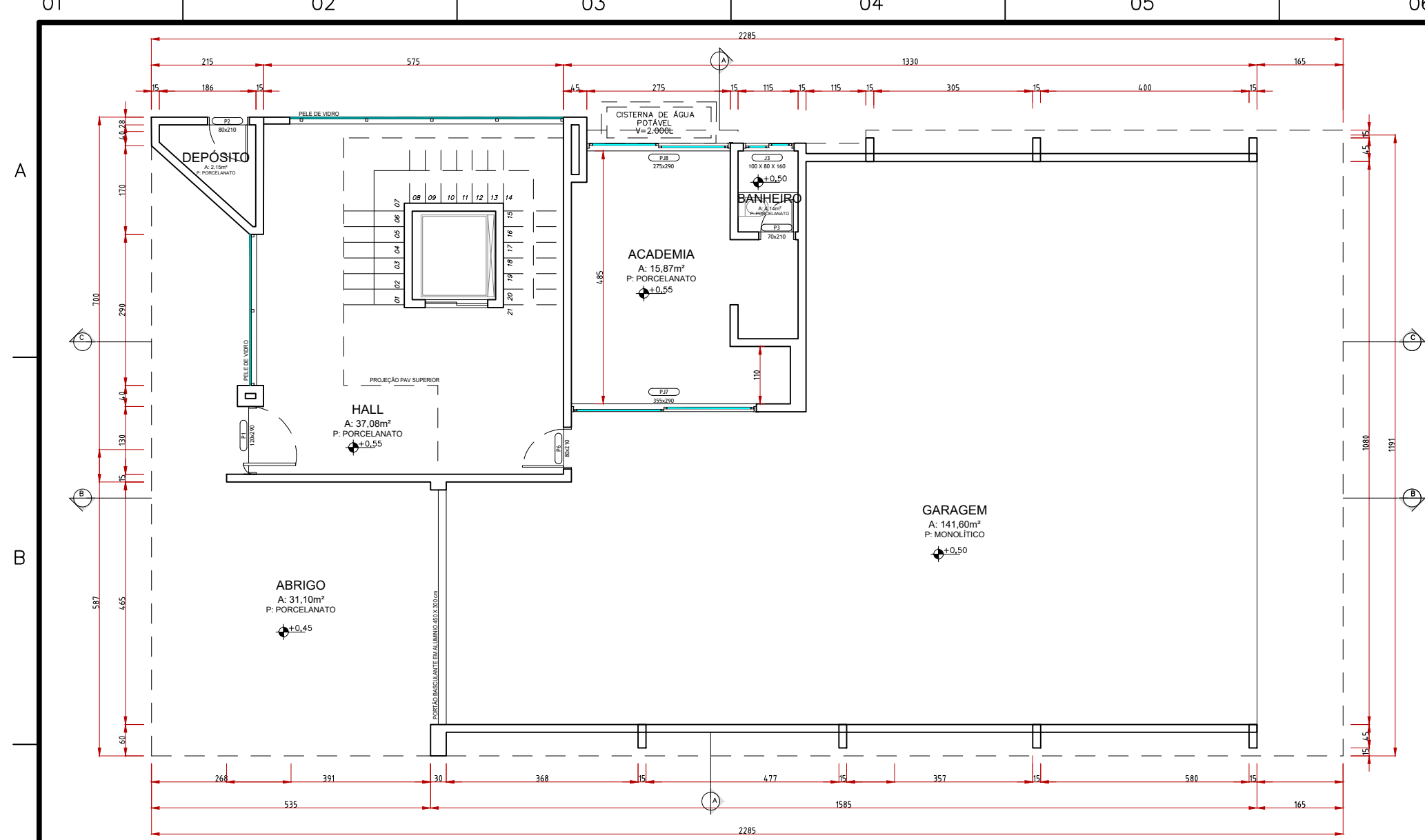
VALENTIM, Héberson Ricardo; CORREIA, Ricardo Queiroz. **Sistema CAD: evolução e tendências.** Monografia (Especialização) - Centro Universitário de Belo Horizonte: UNI-BH, 2002.

Volk, R.; Stengel, J.; Schultmann, F. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - literature review and futures needs.** In: Automation in Construction, Elsevier, 2013.

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

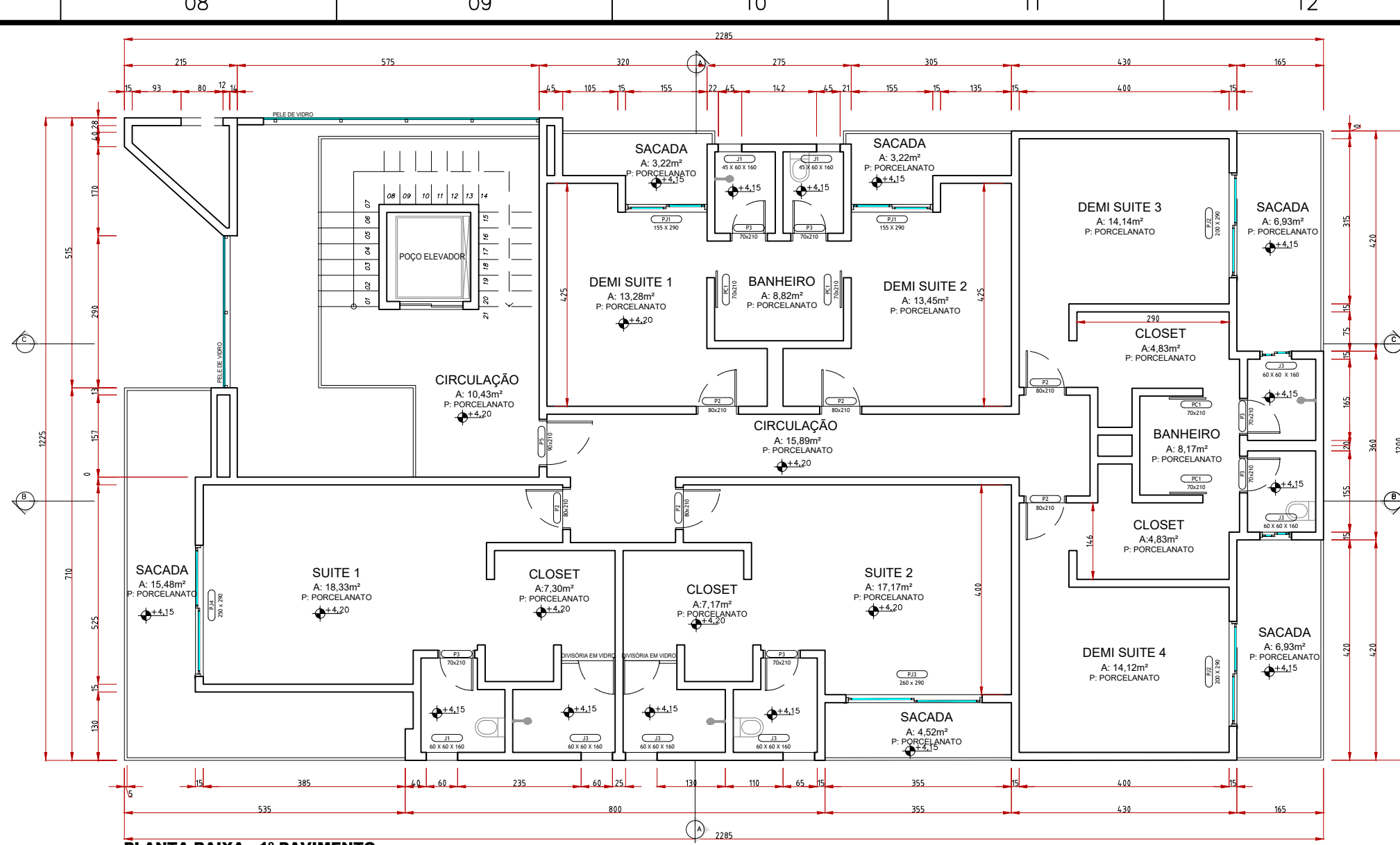
WOO, Jeong Han. **BIM (Building Information Modeling) and Pedagogical Chalnges.** 43rd ASC National Annual Conference, Flagstaff, AZ: 2006. Disponível em: <<http://ascpro0.ascweb.org/archives/2007/CEUE169002007.pdf>>. Acessado em 11 de agosto de 2020.

A. ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO, SOFTWARE AUTOCAD



PLANTA BAIXA - TÉRREO

ESCALA: 1/100



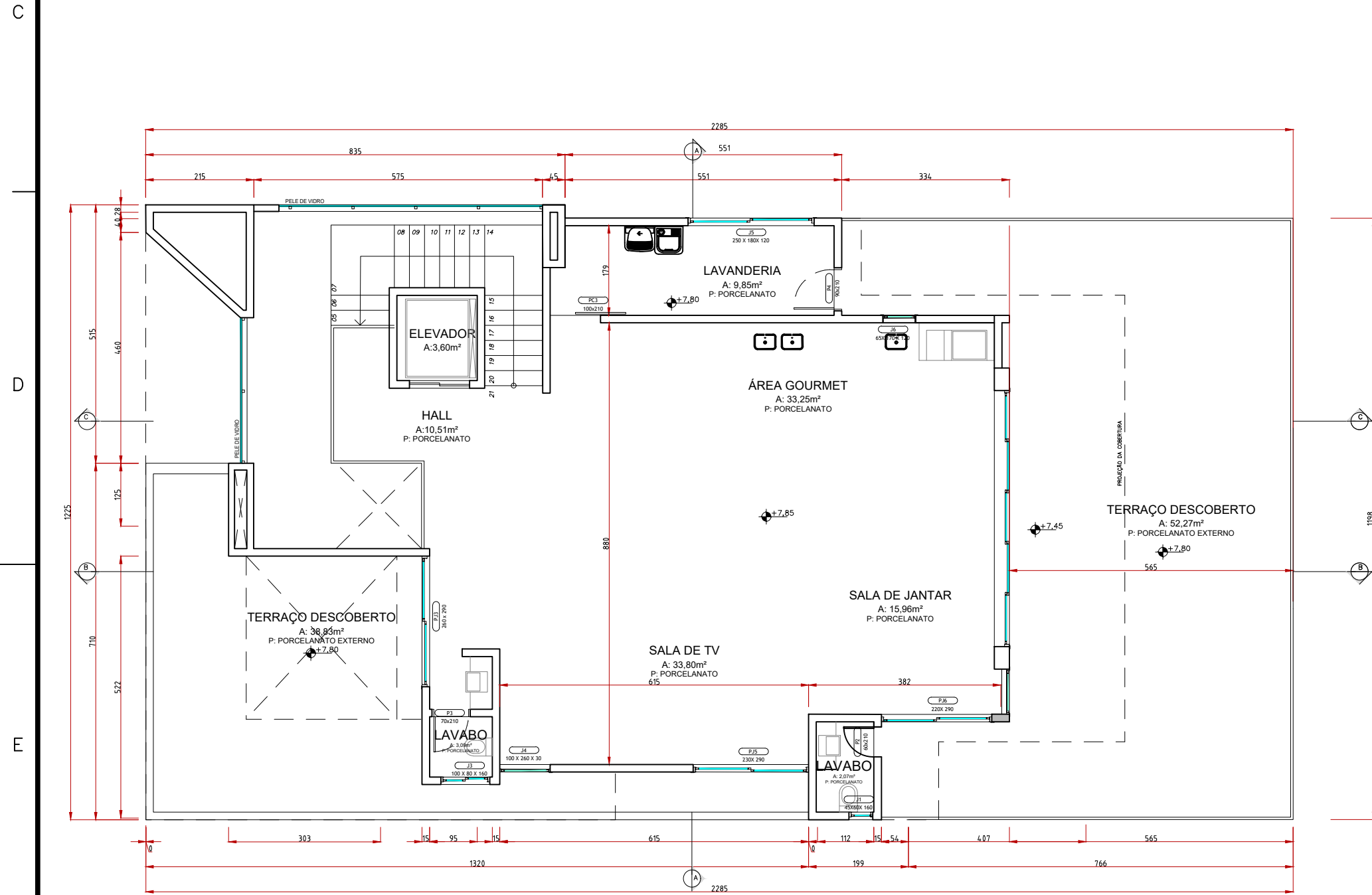
PLANTA BAIXA - 1º PAVIMENTO

ESCALA: 1/100



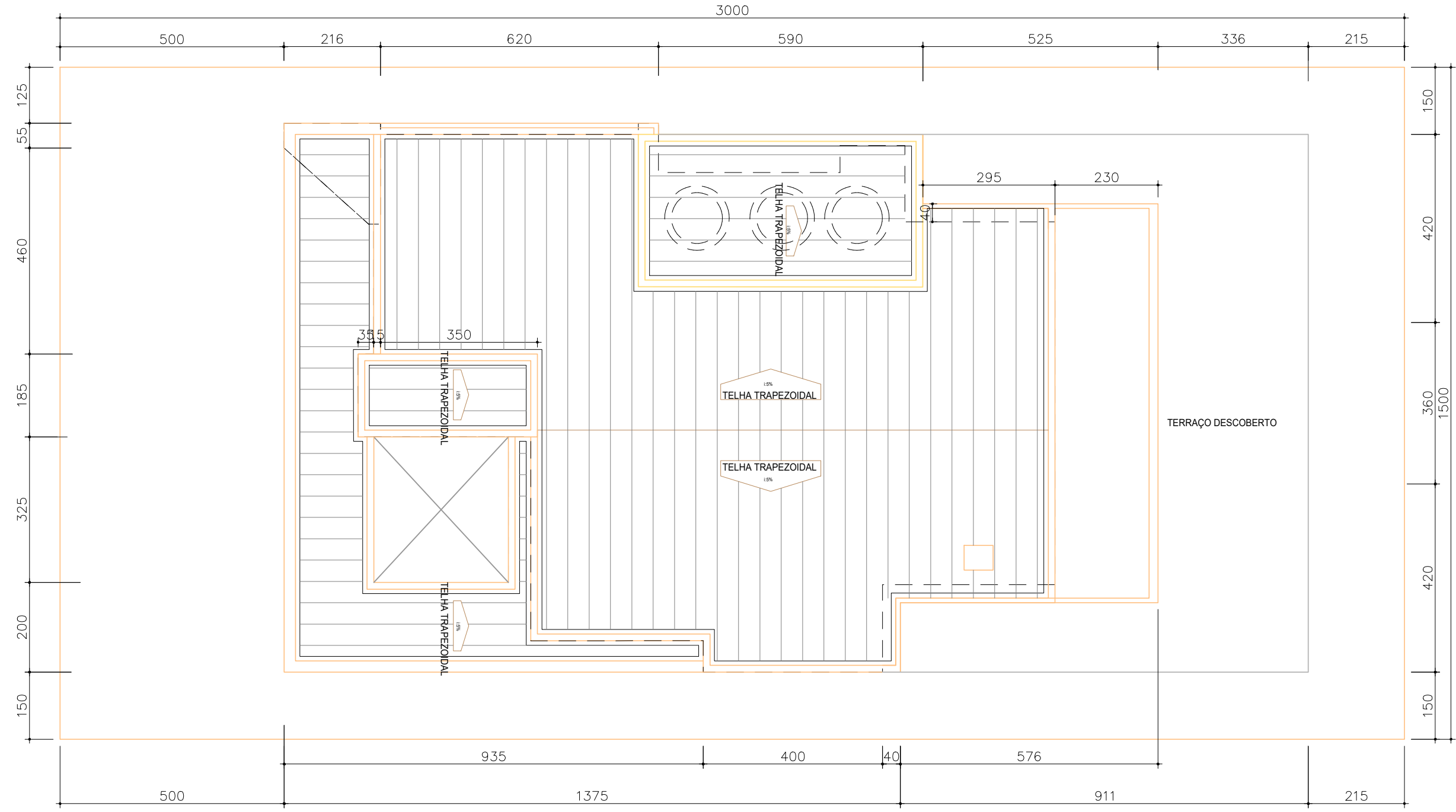
ELEVÇÃO FRONTAL

ESCALA 1/100



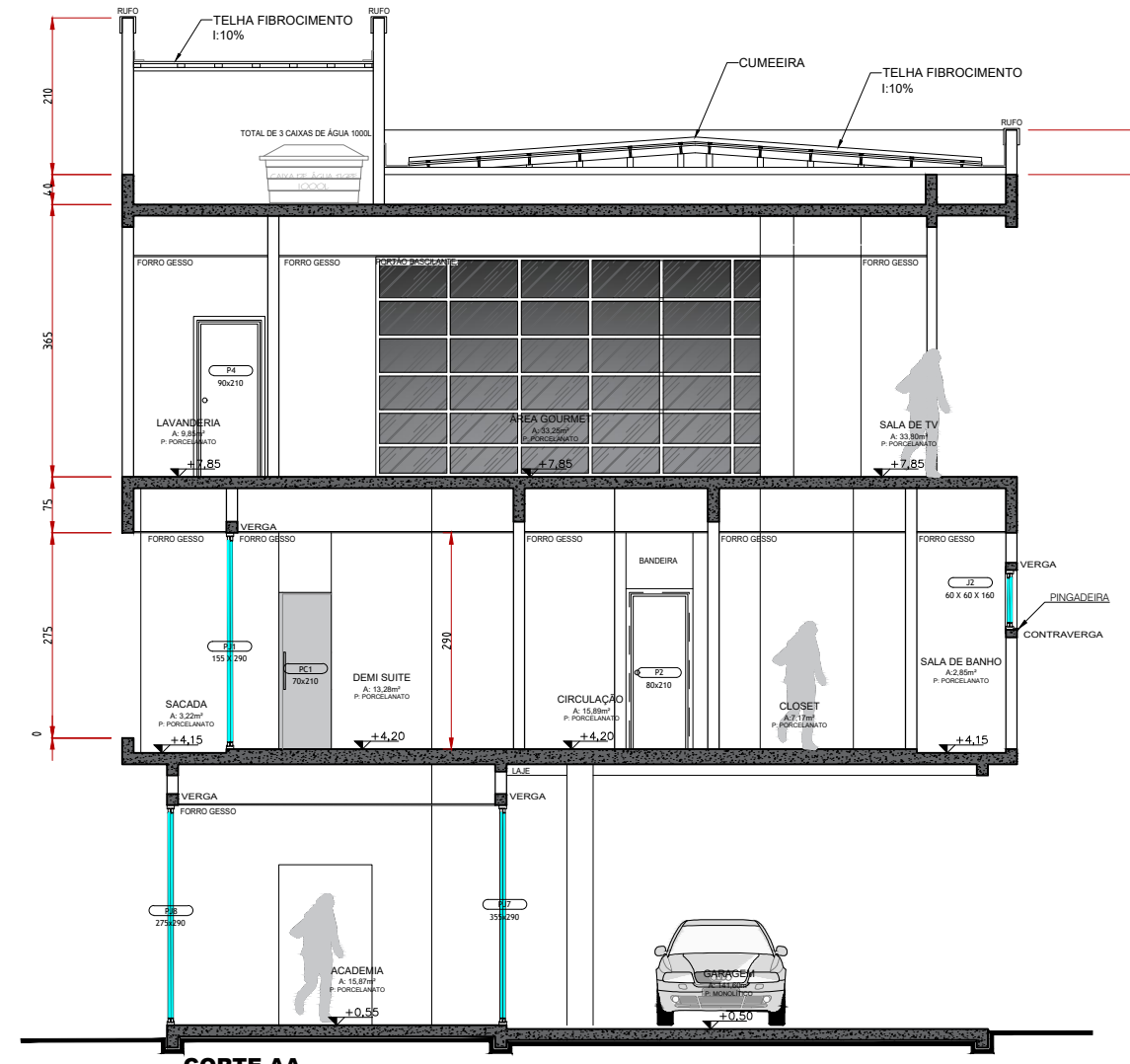
PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO

ESCALA: 1/100



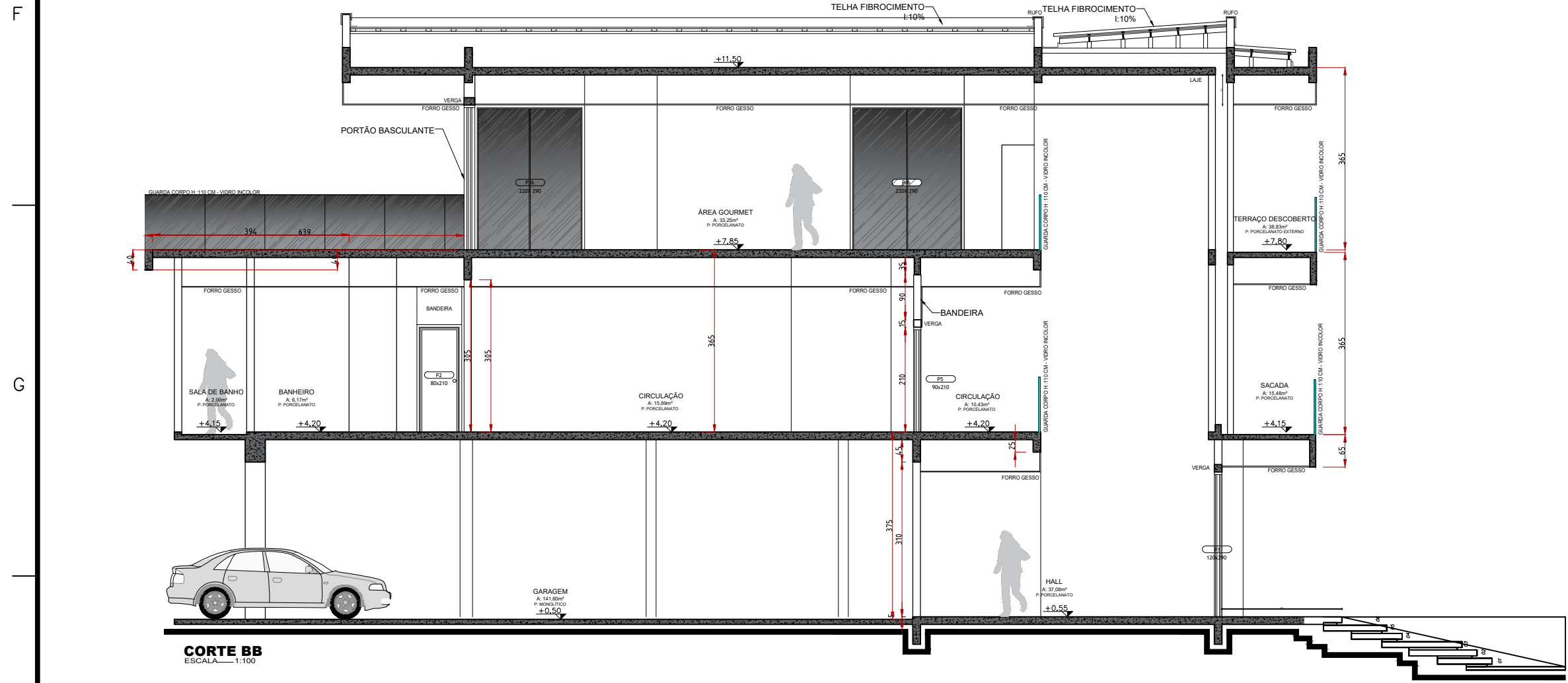
COBERTURA/IMPLANTAÇÃO

ESC: 1/100



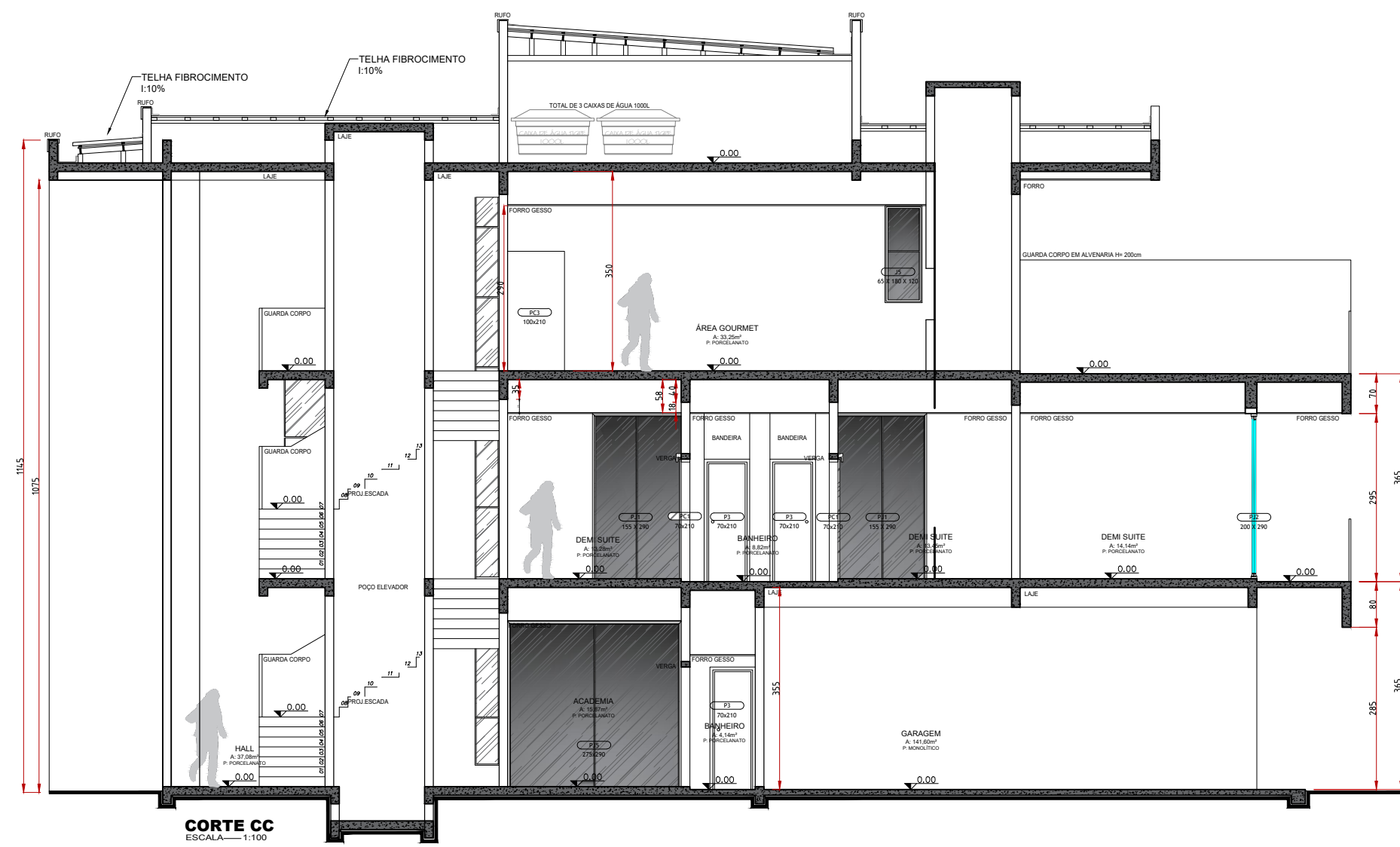
CORTE AA

ESCALA: 1/100



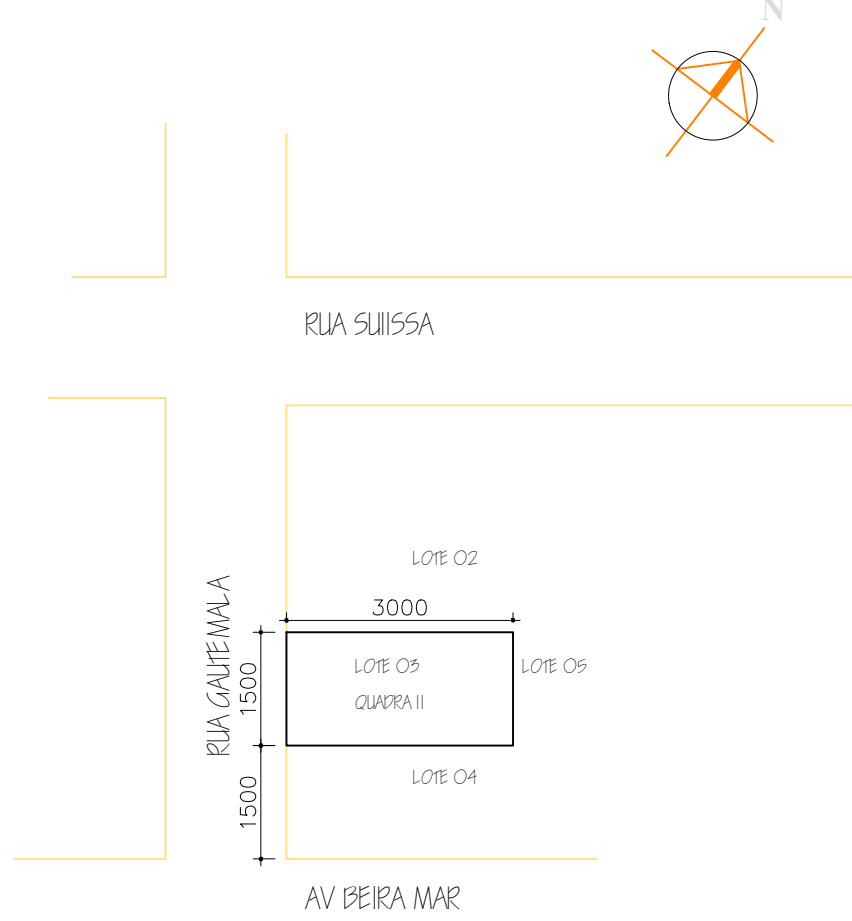
CORTE BB

ESCALA: 1/100



CORTE CC

ESCALA: 1/100

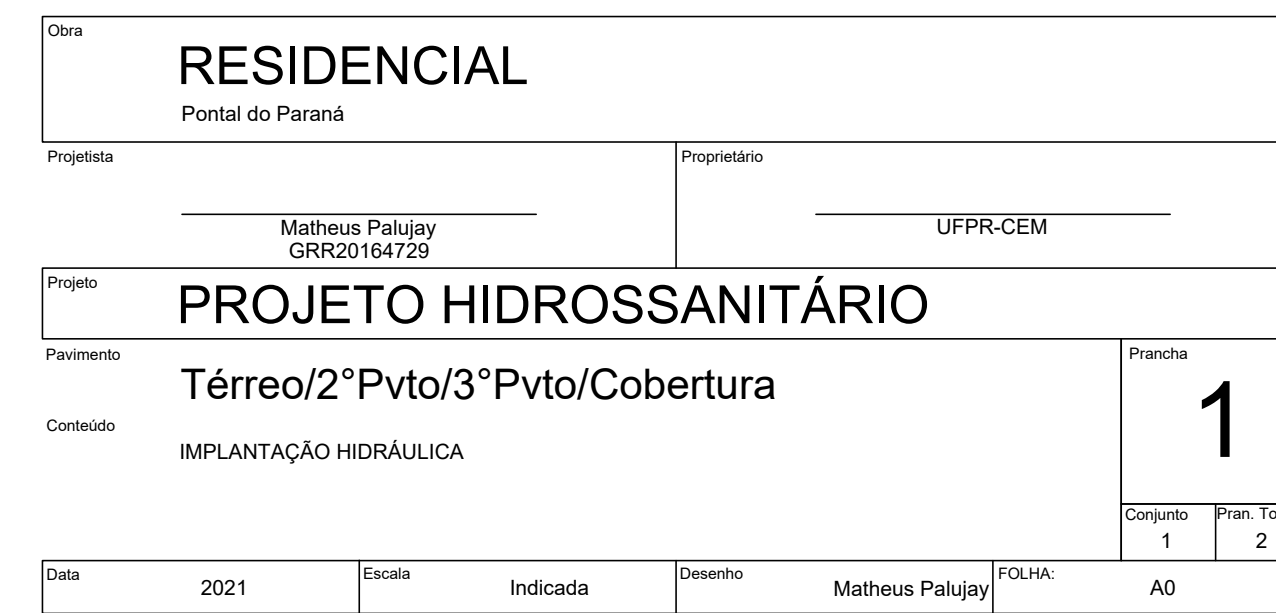


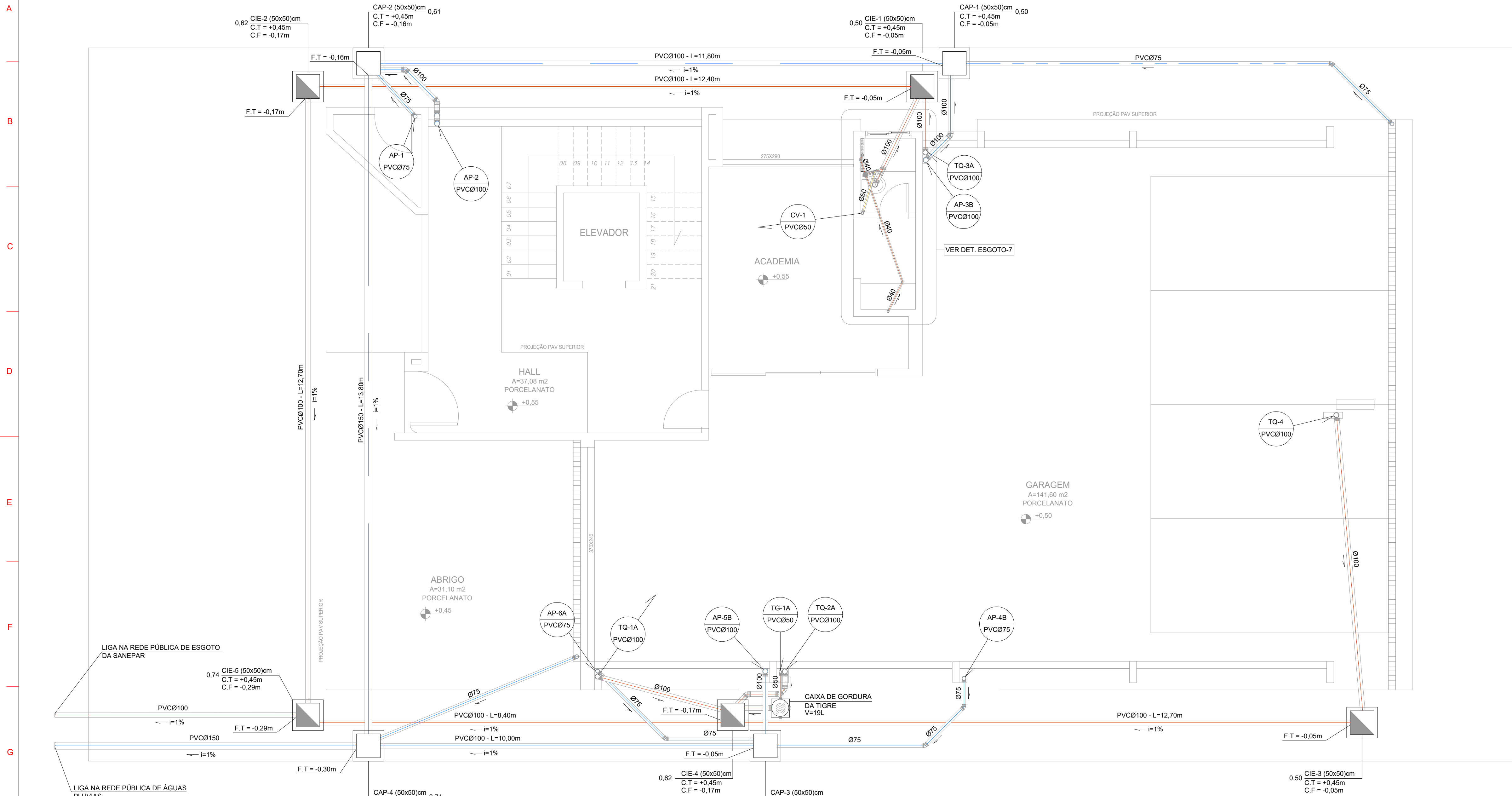
SITUAÇÃO

ESC: 1/1000

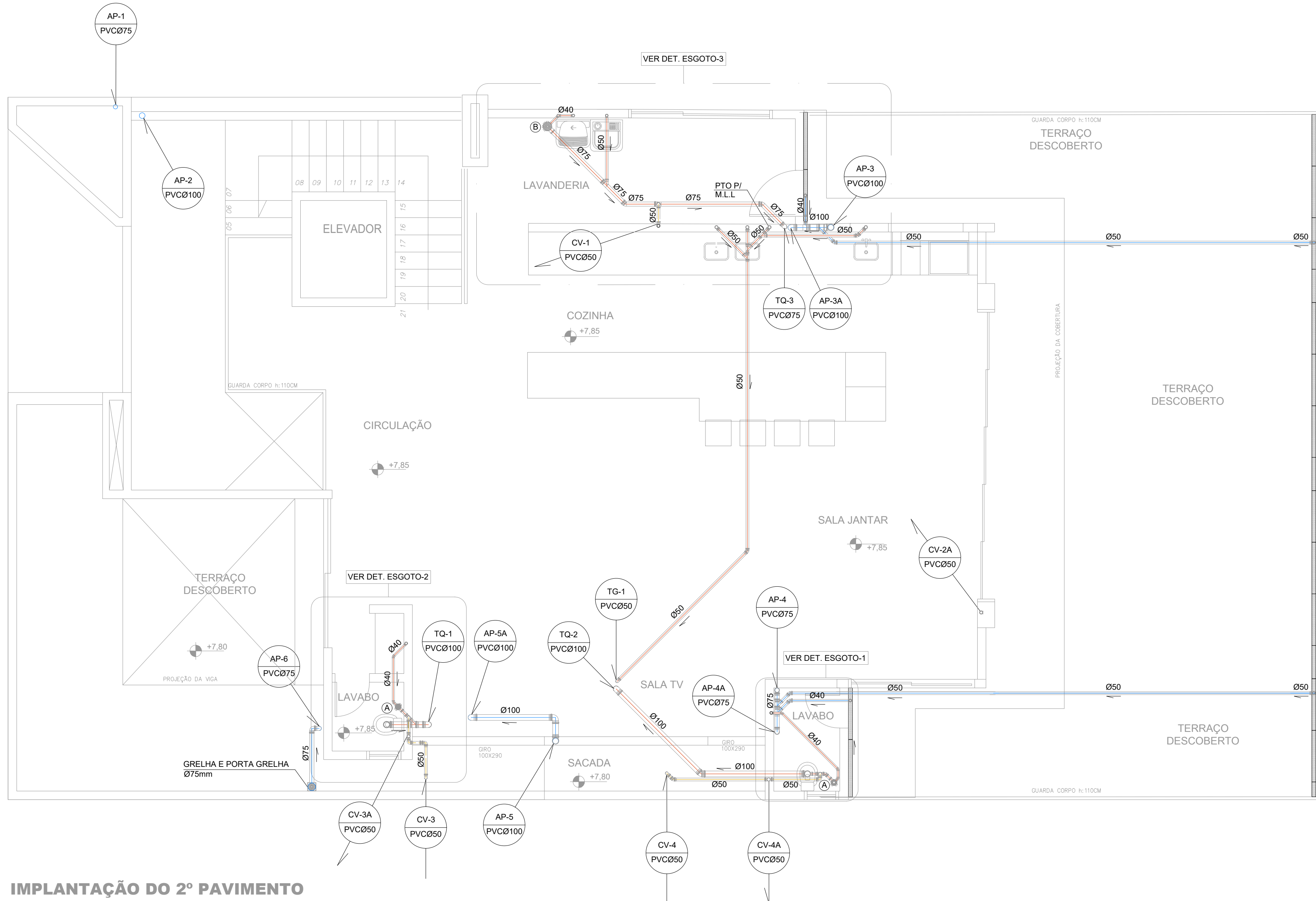
RESIDENCIAL Baleário Atomi, Pontal do Paraná			
Projeto		Proprietário	
HG Kayemori e CIA LTDA			
PROJETO ARQUITETÔNICO			
Térreo/2º Pto/3º Pto/ Cobertura			
Conteúdo		Prancha	
Plantas Baixas, Cortes, Planta de Situação e Elevação		Conjunto I Pran. Tot. I	
Data	2021	Escala	INDICADA
Desenho		FORMATO FOLHA A1	

B. ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE AUTOCAD

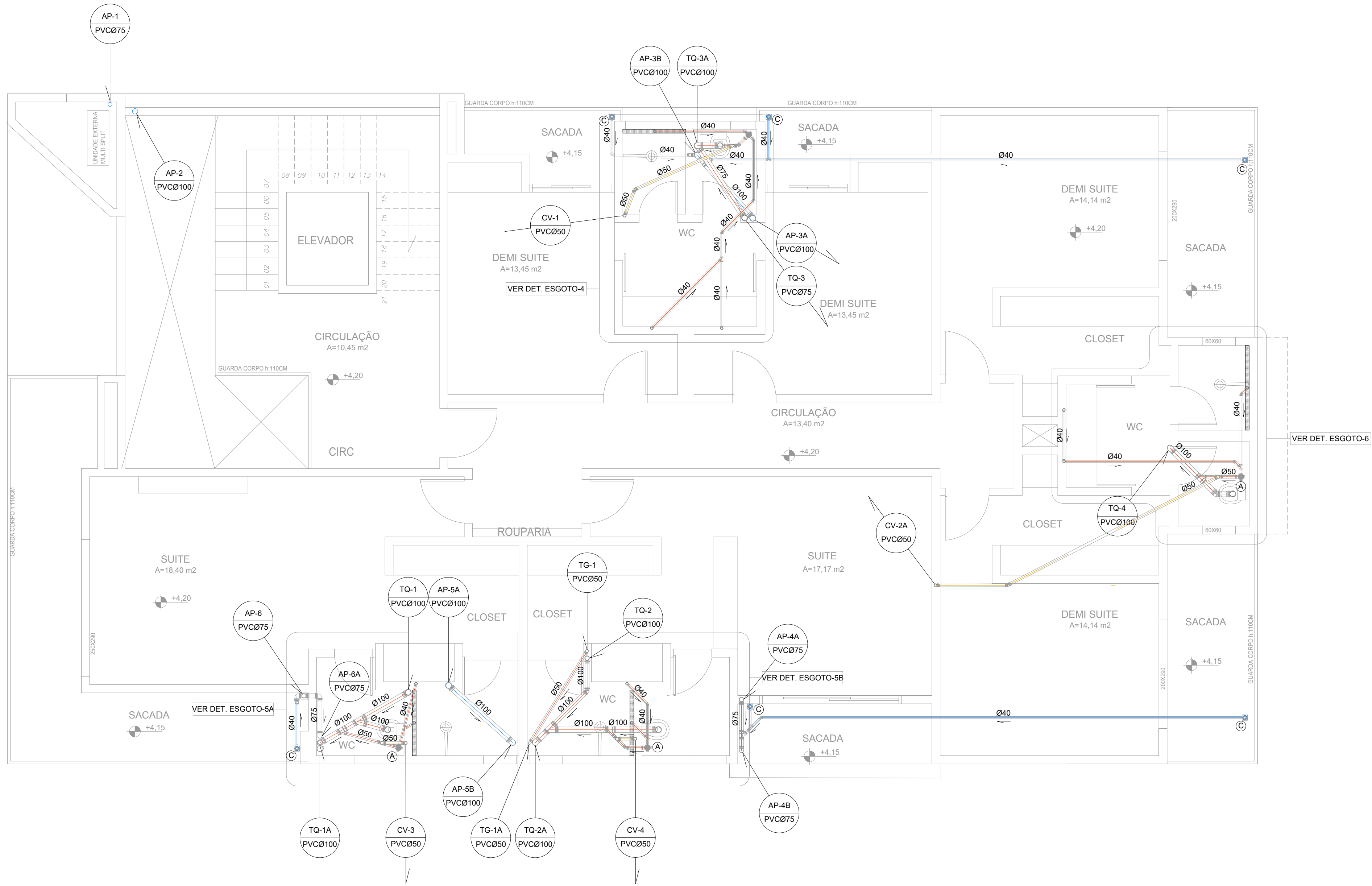




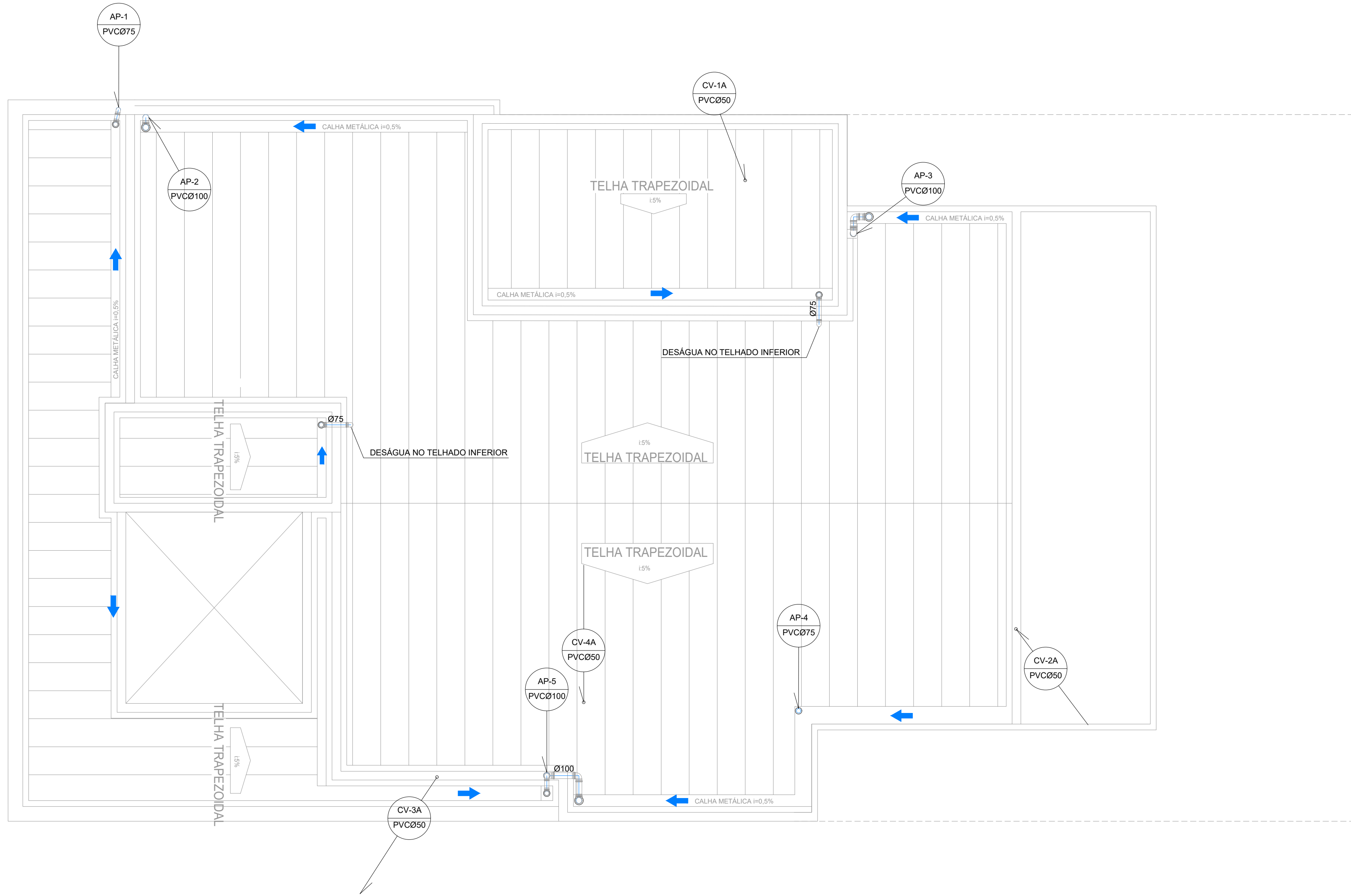
IMPLANTAÇÃO PAVIMENTO TÉRREO
PROJETO SANITÁRIO
ESCALA 1:50



IMPLANTAÇÃO DO 2º PAVIMENTO
PROJETO SANITÁRIO
ESCALA 1:50



IMPLANTAÇÃO DO 1º PAVIMENTO
PROJETO SANITÁRIO
ESCALA 1:50

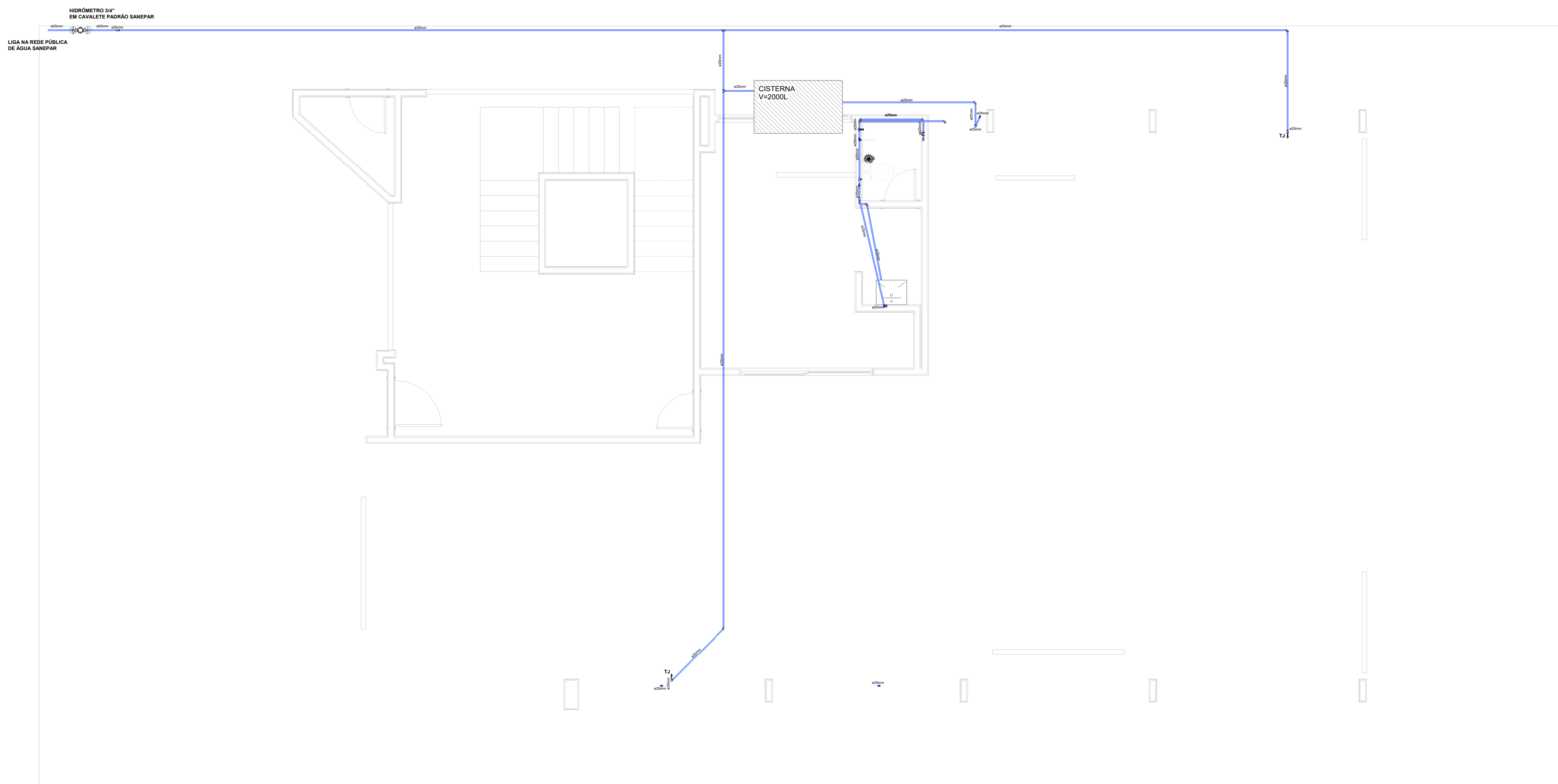


IMPLANTAÇÃO DA COBERTURA
PROJETO SANITÁRIO
ESCALA 1:50

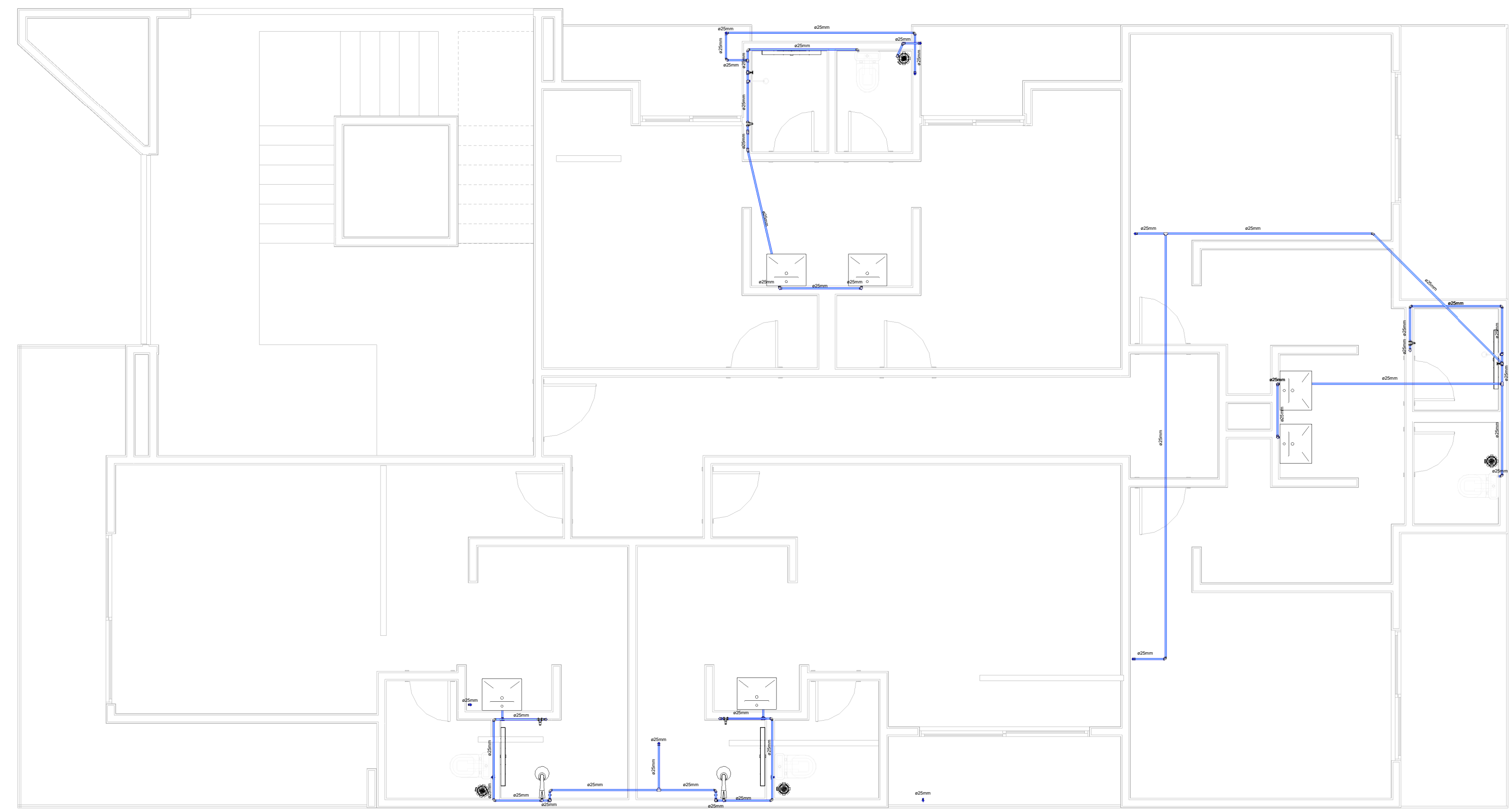
- LEGENDA
- TUBULAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
 - TUBULAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO
 - TUBULAÇÃO DE VENTILAÇÃO
- CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO, DIMENSÃO: 0,50x0,50 m, h=VAR COM TAMPA DE CONCRETO
- CAIXA DE PASSAGEM PV ÁGUAS PLUVIAIS, DIMENSÃO: 0,50x0,50 m, h=VAR COM TAMPA DE CONCRETO
- A CAIXA SIFONADA Ø100x150x50 mm - C/ GRELHA E PORTA GRELHA QUADRADA
- B CAIXA SIFONADA Ø150x185x75 mm
- C CAIXA SECA Ø100x53x40 mm

Obra		RESIDENCIAL			
		Portão do Paraná			
Projeto		Mathheus Poltzy GRR20164729		Proprietário	
				UFFRR-CEM	
Projeto		PROJETO HIDROSSANITÁRIO			
Pavimento		Térreo/2ºPvto/3ºPvto/Cobertura			
Conteúdo		IMPLANTAÇÃO SANITÁRIA			
		Folha			
		2			
Data		2021		Escala	
		Indicada		Desenho	
		Mathheus Poltzy		Folha	
				A0	
		Arquivo		1	
		Folha		2	

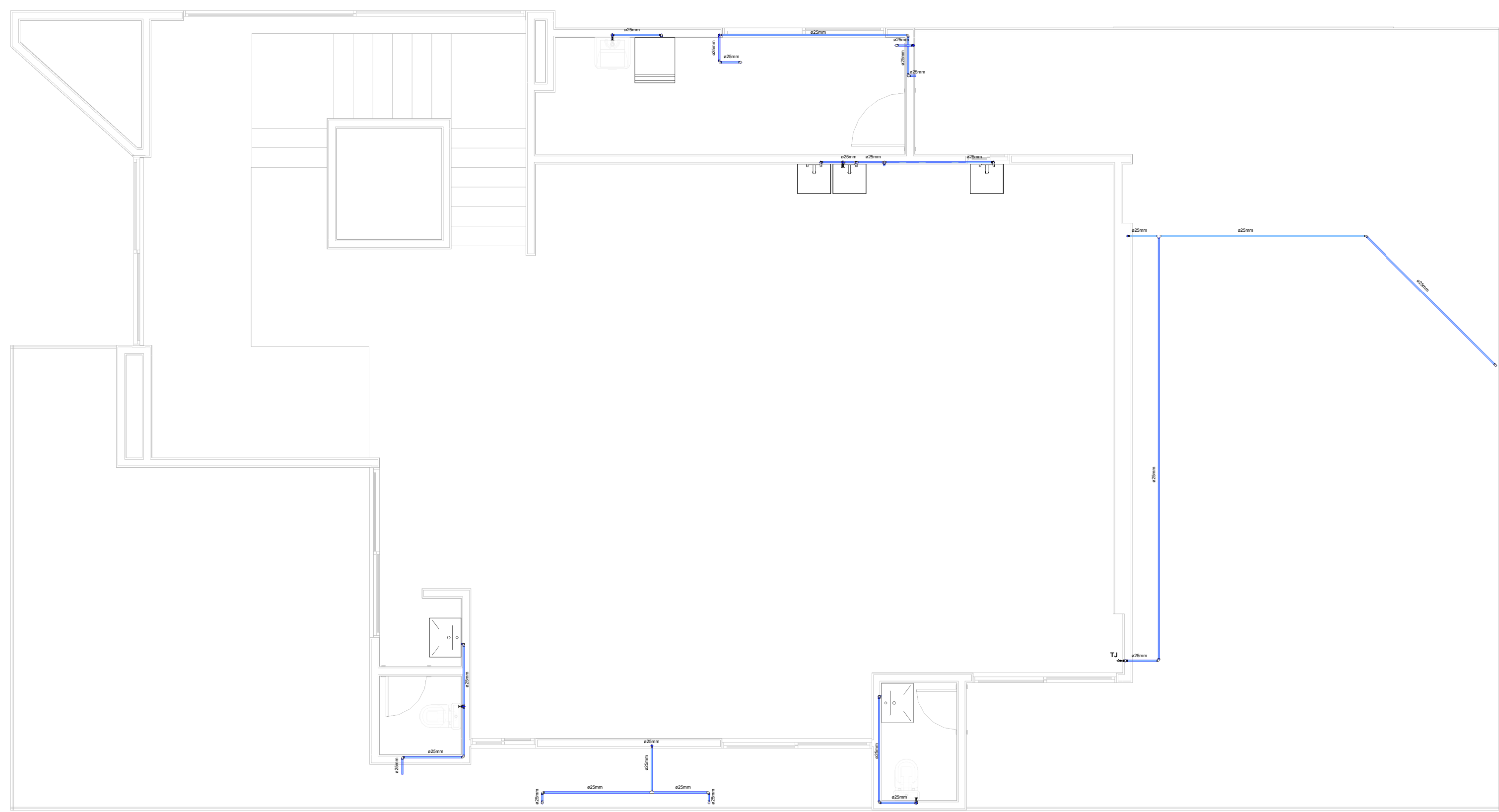
C. ANEXO C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE REVIT



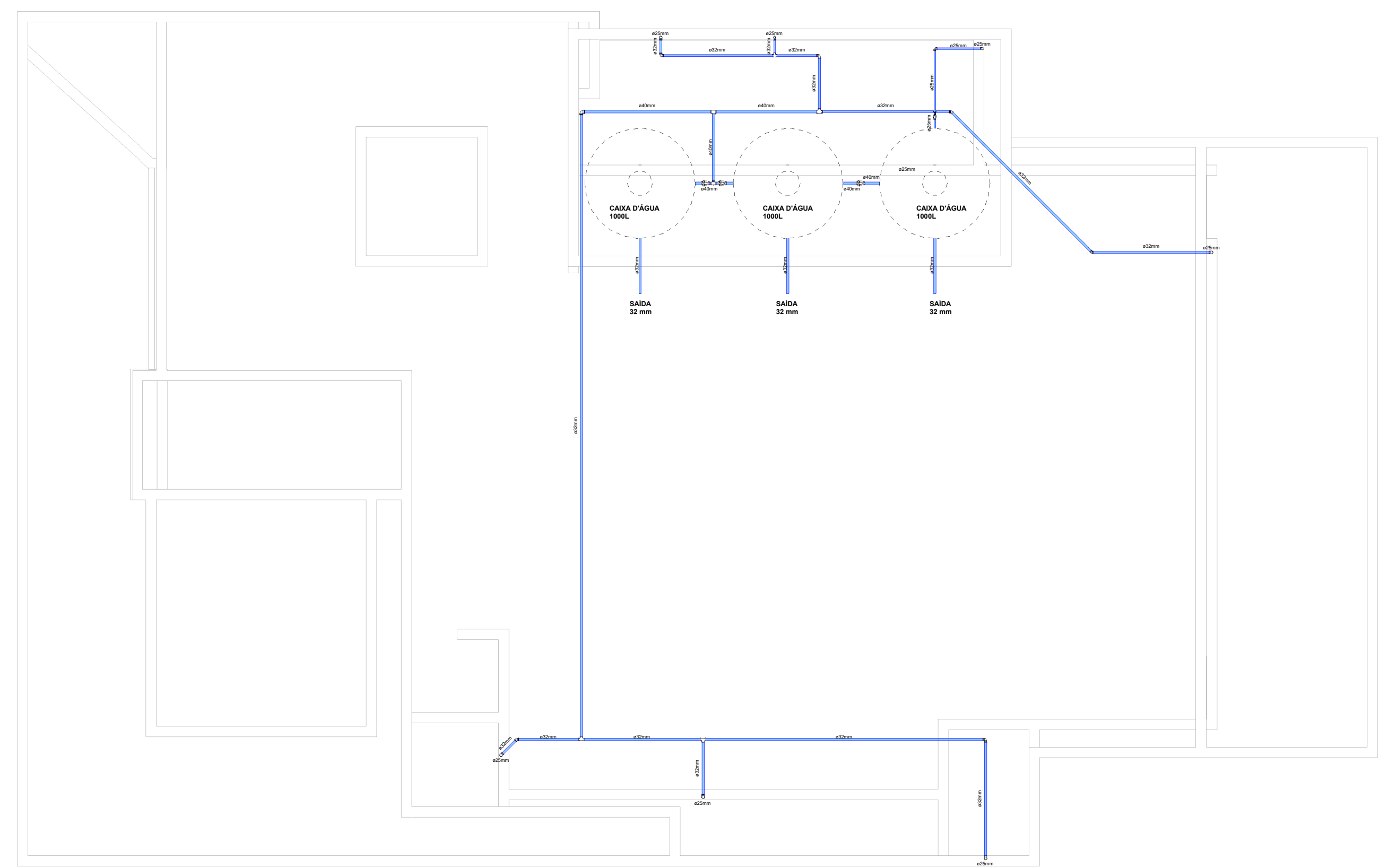
1.º Térreo
1:25



2.º Pav 2
1:25

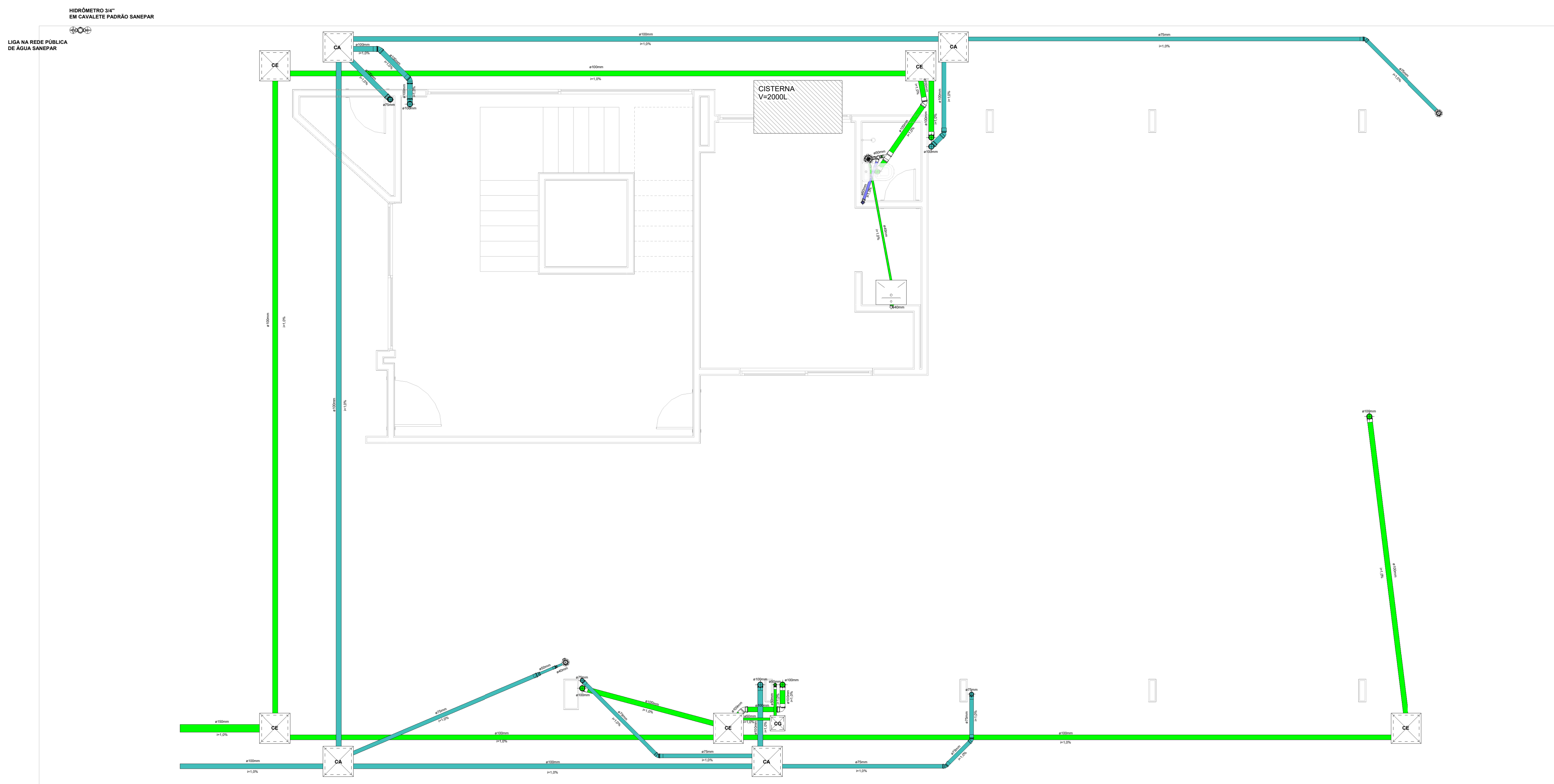


3.º Pav 3
1:25

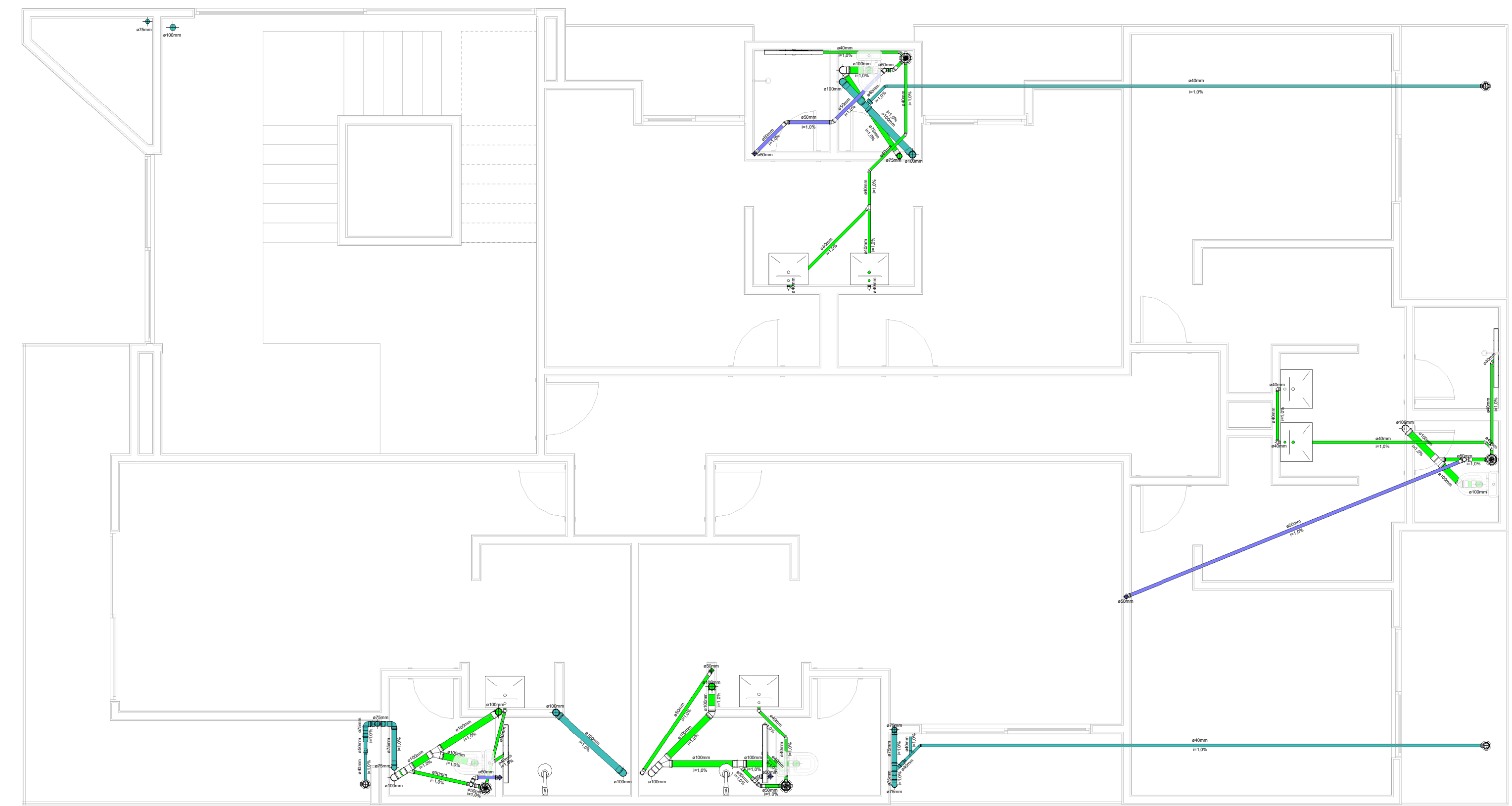


4.º Cobertura
1:25

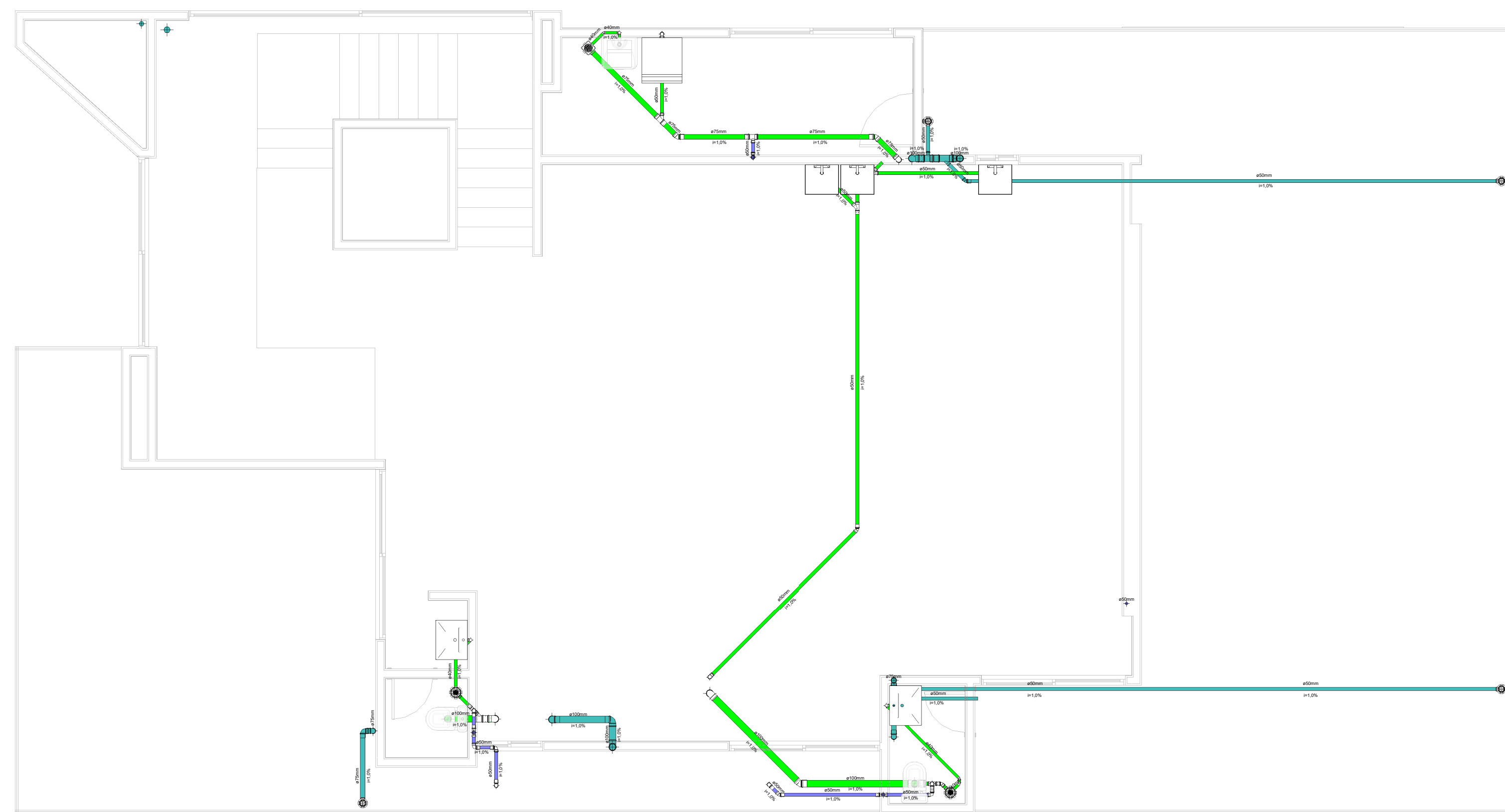
Nome		RESIDENCIAL	
Proprietário		Proprietário	
Projeto		PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
Térreo / 2.º Pav / 3.º Pav / Cobertura		1	
Conteúdo		SISTEMA DE ÁGUA SANEADA	
Data		2023	
Escala		1:25	
Autor		Projeto	
Revisão		Projeto	
Data		2023	



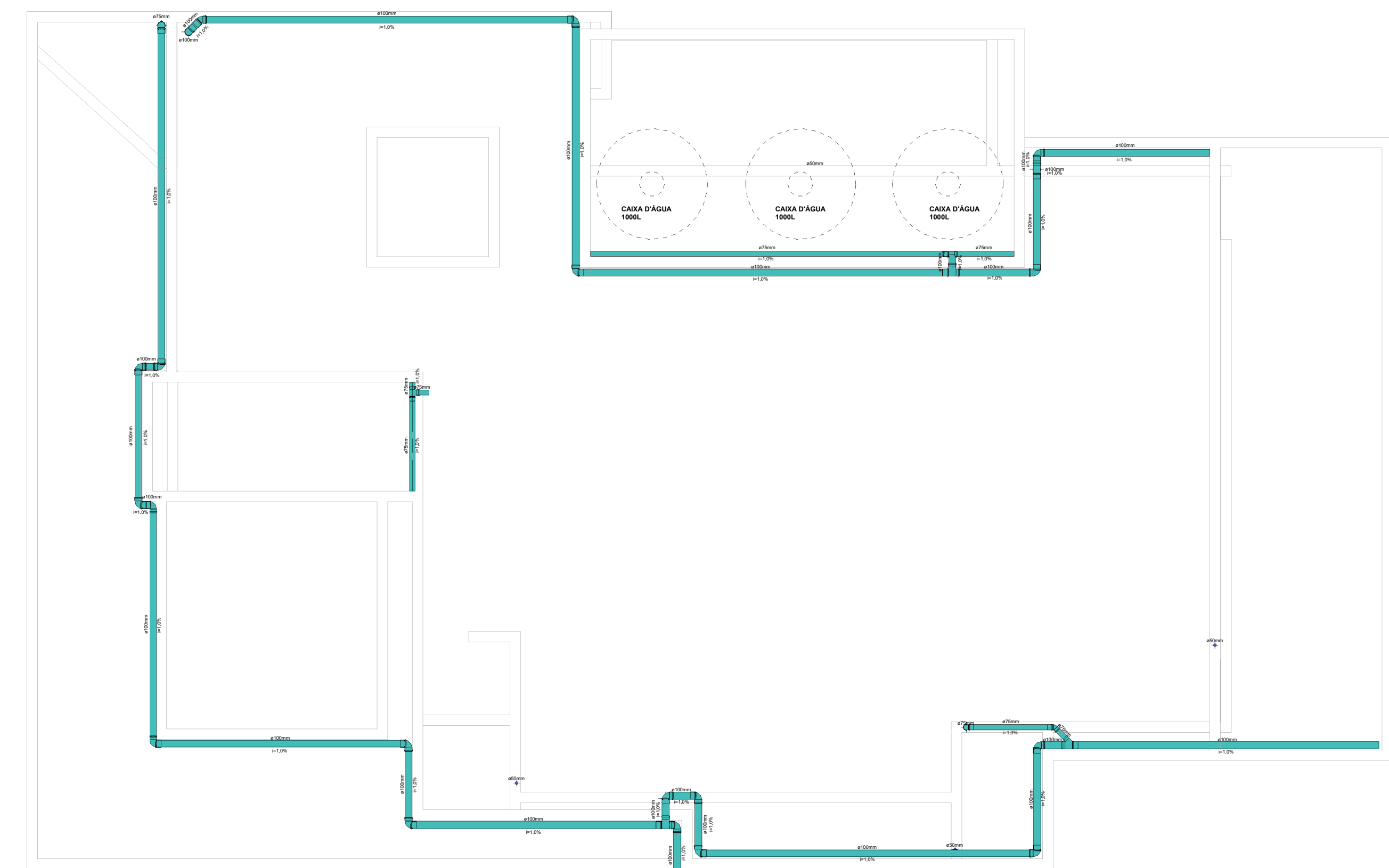
1.1. Térreo
1:25



2.2. Pav 2
1:25



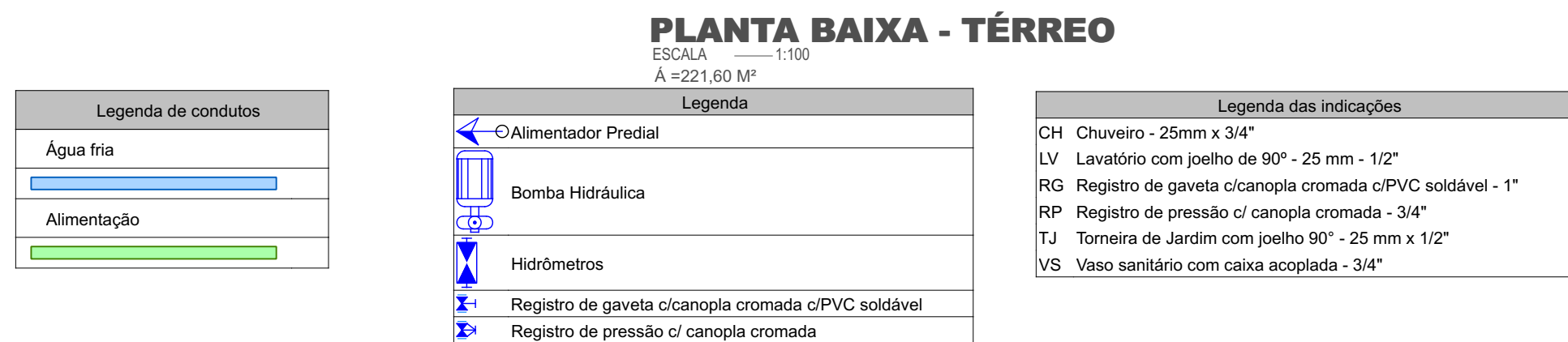
3.3. Pav 3
1:25



4.4. Cobertura
1:25

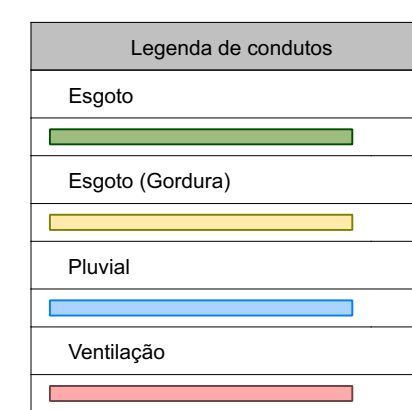
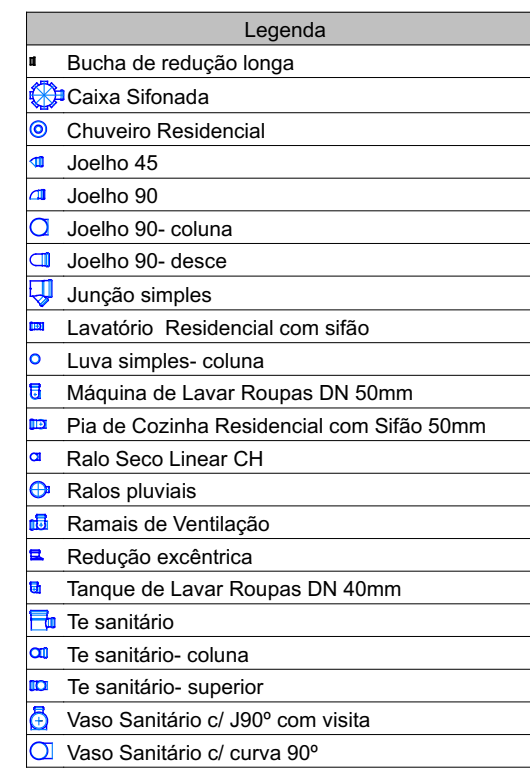
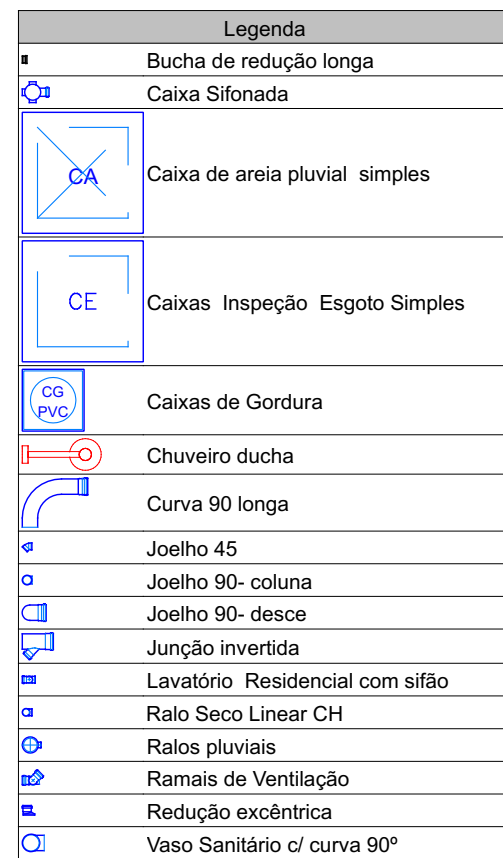
Título		RESIDENCIAL	
Proprietário		Proprietário	
Projeto		PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
Conteúdo		Térreo / 2º Pav / 3º Pav / Cobertura	
Escala		1:25	
Data		2024	

D. ANEXO D – PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER

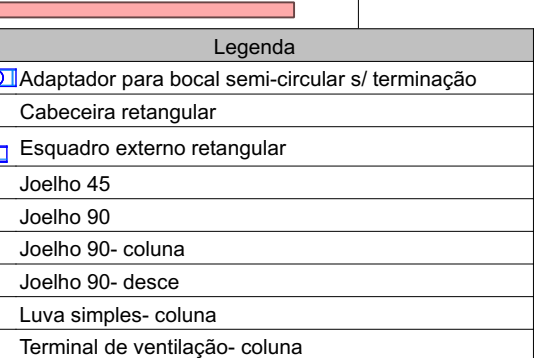
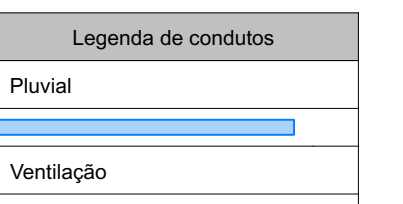
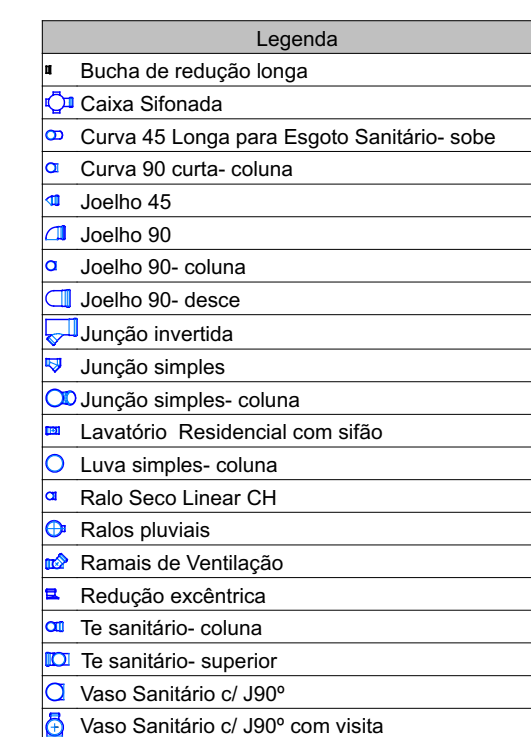


Legenda de condutos	Legenda das indicações	Legenda
Água fria Alimentação	CH Chuveiro - 25mm x 3/4" LV Lavatório com joelho de 90° - 25 - mm - 1/2" RP Registro de pressão c/ canopla cromada - 3/4" VS Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"	X - Registro de gaveta canopla cromada c/PVC soldável Y - Registro de pressão c/ canopla cromada

Legenda de condutos	
Água fria	
Alimentação	
Legenda	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
	Registro bruto gaveta Industrial c/PVC soldável
Legenda das indicações	
Saída	Saídas livres - 32 mm



PLANTA BAIXA SUPERIOR
ESCALA — 1:100
A = 173,62 M²



E. ANEXO E – FIGURAS 3D PROJETO HIDROSSANITÁRIO, SOFTWARE QIBUILDER

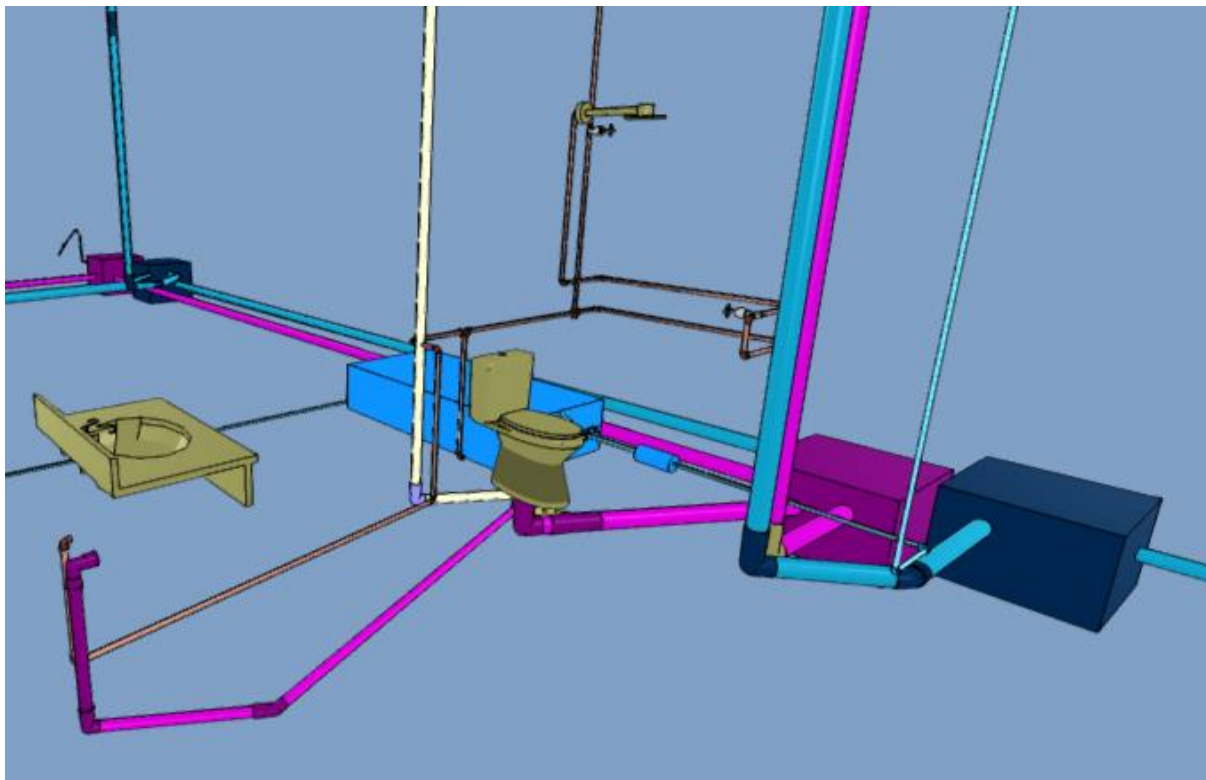


Figura 1: Vista 3D WC Térreo, software QiBuilder. Fonte: Autor.



Figura 2: Vista 3D WC Demi Suítes 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.



Figura 3: Vista 3D WC Suítes 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor (2021)

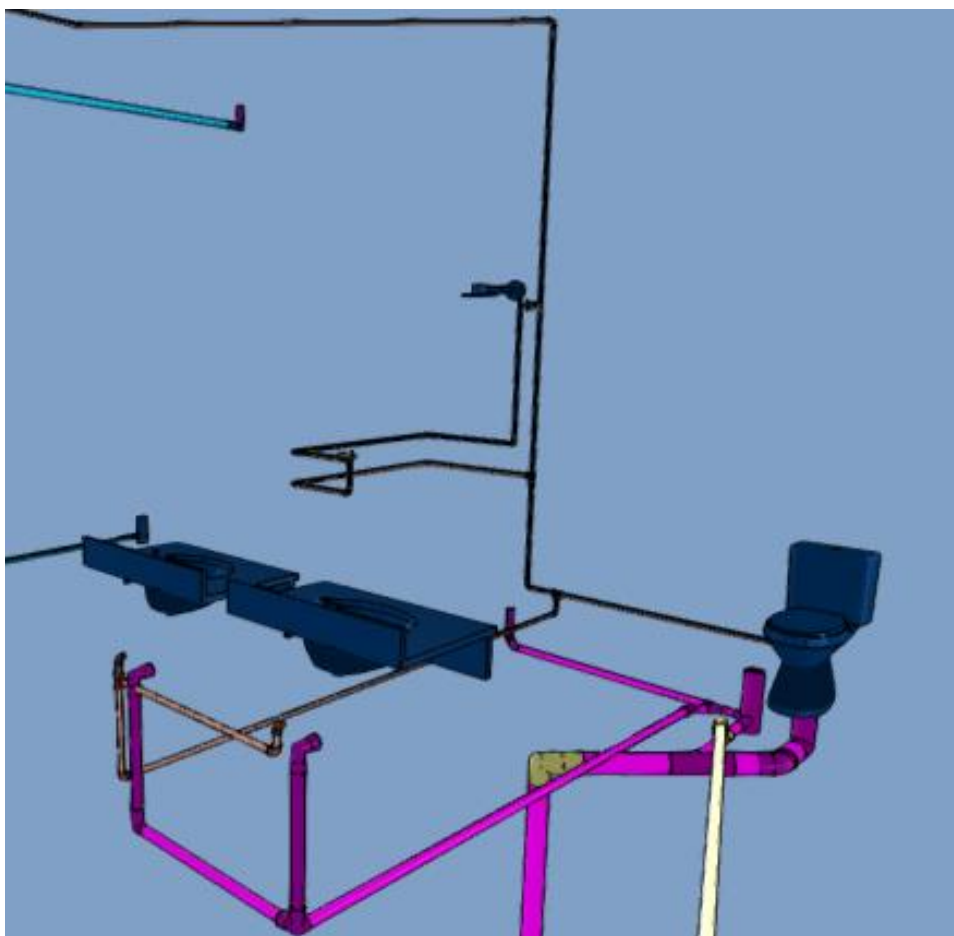


Figura 4: Vista 3D WC Demi Suítes 3 e 4, software QiBuilder. Fonte: Autor.

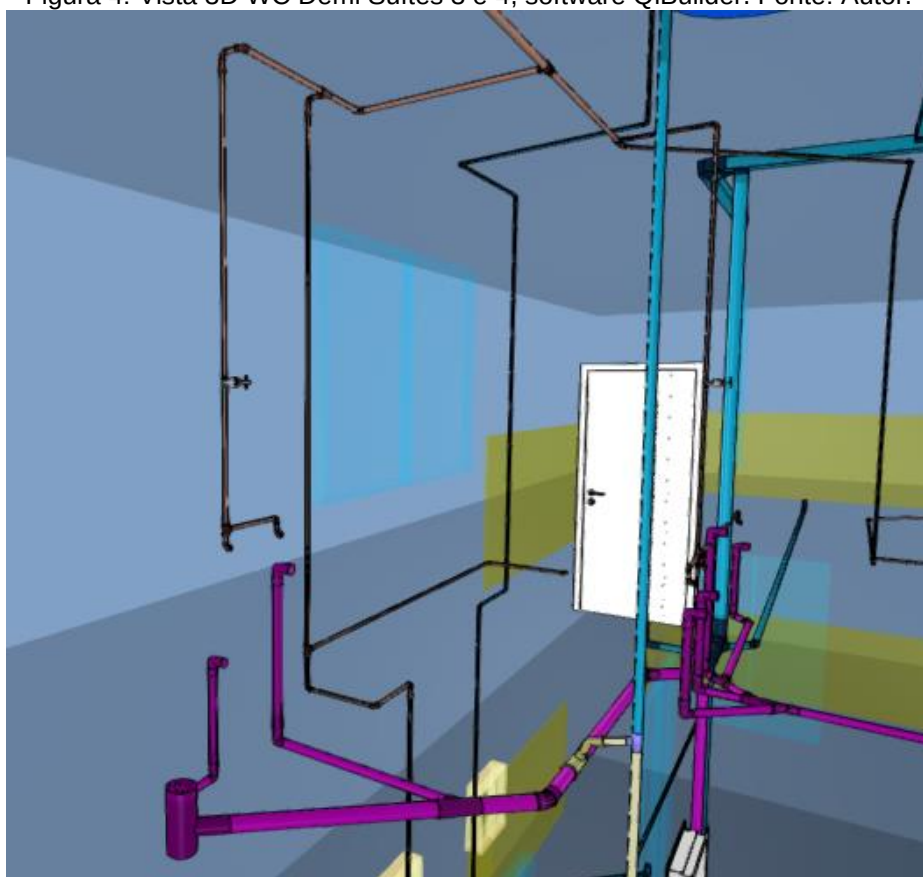


Figura 5: Vista 3D Lavanderia, software QiBuilder. Fonte: Autor.

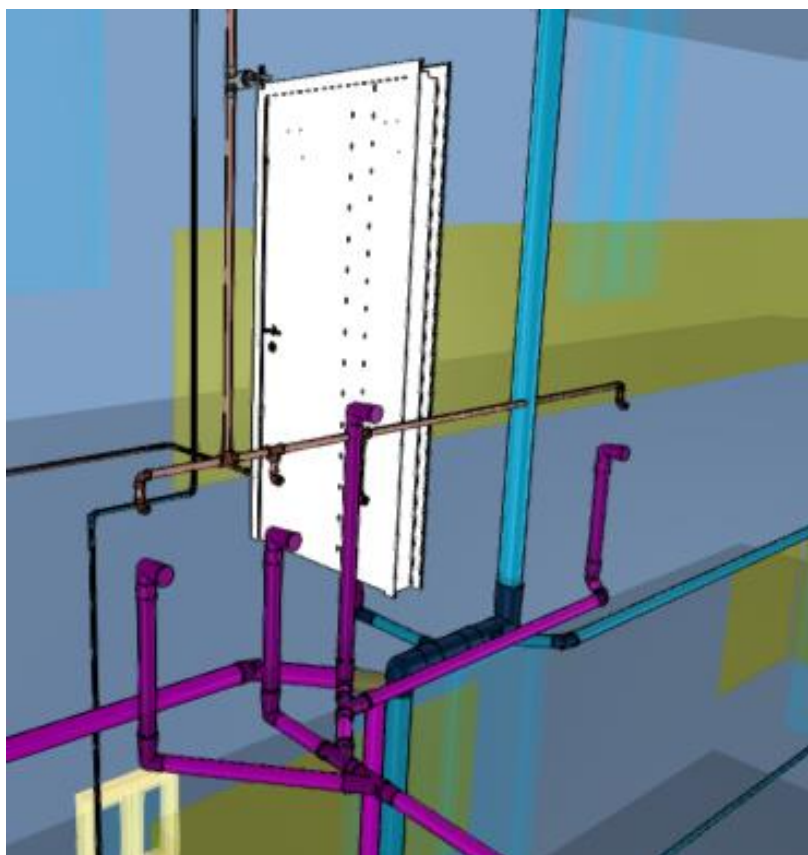


Figura 6: Vista 3D Cozinha, software QiBuilder. Fonte: Autor.

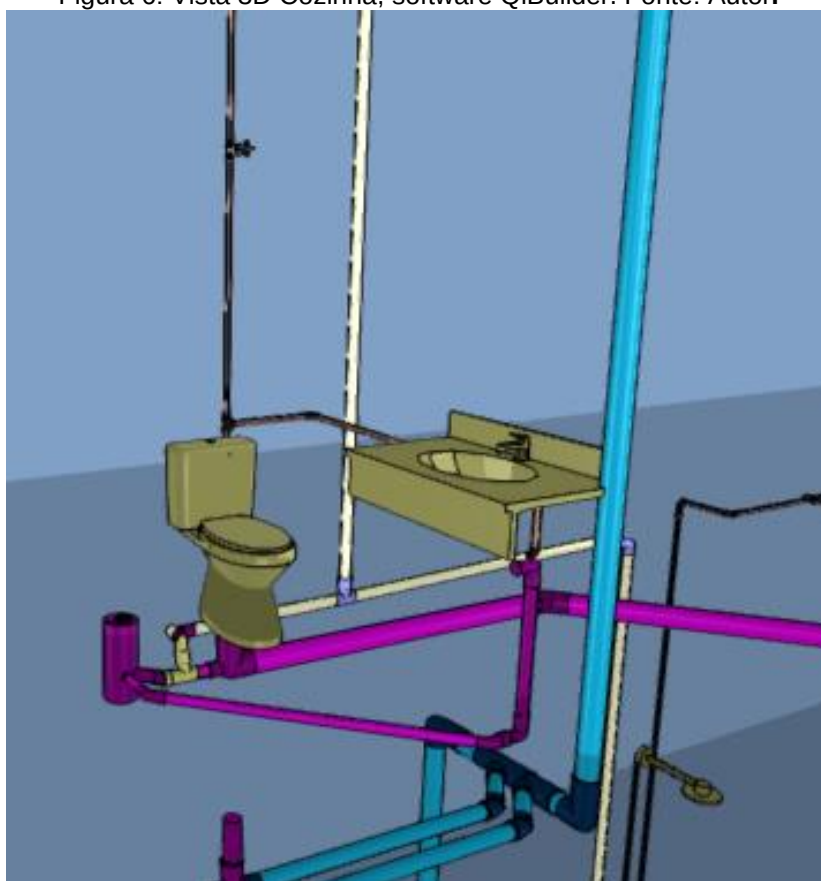


Figura 7: Vista 3D Lavabo Externo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

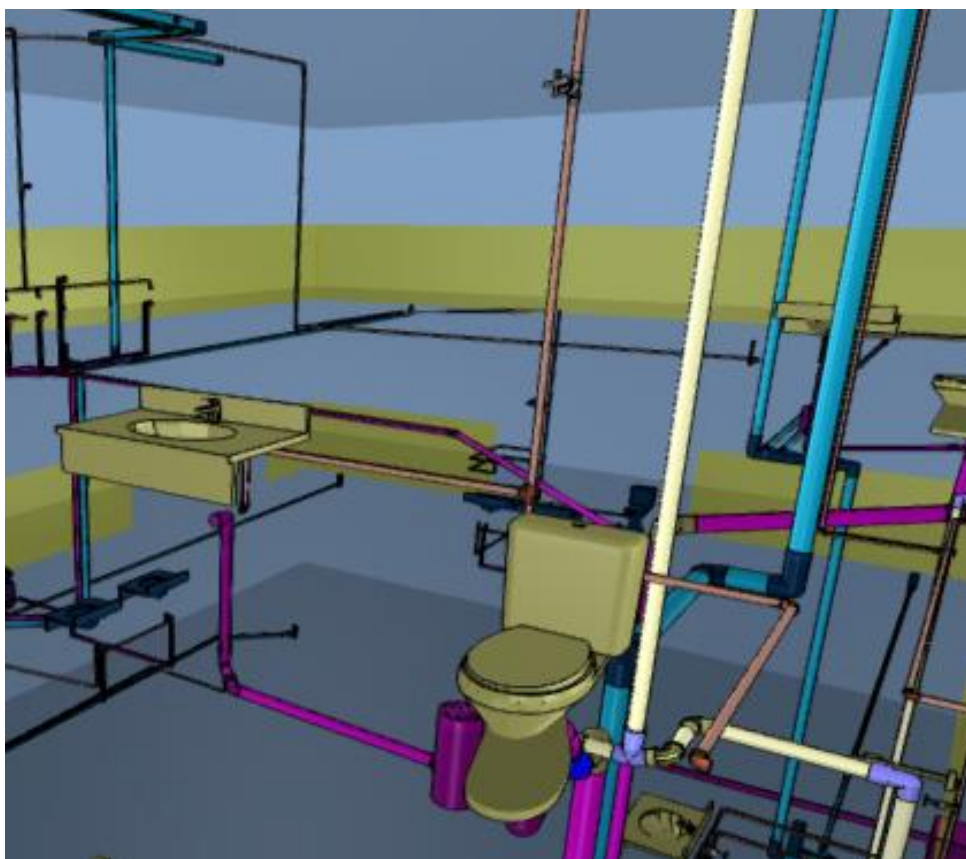


Figura 8: Vista 3D Lavabo Interno, software QiBuilder. Fonte: Autor.

Nas figuras 9, 10, 11, 12 são apresentadas as visualizações 3D dos projetos hidráulicos e sanitários, junto ao modelo arquitetônico. Na figura 11, ao lado direito da imagem, apresenta as configurações para seleção dos elementos nas vistas, as disciplinas que deseja visualizar, nível de transparência, e cor. Na figura, foi retirado as lajes do modelo arquitetônico, para melhor visualização da parte das tubulações de esgoto. Ficando a critério do projetista os elementos que deseja manter ou retirar da vista.

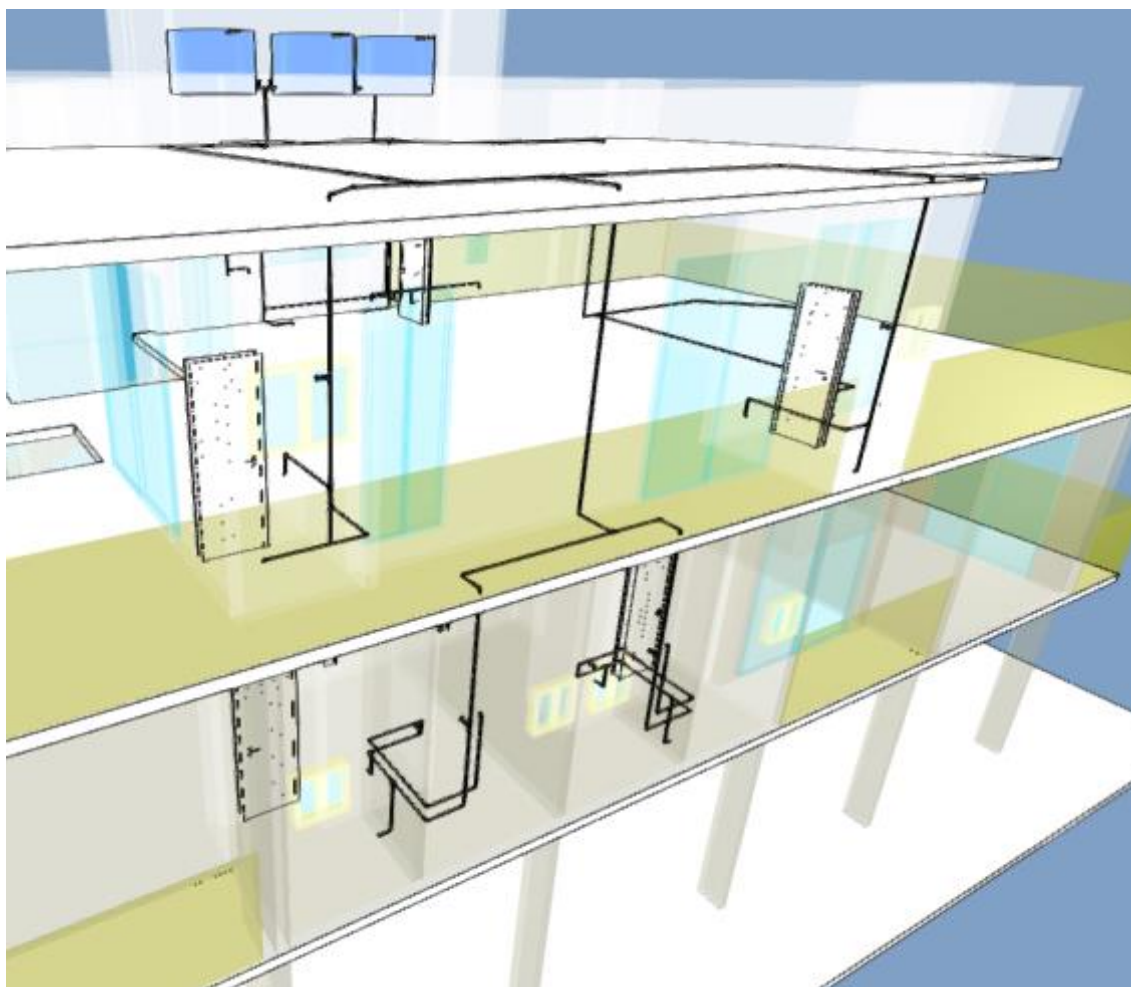


Figura 9: Visualização 3D projeto Arquitetônico e Hidráulico lado direito. Fonte: Autor

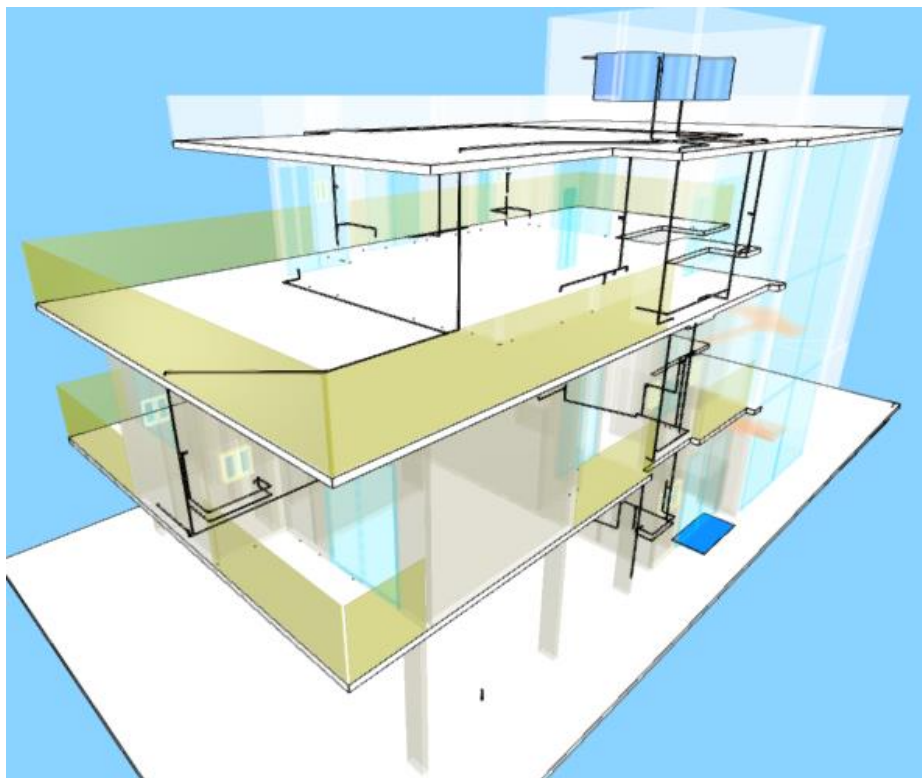


Figura 10: Visualização 3D projeto Arquitetônico e Hidráulico lado esquerdo. Fonte: Autor.

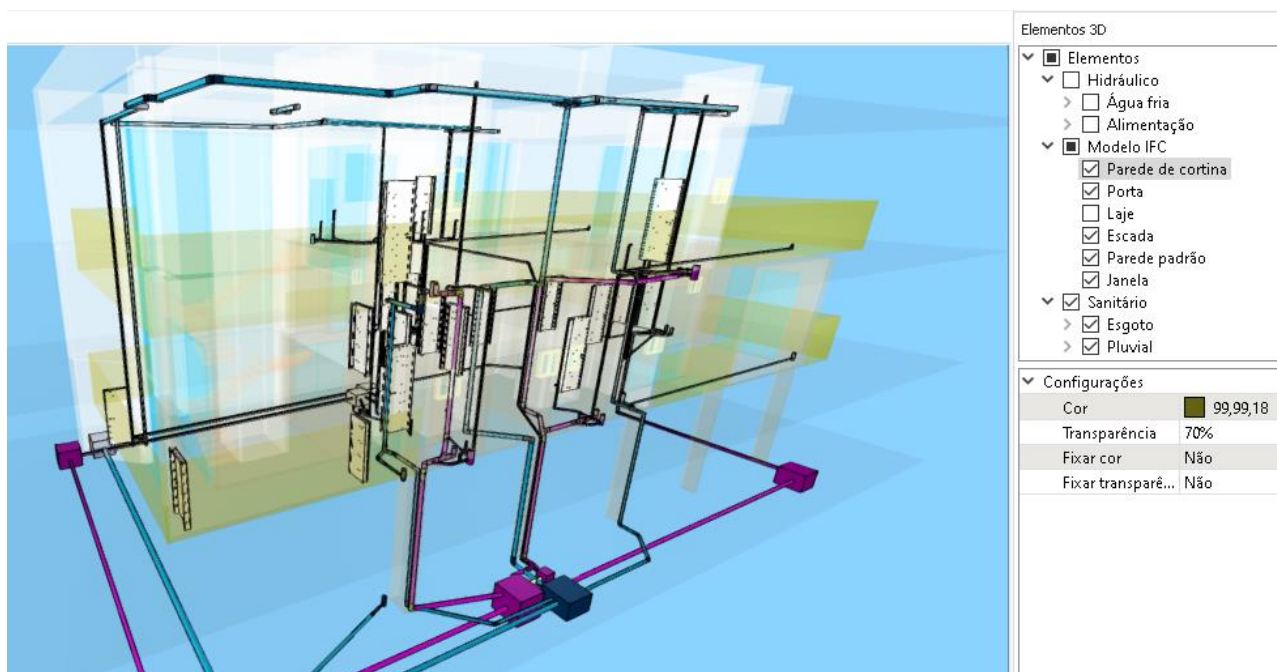


Figura 11: Visualização 3D projeto Arquitetônico e Sanitário lado direito. Fonte: Autor.

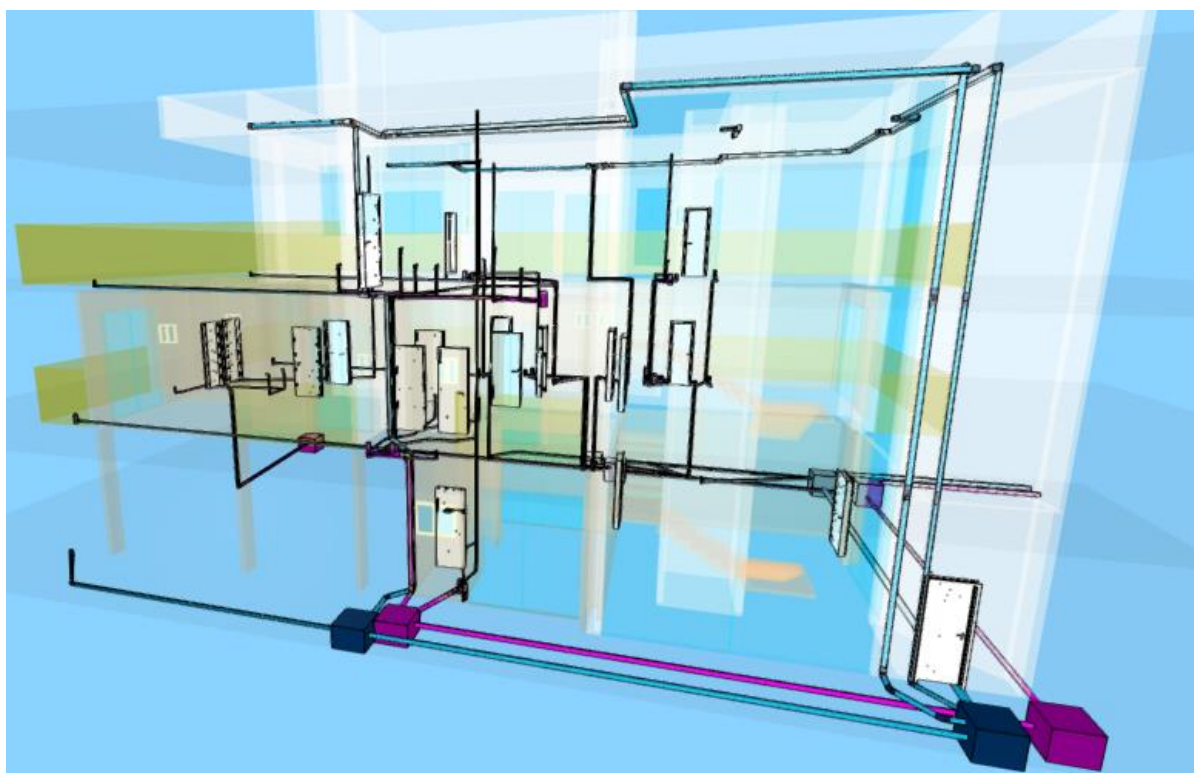


Figura 12: Visualização 3D projeto Arquitetônico e Sanitário lado esquerdo. Fonte: Autor.

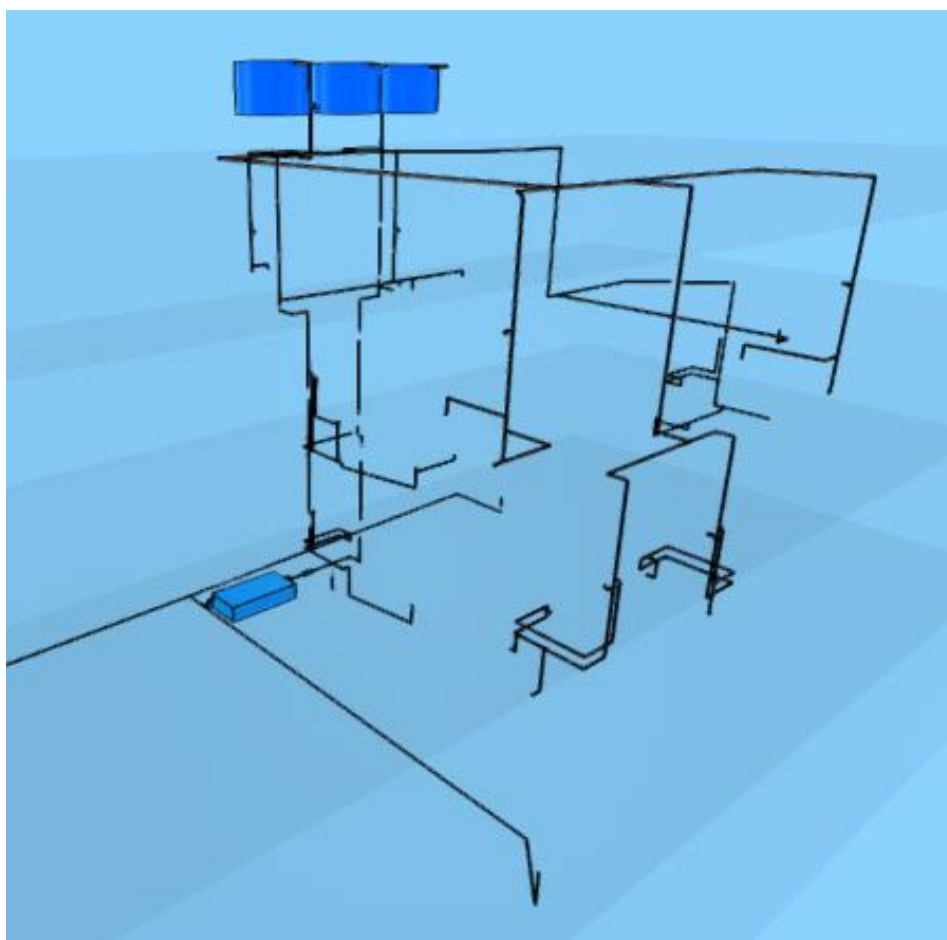


Figura 13: Visualização geral 3D projeto Hidráulico. Fonte: Autor.

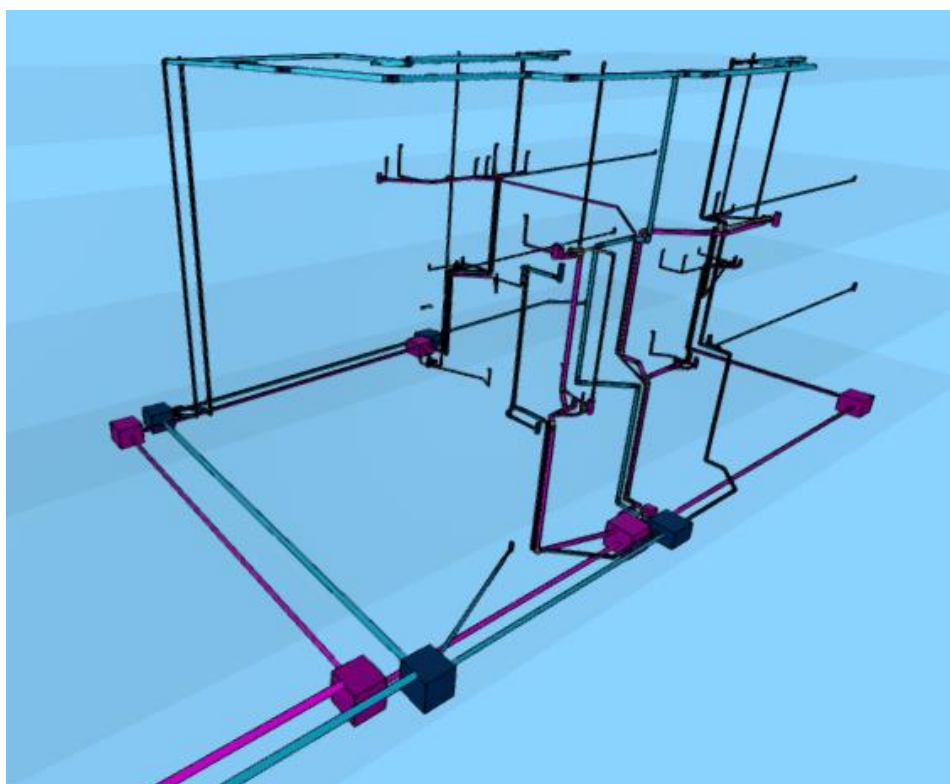


Figura 14: Visualização geral 3D projeto Sanitário. Fonte: Autor.

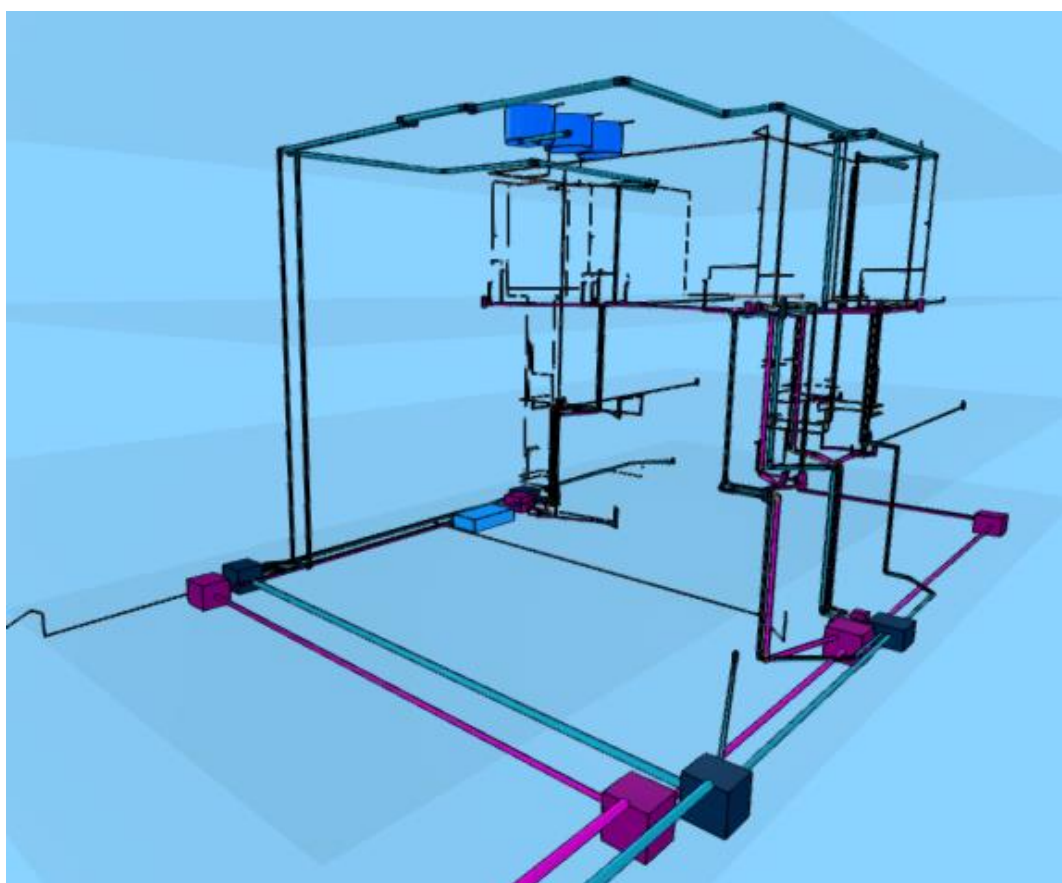


Figura 15: Visualização geral 3D projeto Hidrossanitário. Fonte: Autor.

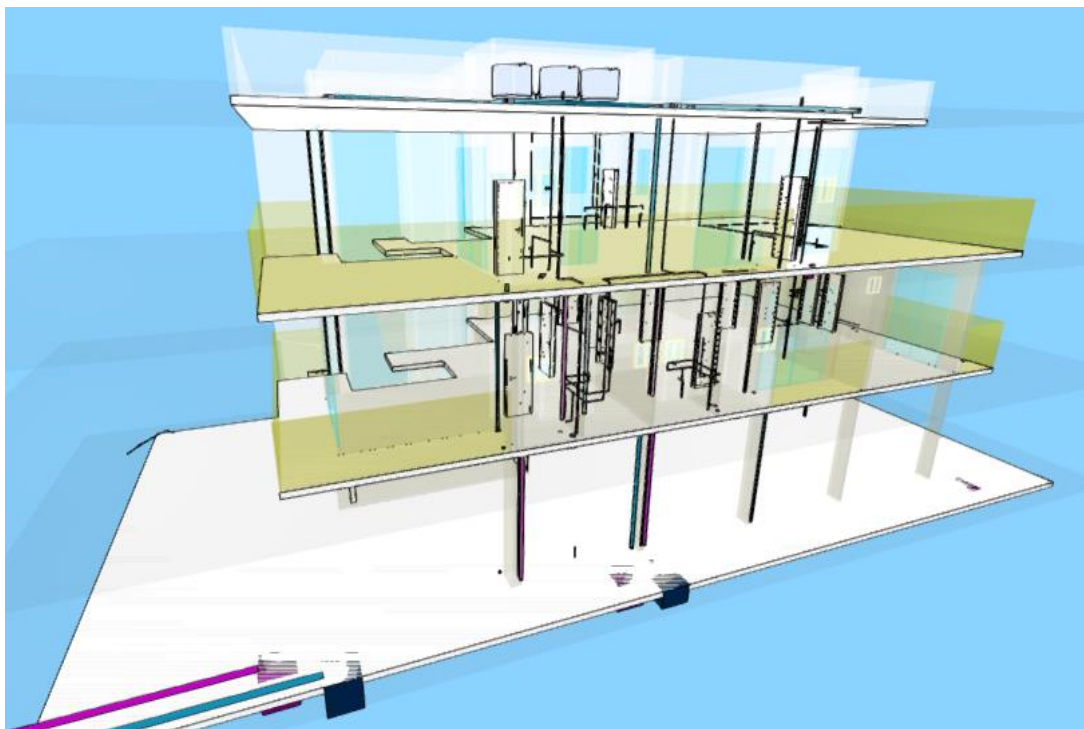


Figura 16: Visualização geral 3D Arquitetônico e Hidrossanitário. Fonte: Autor.

Na figura 13, podemos observar apenas os elementos referentes ao projeto hidráulico na visualização 3D, na figura 14 os elementos referentes ao projeto sanitário, na figura 15 projeto hidráulico e sanitário e na figura 16 projeto arquitetônico com nível de transparência, junto ao projeto hidrossanitário. O software permite a seleção dos elementos desejados na vista e configuração de nível de transparência, permitindo assim, a análise do lançamento de cada projeto individual, ou em conjunto com as demais disciplinas.

**F. ANEXO F – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE
AUTOCAD**

OBRA: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM TRÊS PAVIMENTOS			
LOCAL: PONTAL DO PARANÁ-PR			
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR TÉRREA			
LISTA DE MATERIAIS - PROJETO HIDROSSANITÁRIO			
Nº	Item	Unid.	Quantid.
1	ESGOTO SANITÁRIO		
1.1	Tubo de PVC rígido convencional (branco), com ponta bolsa e virola, fab. Tigre		
	Ø 100mm	m	60,00
	Ø 75mm	m	10,00
	Ø 50mm	m	29,00
	Ø 40mm	m	27,00
1.2	Conexões de PVC rígido convencional (branco), fab Tigre		
1.2.1	Joelho 90o.		
	Ø 100mm	pç	20,00
	Ø 75mm	pç	3,00
	Ø 50mm	pç	25,00
	Ø 40mm	pç	17,00
1.2.2	Joelho 45o.		
	Ø 100mm	pç	4,00
	Ø 75mm	pç	2,00
	Ø 50mm	pç	10,00
	Ø 40mm	pç	12,00
1.2.3	Te sanitário		
	Ø 75 x 50mm	pç	1,00
	Ø 50 x 50mm	pç	9,00
1.2.4	Junção simples		
	Ø 100 x 100mm	pç	2,00
	Ø 100 x 75mm	pç	1,00
	Ø 100 x 50mm	pç	4,00
	Ø 75 x 50mm	pç	1,00
	Ø 50 x 50mm	pç	2,00
	Ø 40 x 40mm	pç	4,00
1.2.5	Redução excêntrica		
	Ø 100mm x 75mm	pç	1,00
1.2.6	Joelho 90o. Com visita		
	Ø 100mm x 50mm	pç	2,00
1.2.7	Ligação para saída de vaso sanitário		
	Ø 100mm	pç	2,00
1.2.8	Joelho 90o. com bolsa para anel		
	Ø 40mm X 1.1/2"	pç	6,00
1.2.9	Caixa sifonada c/porta grelha quadrada, cromada-PVC		
	Ø 150 x 185 x 75mm	pç	1,00
	Ø 100 x 150 x 50mm	pç	7,00
1.2.11	Luva simples		
	Ø 100mm	pç	13,00
	Ø 75mm	pç	3,00
	Ø 50mm	pç	21,00
1.3	Terminal de ventilação		
	Ø 50mm	pç	4,00
1.5	Caixa de inspeção de esgoto em concreto ou alvenaria, dimensão interna (50x50)cm, altura=variável e com tampa de concreto	pç	5,00
1.6	Caixa de Gordura da Tigre 19L com saída de 100mm	pç	1,00
2	REDE DE AGUA FRIA		
2.1	Tubo de PVC soldável, classe "A" (Marrom) de acordo com a especificação EB - 891/77 (NBR 5648) para pressão de serviço de 7,5 Kgf/cm2.		
	Ø 40mm	m	3,00
	Ø 32mm	m	24,00
	Ø 25mm	m	108,00
2.2	Conexões em PVC soldável Classe "A" (Marrom) de acordo com a especificação EB - 892/77 (NBR 5648), para pressão de serviço de 7,5 Kgf/cm2.		
2.3	Adaptador com bolsa e rosca para registro.		
	Ø 40mm x 1.1/4"	pç	6,00
	Ø 32mm x 1"	pç	2,00

OBRA: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM TRÊS PAVIMENTOS			
LOCAL: PONTAL DO PARANÁ-PR			
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR TÉRREA			
LISTA DE MATERIAIS - PROJETO HIDROSSANIÁRIO			
Nº	Item	Unid.	Quantid.
	Ø 25mm x 3/4"	pç	18,00
2.4	Joelho 90o.		
	Ø 40mm	pç	3,00
	Ø 32mm	pç	2,00
	Ø 25mm	pç	58,00
2.5	Joelho 45o.		
	Ø 25mm	pç	2,00
2.6	Bucha de redução.		
	Ø 40 x 32mm	pç	3,00
	Ø 32 x 25mm	pç	3,00
2.7	Te 90o.		
	Ø 40 x 40mm	pç	3,00
	Ø 32 x 32mm	pç	2,00
	Ø 25 x 25mm	pç	18,00
2.8	Te 90o.de redução		
	Ø 32 x 25mm	pç	2,00
2.9	Joelho 90o.de redução soldável e com bucha de latão		
	Ø 25mm x1/ 2"	pç	19,00
2.10	Luva		
	Ø 32mm	pç	5,00
	Ø 25mm	pç	30,00
2.11	União		
	Ø 40mm	pç	2,00
	Ø 25mm	pç	2,00
2.12	Niple		
	Ø 40mm	pç	5,00
	Ø 32mm	pç	1,00
	Ø 25mm	pç	2,00
2.13	Adaptador com flanges livres para caixa d'água		
	Ø 40mm x 1.1/4"	pç	2,00
	Ø 32mm x 1"	pç	2,00
	Ø 25mm x 3/4"	pç	1,00
2.14	Hidrômetro de entrada de água padrão concessionária	vb	1,00
3	AGUAS PLUVIAIS		
3.1	Tubo de PVC rígido convencional , com ponta bolsa e virola		
	Ø 150mm	m	6,00
	Ø 100mm	m	53,00
	Ø 75mm	m	30,00
	Ø 50mm	m	20,00
	Ø 40mm	m	15,00
3.2	Conexões de PVC rígido convencional (branco), fab Tigre		
3.3	Joelho 90o.		
	Ø 100mm	pç	15,00
	Ø 75mm	pç	12,00
	Ø 50mm	pç	2,00
	Ø 40mm	pç	4,00
3.4	Joelho 45o.		
	Ø 100mm	pç	3,00
	Ø 75mm	pç	3,00
	Ø 50mm	pç	6,00
	Ø 40mm	pç	2,00
3.5	Te 90o.		
	Ø 100 x 100mm	pç	1,00
	Ø 100 x 50mm	pç	1,00
	Ø 75 x 75mm	pç	1,00
	Ø 40 x 40mm	pç	1,00
3.6	Junção simples		
	Ø 100 x 100mm	pç	2,00
	Ø 100 x 50mm	pç	3,00
	Ø 75 x 50mm	pç	4,00
	Ø 40 x 40mm	pç	1,00
3.7	Redução excêntrica		

OBRA: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM TRÊS PAVIMENTOS			
LOCAL: PONTAL DO PARANÁ-PR			
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR TÉRREA			
LISTA DE MATERIAIS - PROJETO HIDROSSANITÁRIO			
Nº	Item	Unid.	Quantid.
	Ø 75mm x 50mm	pç	2,00
	Ø 50mm x 40mm	pç	7,00
3.8	Caixa sifonada c/porta grelha quadrada,cromada-PVC		
	Ø 100 x 150 x 50mm	pç	1,00
	Ø 150 x 185 x 75mm	pç	1,00
3.9	CAIXA SECA PVCE		
	Ø100x53x40 mm	pç	7,00
3.10	Ralo linear com grelha em PVC ou metálica		
	Ø 40mm	pç	6,00
3.11	Caixa de passagem de águas pluviais em concreto ou alvenaria, (50x50)cm, altura=variável e com tampa de concreto	pç	4,00
4	METAIS SANITARIOS		
4.1	Registro de gaveta interno em bronze,acabamento bruto, extremidades roscadas tipo BSP. - referencia Deca.		
	Ø 1.1/4"	pç	3,00
	Ø 1"	pç	2,00
	Ø 3/4"	pç	4,00
4.2	Registro de gaveta, acabamento cromado, extremidades roscadas tipo BSP.		
	Ø 3/4"	pç	9,00
4.3	Registro de pressão, acabamento cromado, extremidades roscadas tipo BSP.		
	Ø 3/4"	pç	5,00
4.4	Torneira bóia com sede anti-corrosiva		
	Ø 3/4"	pç	1,00
4.5	Chuveiro		
	Ø 1/2"	pç	5,00
4.6	Sifão regulável cromado para lavatório e tanque		
	Ø 1"x 1.1/2"	pç	9,00
4.7	Válvula de escoamento para lavatório, cromada, com ladrão, referencia Deca , modelo 1602-C		
	Ø 1"	pç	4,00
4.8	Ligação flexível p/lavatorio, metálica, cromada, 30cm x Ø1/2". Referencia Deca 4606	pç	8,00
5	EQUIPAMENTOS - AGUA FRIA		
5.1	Caixa d'água de fibra de vidro com tampa V=1.000 litros	cj	3,00
5.2	Bomba de Pressurização para recalque, Potência 1/2 cv, Schneidr - Modelo TAP-20C ou similar, para Q=2 m3/h - H=10 m.c.a	cj	1,00

G. ANEXO G – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE REVIT

OBRA: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM ALVENARIA

LOCAL: PONTAL DO PARANÁ - PR

RELAÇÃO DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS - REVIT

CÓDIGO	ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE
1. Registros e Válvulas			
1.1	Adaptador Soldável 25mm com Anel p/ Caixa d'Água	pç	10
1.2	Adaptador Soldável 32mm com Anel p/ Caixa d'Água	pç	6
1.3	Adaptador Soldável Jet 30 com Bolsa e Rosca, 25mm	pç	30
1.4	Registro Esfera VS Roscável 1.1/4"	pç	3
1.5	Registro Gaveta Docol Base JET 30, 3/4"	pç	9
1.6	Registro Gaveta Docol JET 30 Bruto 3/4"	pç	4
1.7	Registro Pressão Docol Base JET 30, 3/4"	pç	5
2. Tubos Rígidos			
2.1	Tubo Soldável Marrom-20,00 mm	m	0,35
2.2	Tubo Soldável Marrom - 25,00 mm	m	188,58
2.3	Tubo Soldável Marrom- 32,00 mm	m	30,47
2.4	Tubo Soldável Marrom- 40,00 mm	m	3,32
2.5	Tubo Série Normal- 40,00 mm	m	48,31
2.6	Tubo Série Normal- 50,00 mm	m	98,77
2.7	Tubo Série Normal- 75,00 mm	m	76,75
2.8	Tubo Série Normal- 100,00 mm	m	126,41
2.9	Tubo Série Normal- 150,00 mm	m	6
3. Conexões para Água Fria			
3.1	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom	pç	11
3.2	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom	pç	6
3.3	Bucha de Redução Soldável Curta 40x32mm, PVC Marrom	pç	2
3.4	Curva de Transposição Soldável 25mm, PVC Marrom	pç	2
3.5	Joelho 45º Soldável 25mm, PVC Marrom	pç	2
3.6	Joelho 45º Soldável 32mm, PVC Marrom	pç	3
3.7	Joelho 90º Soldável 20mm, PVC Marrom	pç	11
3.8	Joelho 90º Soldável 25mm, PVC Marrom	pç	83
3.9	Joelho 90º Soldável 32mm, PVC Marrom	pç	9
3.10	Joelho 90º Soldável 40mm, PVC Marrom	pç	1
3.11	Tê de Redução Soldável 40x32mm, PVC Marrom	pç	1
3.12	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom	pç	25
3.13	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom	pç	3
4. Conexões para Esgoto			
4.1	Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal	pç	6
4.2	Joelho 45º 40mm, Esgoto Série Normal	pç	13
4.3	Joelho 45º 50mm, Esgoto Série Normal	pç	11
4.4	Joelho 45º 75mm, Esgoto Série Normal	pç	7
4.5	Joelho 45º 100mm, Esgoto Série Normal	pç	9
4.6	Joelho 90º 40mm, Esgoto Série Normal	pç	25
4.7	Joelho 90º 50mm, Esgoto Série Normal	pç	25
4.8	Joelho 90º 75mm, Esgoto Série Normal	pç	14
4.9	Joelho 90º 100mm, Esgoto Série Normal	pç	40
4.10	Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal	pç	5
4.11	Junção Simples 50 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	3

4.12	Junção Simples 75 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	4
4.13	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	6
4.14	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal	pç	1
4.15	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal	pç	2
4.16	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal	pç	37
4.17	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal	pç	20
4.18	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Norma	pç	22
4.19	Tê 40 x 40mm, Esgoto Série Normal	pç	3
4.20	Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	11
4.21	Tê 75 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	1
4.22	Tê 75 x 75mm, Esgoto Série Normal	pç	2
4.23	Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal	pç	1
4.24	Tê 100 x 75mm, Esgoto Série Normal	pç	1
4.25	Tê 100 x 100mm, Esgoto Série Normal	pç	5
5. Caixas e Ralos			
5.1	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	pç	7
5.2	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos 150 x 170 x 75mm, Esgoto - TIGRE	pç	1
5.3	Corpo Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	pç	9
5.4	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE	pç	7
5.5	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 150 x 200mm, Esgoto - TIGRE	pç	1
5.6	Caixa d'Água 1000 litros, Água Fria - TIGRE	pç	3
5.7	Torneira Bóia para Caixa d'Água 1/2", Água Fria - TIGRE	pç	3

H. ANEXO H – LISTA DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS, SOFTWARE QIBUILDER

OBRA	
Tipo:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO
Título:	RESIDENCIAL
Endereço:	Pontal do Paraná
Cliente:	UFPR-CEM

Lista de Materiais - Projeto Hidrossanitário - QiBuilder					
Alimentação					
Bomba Hidráulica - Recalque					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	2929	Schneider	Recalque - BCR 2010 - 1/2	1,0	pç
Ferro maleável classe 10					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1487	Colar de tomada de f ^o f ^o	3/4"	1,0	pç
2,0	1082	Luva macho - fêmea	3/4"	3,0	pç
Metais					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1857	Registro bruto de gaveta industrial	3/4"	1,0	pç
2,0	2002	Registro de esfera	3/4"	2,0	pç
3,0	1379	Registro de gaveta c/ canopla cromada	1"	1,0	pç
4,0	1385	Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	1,0	pç
5,0	2357	Registro esfera borboleta bruto PVC	3/4"	1,0	pç
PVC misto soldável					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1144	Joelho 90 soldável c/ rosca	25 mm - 3/4"	3,0	pç
PVC rígido roscável					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1053	Tubos	3/4"	0,3	m
PVC rígido soldável					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	3232	Adapt sold c/ flange fixo p cx. d'água	25 mm - 3/4"	1,0	pç
2,0	3240	Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água	25 mm - 3/4"	1,0	pç
3,0	2195	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	5,0	pç
4,0	2196	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	32 mm - 1"	2,0	pç
5,0	353	Joelho 45 soldável	25 mm	1,0	pç
6,0	611	Joelho 90º soldável	25 mm	16,0	pç
7,0	185	Joelho de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1,0	pç
8,0	1758	Luva soldável	25 mm	3,0	pç
9,0	2071	Tubos	25 mm	60,6	m
10,0	2072	Tubos	32 mm	0,6	m
11,0	1782	Tê 90 soldável	25 mm	2,0	pç
Reservatório de concreto					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1147	Pré - moldado	Reservatório concreto	1,0	pç
Esgoto					
Caixas de Passagem					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	481	Caixa de gordura PVC	CG 30 cm	1,0	pç
2,0	285	Caixa de inspeção esgoto simples	CE- 60x60 cm	5,0	pç

PVC Acessórios					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	956	Caixa sifonada	100x100x50	4,0	pç
2,0	958	Caixa sifonada	150x150x50	4,0	pç
3,0		Ralo linear c/ grelha	Ralo Linear Seco 7cm	6,0	pç
4,0	999	Ralo sifonado alt. reg. saída 40	100 mm - 40 mm	3,0	pç
5,0	2573	Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 1.1/2"	9,0	pç
6,0	2574	Sifão de copo p/ pia e lavatório	1" - 2"	3,0	pç
7,0	2454	Sifão flexível c/ Adaptador	1.1/2" - 1.1/2"	1,0	pç
8,0	1140	Válvula p/ lavatório e tanque	1"	9,0	pç
9,0	1139	Válvula p/ pia	1"	3,0	pç
10,0	2266	Válvula p/ tanque	1 1/2"	1,0	pç
PVC Esgoto					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	2752	Curva 90 curta	100 mm	2,0	pç
2,0	2753	Curva 90 curta	40 mm	19,0	pç
3,0	2358	Curva 90 longa	100 mm	1,0	pç
4,0	2707	Joelho 45	100 mm	5,0	pç
5,0	2709	Joelho 45	40 mm	13,0	pç
6,0	2710	Joelho 45	50 mm	6,0	pç
7,0	2711	Joelho 45	75 mm	3,0	pç
8,0	1746	Joelho 90	100 mm	15,0	pç
9,0	1749	Joelho 90	50 mm	15,0	pç
10,0	1750	Joelho 90	75 mm	3,0	pç
11,0	2789	Joelho 90 c/ visita	100 mm - 50 mm	2,0	pç
12,0	2423	Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário	40 mm - 1.1/2"	10,0	pç
13,0	27330	Junção invertida	100 mm x 50 mm	3,0	pç
14,0	2140	Junção simples	100 mm - 50 mm	2,0	pç
15,0	2141	Junção simples	100 mm - 75 mm	1,0	pç
16,0	2142	Junção simples	100 mm - 100 mm	2,0	pç
17,0	19611	Junção simples	40 mm x 40 mm	4,0	pç
18,0	2146	Junção simples	50 mm - 50 mm	3,0	pç
19,0	2147	Junção simples	75 mm - 50 mm	1,0	pç
20,0	466	Luva simples	100 mm	4,0	pç
21,0	2244	Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola	100 mm - 4"	6,8	m
22,0	2640	Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	80,3	m
23,0	2641	Tubo rígido c/ ponta lisa	150 mm - 6"	4,8	m
24,0	2642	Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	28,6	m
25,0	2643	Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	19,0	m
26,0	2644	Tubo rígido c/ ponta lisa	75 mm - 3"	9,4	m
27,0	910	Tê sanitário	50 mm - 50 mm	3,0	pç
28,0	911	Tê sanitário	75 mm - 50 mm	1,0	pç
Esgoto (Gordura)					
PVC Esgoto					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1749	Joelho 90	50 mm	4,0	pç
2,0	2640	Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	0,7	m
3,0	2643	Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	9,4	m
Pluvial					
Caixas de Passagem					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1354	Caixa de areia pluvial sem grelha	CA- 60x60cm	4,0	pç

Calha metálica					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	2901	Adaptador para bocal semi-circular	100 mm x 100 mm	5,0	pç
2,0	1233	Cabeceira retangular	100 mm x 100 mm	10,0	pç
3,0	108	Calha retangular	100 mm x 100 mm	56,5	m
4,0	2206	Esquadro externo retangular	100 mm x 100 mm	14,0	pç
PVC Acessórios					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1807	Grelha quadr. p/ ralo de terraço - cx .sifo.	100 mm	7,0	pç
2,0	623	Ralo corpo caixa seca	100x100x40mm	7,0	pç
PVC Esgoto					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	428	Bucha de redução longa	50 mm - 40 mm	8,0	pç
2,0	2707	Joelho 45	100 mm	3,0	pç
3,0	2709	Joelho 45	40 mm	1,0	pç
4,0	2710	Joelho 45	50 mm	3,0	pç
5,0	2711	Joelho 45	75 mm	5,0	pç
6,0	1746	Joelho 90	100 mm	18,0	pç
7,0	1750	Joelho 90	75 mm	15,0	pç
8,0	27330	Junção invertida	100 mm x 50 mm	1,0	pç
9,0	20	Junção invertida	75 mm x 50 mm	1,0	pç
10,0	2140	Junção simples	100 mm - 50 mm	1,0	pç
11,0	19611	Junção simples	40 mm x 40 mm	1,0	pç
12,0	2147	Junção simples	75 mm - 50 mm	2,0	pç
13,0	466	Luva simples	100 mm	2,0	pç
14,0	468	Luva simples	75 mm	4,0	pç
15,0	2650	Redução excêntrica	75 mm - 50 mm	2,0	pç
16,0	2640	Tubo rígido c/ ponta lisa	100 mm - 4"	62,5	m
17,0	2641	Tubo rígido c/ ponta lisa	150 mm - 6"	19,6	m
18,0	2642	Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	19,6	m
19,0	2643	Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	24,3	m
20,0	2644	Tubo rígido c/ ponta lisa	75 mm - 3"	56,1	m
21,0	906	Tê sanitário	100 mm - 50 mm	1,0	pç
22,0	912	Tê sanitário	75 mm - 75 mm	1,0	pç
Ventilação					
PVC Esgoto					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	754	Curva 45 longa	50 mm	2,0	pç
2,0	2754	Curva 90 curta	50 mm	1,0	pç
3,0	2710	Joelho 45	50 mm	4,0	pç
4,0	1749	Joelho 90	50 mm	9,0	pç
5,0	467	Luva simples	50 mm	1,0	pç
6,0	885	Terminal de ventilação	50 mm	4,0	pç
7,0	2642	Tubo rígido c/ ponta lisa	40 mm	0,3	m
8,0	2643	Tubo rígido c/ ponta lisa	50 mm - 2"	43,4	m
9,0	910	Tê sanitário	50 mm - 50 mm	8,0	pç
Água fria					
Aparelho					
Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1449	Chuveiro	25mm x 3/4"	5,0	pç
2,0	2421	Máquina de Lavar Pratos	25 x 3/4"	1,0	pç

3,0	2887	Máquina de Lavar Roupa	25mm x 3/4"	1,0	pç
4,0	645	Torneira de Jardim	25 mm x 1/2"	5,0	pç
5,0	2538	Torneira de Pia de Cozinha	25mm - 3/4"	3,0	pç
6,0	592	Torneira de Tanque de Lavar	25mmx 3/4"	1,0	pç
7,0	540	Torneira de lavatório	20 mm - 1/2"	1,0	pç
8,0	542	Torneira de lavatório	25 mm - 1/2"	8,0	pç
9,0	579	Vaso Sanitário c/ cx. acoplada	1/2"	6,0	pç
10,0	469	Vaso Sanitário p/ Válvula de Descarga de 1 1/2"	40mm - 1 1/2"	1,0	pç

Metais

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1934	Registro de gaveta bruto ABNT	1.1/4"	3,0	pç
2,0	1385	Registro de gaveta c/ canopla cromada	3/4"	9,0	pç

PVC Acessórios

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	133	Engate flexível cobre cromado com canopla	1/2 - 30cm	6,0	pç
2,0	1138	Engate flexível plástico	1/2 - 30cm	9,0	pç

PVC misto soldável

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1165	Joelho de redução soldável c/ rosca	25 mm - 1/2"	6,0	pç

PVC rígido soldável

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	1223	Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água	40 mm - 1.1/4"	2,0	pç
2,0	2195	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	25 mm - 3/4"	18,0	pç
3,0	2198	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	40 mm - 1.1/4"	6,0	pç
4,0	2218	Bucha de redução sold. curta	32 mm - 25 mm	2,0	pç
5,0	2219	Bucha de redução sold. curta	40 mm - 32 mm	2,0	pç
6,0	353	Joelho 45 soldável	25 mm	4,0	pç
7,0	611	Joelho 90º soldável	25 mm	77,0	pç
8,0	612	Joelho 90º soldável	32 mm	2,0	pç
9,0	613	Joelho 90º soldável	40 mm	2,0	pç
10,0	185	Joelho de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1,0	pç
11,0	1758	Luva soldável	25 mm	13,0	pç
12,0	26589	Registro de pressão c/ canopla cromada	3/4"	5,0	pç
13,0	2071	Tubos	25 mm	131,8	m
14,0	2072	Tubos	32 mm	15,1	m
15,0	2073	Tubos	40 mm	5,0	m
16,0	1782	Tê 90 soldável	25 mm	23,0	pç
17,0	1784	Tê 90 soldável	40 mm	2,0	pç
18,0	2657	Tê de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	3,0	pç
19,0	2658	Tê de redução 90 soldável	40 mm - 32 mm	1,0	pç

PVC soldável azul c/ bucha latão

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	2541	Joelho 90º soldável com bucha de latão	25 mm - 3/4"	11,0	pç
2,0	3016	Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão	25 mm- 1/2"	13,0	pç
3,0	1228	Tê sold c/ bucha latão bolsa central	20 mm- 1/2"	1,0	pç

Reservatório cilíndrico

Nº	Códig	Descrição	Item	Quantidad	Unidad
1,0	536	Polietileno	1000 L	3,0	pç

I. ANEXO I – TABELAS DE PRESSÃO, SOFTWARE QIBUILDER

Após elaborados os detalhes isométricos, segue abaixo planilhas de pressão disponível, no ponto de utilização mais desfavorável de cada um dos detalhes isométricos mostrados, geradas automaticamente através do software QiBuilder.

PRESSÃO DISPONÍVEL CHUVEIRO WC TÉRREO												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,86	35	0,89	1,18	4,60	5,78	0,0300	0,15	11,00	0,00	0,63	0,48
3-4	0,58	28	0,96	1,55	6,10	7,65	0,0500	0,18	11,00	0,00	0,48	0,30
4-5	0,43	22	1,19	0,13	3,10	3,23	0,0800	0,09	11,00	0,00	0,30	0,21
5-6	0,43	20	1,38	0,05	1,20	1,25	0,1200	0,10	11,00	0,05	0,26	0,16
6-7	0,43	22	1,19	3,35	0,01	3,36	0,0800	0,27	10,95	3,35	3,51	3,24
7-8	0,39	22	1,07	0,25	0,80	1,05	0,0700	0,07	7,60	0,25	3,49	3,42
8-9	0,39	20	1,25	1,02	3,60	4,62	0,1000	0,41	7,35	0,05	3,47	3,06
9-10	0,39	22	1,07	1,45	0,01	1,46	0,0700	0,10	7,30	1,45	4,51	4,41
10-11	0,25	22	0,68	4,95	1,01	5,96	0,0400	0,18	5,85	4,95	9,36	9,18
11-12	0,10	22	0,27	5,21	22,20	27,41	0,0100	0,17	0,90	-1,20	7,98	7,81
12-13	0,10	22	0,27	0,00	1,20	1,20	0,0100	0,01	2,10	0,00	7,81	7,80

Tabela 1: Pressão disponível Chuveiro WC Térreo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - CHUVEIRO DEMI SUÍTES 1 E 2												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,86	35	0,89	1,18	4,60	5,78	0,0300	0,15	11,00	0,00	0,63	0,48
3-4	0,58	28	0,96	1,55	6,10	7,65	0,0500	0,18	11,00	0,00	0,48	0,30
4-5	0,43	22	1,19	0,13	3,10	3,23	0,0800	0,09	11,00	0,00	0,30	0,21
5-6	0,43	20	1,38	0,05	1,20	1,25	0,1200	0,10	11,00	0,05	0,26	0,16
6-7	0,43	22	1,19	3,35	0,01	3,36	0,0800	0,27	10,95	3,35	3,51	3,24
7-8	0,39	22	1,07	0,25	0,80	1,05	0,0700	0,07	7,60	0,25	3,49	3,42
8-9	0,39	20	1,25	1,02	3,60	4,62	0,1000	0,41	7,35	0,05	3,47	3,06
9-10	0,39	22	1,07	1,45	0,01	1,46	0,0700	0,10	7,30	1,45	4,51	4,41
10-11	0,30	22	0,82	2,16	3,80	5,96	0,0500	0,25	5,85	2,05	6,46	6,21
11-12	0,25	22	0,68	1,02	2,40	3,42	0,0400	0,10	3,80	0,00	6,21	6,11
12-13	0,10	22	0,27	2,84	16,20	19,04	0,0100	0,12	3,80	-1,95	4,16	4,04
13-14	0,10	22	0,27	0,00	1,20	1,20	0,0100	0,01	5,75	0,00	4,04	4,03

Tabela 2: Pressão disponível Chuveiro WC DemiSuítes 1 e 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - CHUVEIRO DEMI SUÍTES 3 E 4												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,86	35	0,89	1,18	4,60	5,78	0,0300	0,15	11,00	0,00	0,63	0,48
3-4	0,64	28	1,05	1,56	1,50	3,06	0,0500	0,10	11,00	0,00	0,48	0,39
4-5	0,35	22	0,97	5,20	1,90	7,10	0,0600	0,36	11,00	0,00	0,39	0,02
5-6	0,35	20	1,13	0,05	1,20	1,25	0,0900	0,07	11,00	0,05	0,07	0,00
6-7	0,35	22	0,97	3,60	0,01	3,61	0,0600	0,20	10,95	3,60	3,60	3,40
7-8	0,35	20	1,13	0,36	1,20	1,56	0,0900	0,10	7,35	0,00	3,40	3,30
8-9	0,30	20	0,95	3,15	0,80	3,95	0,0600	0,24	7,35	0,00	3,30	3,06
9-10	0,30	22	0,82	2,92	0,50	3,42	0,0500	0,15	7,35	0,00	3,06	2,91
10-11	0,30	20	0,95	0,05	1,20	1,25	0,0600	0,05	7,35	0,05	2,96	2,91
11-12	0,30	22	0,82	2,75	0,21	2,96	0,0500	0,12	7,30	2,75	5,66	5,53
12-13	0,10	22	0,27	6,48	21,01	27,49	0,0100	0,17	4,55	-1,20	4,33	4,16
13-14	0,10	22	0,27	0,00	1,20	1,20	0,0100	0,01	5,75	0,00	4,16	4,15

Tabela 3: Pressão disponível Chuveiro WC Demi Suítes 3 e 4, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - CHUVEIRO SUÍTE 1												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,52	35	0,53	1,63	4,60	6,23	0,0200	0,07	11,00	0,00	0,63	0,57
3-4	0,52	28	0,86	8,51	2,00	10,51	0,0400	0,30	11,00	0,00	0,57	0,26
4-5	0,42	28	0,70	1,66	1,50	3,16	0,0300	0,07	11,00	0,00	0,26	0,19
5-6	0,35	22	0,97	1,08	3,10	4,18	0,0600	0,11	11,00	0,00	0,19	0,08
6-7	0,35	20	1,13	0,05	1,20	1,25	0,0900	0,07	11,00	0,05	0,13	0,06
7-8	0,35	22	0,97	3,60	0,01	3,61	0,0600	0,20	10,95	3,60	3,66	3,45
8-9	0,35	20	1,13	0,55	1,20	1,75	0,0900	0,11	7,35	0,00	3,45	3,34
9-10	0,25	22	0,68	2,40	3,60	6,00	0,0400	0,22	7,35	0,00	3,34	3,13
10-11	0,25	20	0,80	0,05	1,20	1,25	0,0500	0,04	7,35	0,05	3,18	3,14
11-12	0,25	22	0,68	1,65	0,01	1,66	0,0400	0,05	7,30	1,65	4,79	4,74
12-13	0,25	22	0,68	0,00	0,20	0,20	0,0400	0,01	5,65	0,00	4,74	4,73

Tabela 4: Pressão disponível Chuveiro WC Suíte 1, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - CHUVEIRO SUÍTE 2												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,52	35	0,53	1,63	4,60	6,23	0,0200	0,07	11,00	0,00	0,63	0,57
3-4	0,52	28	0,86	8,51	2,00	10,51	0,0400	0,30	11,00	0,00	0,57	0,26
4-5	0,42	28	0,70	1,66	1,50	3,16	0,0300	0,07	11,00	0,00	0,26	0,19
5-6	0,35	22	0,97	1,08	3,10	4,18	0,0600	0,11	11,00	0,00	0,19	0,08
6-7	0,35	20	1,13	0,05	1,20	1,25	0,0900	0,07	11,00	0,05	0,13	0,06
7-8	0,35	22	0,97	3,60	0,01	3,61	0,0600	0,20	10,95	3,60	3,66	3,45
8-9	0,35	20	1,13	0,55	1,20	1,75	0,0900	0,11	7,35	0,00	3,45	3,34
9-10	0,25	20	0,80	0,73	2,40	3,13	0,0500	0,14	7,35	0,00	3,34	3,20
10-11	0,25	22	0,68	0,32	1,20	1,52	0,0400	0,06	7,35	0,00	3,20	3,14
11-12	0,25	20	0,80	0,05	1,20	1,25	0,0500	0,04	7,35	0,05	3,19	3,15
12-13	0,25	22	0,68	3,86	2,61	6,47	0,0400	0,20	7,30	2,75	5,90	5,70
13-14	0,19	22	0,52	1,22	2,00	3,22	0,0200	0,06	4,55	0,00	5,70	5,64
14-15	0,10	22	0,27	4,45	18,20	22,65	0,0100	0,14	4,55	-1,20	4,44	4,30
15-16	0,10	22	0,27	0,00	1,20	1,20	0,0100	0,01	5,75	0,00	4,30	4,29

Tabela 5: Pressão disponível Chuveiro WC Suíte 2, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - MÁQUINA DE LAVAR ROUPA												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,86	35	0,89	1,18	4,60	5,78	0,0300	0,15	11,00	0,00	0,63	0,48
3-4	0,58	28	0,96	1,55	6,10	7,65	0,0500	0,18	11,00	0,00	0,48	0,30
4-5	0,39	28	0,64	0,79	0,90	1,69	0,0200	0,03	11,00	0,00	0,30	0,26
5-6	0,39	22	1,07	0,13	1,50	1,63	0,0700	0,04	11,00	0,00	0,26	0,22
6-7	0,39	20	1,25	0,05	1,20	1,25	0,1000	0,08	11,00	0,05	0,27	0,19
7-8	0,39	22	1,07	2,45	0,21	2,66	0,0700	0,18	10,95	2,45	2,64	2,46
8-9	0,30	22	0,82	0,57	3,60	4,17	0,0500	0,17	8,50	0,10	2,56	2,39
9-10	0,30	22	0,82	0,00	1,20	1,20	0,0500	0,05	8,40	0,00	2,39	2,34

Tabela 6: Pressão disponível Máquina Lavar Roupas, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - TORNEIRA PIA COZINHA												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,86	35	0,89	1,18	4,60	5,78	0,0300	0,15	11,00	0,00	0,63	0,48
3-4	0,64	28	1,05	1,56	1,50	3,06	0,0500	0,10	11,00	0,00	0,48	0,39
4-5	0,53	22	1,44	0,62	3,10	3,72	0,1200	0,18	11,00	0,00	0,39	0,21
5-6	0,53	20	1,68	0,05	1,20	1,25	0,2200	0,15	11,00	0,05	0,26	0,11
6-7	0,53	22	1,44	2,85	0,21	3,06	0,1200	0,35	10,95	2,85	2,96	2,62
7-8	0,46	22	1,27	0,21	2,40	2,61	0,0900	0,23	8,10	0,00	2,62	2,38
8-9	0,39	22	1,07	0,43	0,80	1,23	0,0700	0,08	8,10	0,00	2,38	2,30
9-10	0,25	22	0,68	1,84	2,00	3,84	0,0400	0,12	8,10	0,10	2,40	2,28
10-11	0,25	22	0,68	0,00	1,20	1,20	0,0400	0,04	8,00	0,00	2,28	2,25

Tabela 7: Pressão disponível Torneira pia cozinha, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - Lavatório lavabo externo												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,52	35	0,53	1,63	4,60	6,23	0,0200	0,07	11,00	0,00	0,63	0,57
3-4	0,52	28	0,86	8,51	2,00	10,51	0,0400	0,30	11,00	0,00	0,57	0,26
4-5	0,42	28	0,70	1,66	1,50	3,16	0,0300	0,07	11,00	0,00	0,26	0,19
5-6	0,23	22	0,63	5,79	2,10	7,89	0,0300	0,19	11,00	0,00	0,19	0,00
6-7	0,23	20	0,74	0,05	1,20	1,25	0,0400	0,03	11,00	0,05	0,05	0,01
7-8	0,23	22	0,63	2,85	0,21	3,06	0,0300	0,08	10,95	2,85	2,86	2,78
8-9	0,16	22	0,45	2,13	4,80	6,93	0,0200	0,10	8,10	0,25	3,03	2,93
9-10	0,16	22	0,45	0,00	1,20	1,20	0,0200	0,02	7,85	0,00	2,93	2,91

Tabela 8: Pressão disponível Lavatório lavabo externo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

PRESSÕES DISPONÍVEIS - Torneira Jardim Lavabo Interno												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,01	35	1,04	2,15	7,00	9,15	0,0400	0,32	11,95	0,95	0,95	0,63
2-3	0,52	35	0,53	1,63	4,60	6,23	0,0200	0,07	11,00	0,00	0,63	0,57
3-4	0,52	28	0,86	8,51	2,00	10,51	0,0400	0,30	11,00	0,00	0,57	0,26
4-5	0,30	22	0,82	1,59	2,00	3,59	0,0500	0,11	11,00	0,00	0,26	0,16
5-6	0,30	20	0,95	0,05	1,20	1,25	0,0600	0,05	11,00	0,05	0,21	0,15
6-7	0,30	22	0,82	2,85	0,21	3,06	0,0500	0,13	10,95	2,85	3,00	2,88
7-8	0,25	22	0,68	0,20	0,80	1,00	0,0400	0,03	8,10	0,20	3,08	3,05
8-9	0,20	22	0,55	1,90	3,60	5,50	0,0300	0,11	7,90	0,00	3,05	2,93
9-10	0,20	22	0,55	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,02	7,90	0,00	2,93	2,91

Tabela 9: Pressão disponível Torneira Jardim lavabo, software QiBuilder. Fonte: Autor.

J. ANEXO J - TABELAS 1 A 9 AUXILIARES PARA CÁLCULO DO PROJETO DE ÁGUA FRIA

Tabela 1 – Vazão e pesos relativos nos pontos de utilização em função dos aparelhos sanitários e das peças de utilização

Aparelho Sanitário		Peça de Utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso Relativo
Bacia Sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,30
		Válvula de descarga	1,70	32,0
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,00
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,10
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,10
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,40
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,00
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,30
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,80
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,30
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,70
		Torneira elétrica	0,10	0,10
Tanque		Torneira	0,25	0,70
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,40

Fonte: Adaptado de NBR 5626 (1998)

Tabela 2 – Pressões dinâmicas e estáticas nos pontos de utilização

Peças de utilização	Pressão dinâmica		Pressão estática	
	Mín. (m.c.a.)	Máx. (m.c.a.)	Mín. (m.c.a.)	Máx. (m.c.a.)
Aquecedor de alta pressão	0,5	40	1	40
Aquecedor de baixa pressão	0,5	4	1	5
Bebedouro	2,0	30	–	–
Chuveiro de DN 20 mm	2,0	40	–	–
Chuveiro de DN 25 mm	1,0	40	–	–
Torneira	0,5	40	–	–
Torneira de boia para caixa de descarga de DN 20 mm	1,5	40	–	–
Torneira de boia para caixa de descarga de DN 25 mm	0,5	40	–	–
Torneira de boia para reservatórios	0,5	40	–	–
Válvula de descarga de alta pressão	(B)	(B)	(C)	40
Válvula de descarga de baixa pressão	1,2	–	2	(C)

Observações:

(A) 1 m.c.a. = 10 kPa.

(B) O fabricante deve especificar a faixa de pressão dinâmica que garanta vazão mínima de 1,7 L/s e máxima de 2,4 L/s nas válvulas de descarga de sua fabricação.

(C) O fabricante deve definir esses valores para a válvula de descarga de sua produção, respeitando as normas específicas.

Fonte: Botelho e Ribeiro Junior (2014)

Tabela 3 - Velocidades e vazões máximas

Diâmetro DN (mm)	Velocidade máxima (m/s)	Vazão máxima (L/s)
20	1,98	0,62
25	2,21	1,08
32	2,50	2,01
40	2,80	3,51
50	3,00	5,89
60	3,00	8,48
75	3,00	13,25
85	3,00	17,02
110	3,00	28,51

Fonte: Botelho e Ribeiro Junior (2014)

Tabela 4 - Diâmetros mínimos dos sub-ramais

Peças de utilização	Diâmetro	
	DN (mm)	ref. (pol.)
Aquecedor de alta pressão	20	1/2
Aquecedor de baixa pressão	25	3/4
Banheira	20	1/2
Bebedouro	20	1/2
Bidê	20	1/2
Caixa de descarga	20	1/2
Chuveiro	20	1/2
Filtro de pressão	20	1/2
Lavatório	20	1/2
Máquina de lavar pratos ou roupas	25	3/4
Mictório autoaspirante	32	1
Mictório não aspirante	20	1/2
Pia de cozinha	20	1/2
Tanque de despejo ou de lavar roupas	25	3/4
Válvula de descarga	40*	1 1/4

* Quando a pressão estática de alimentação for inferior a 30 kPa (3 mca), recomenda-se instalar a válvula de descarga em sub-ramal com diâmetro nominal de 50 mm (1 1/2").

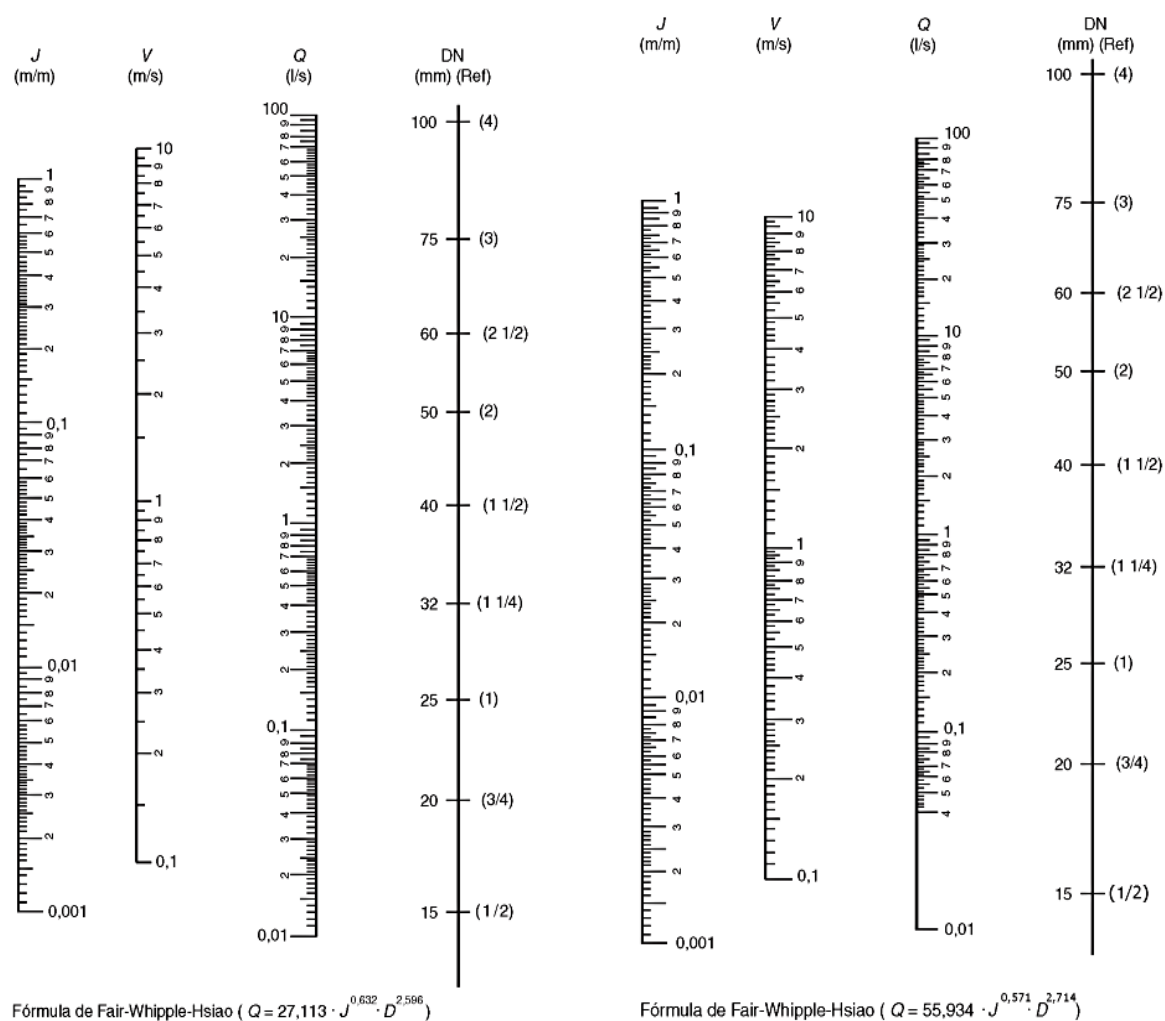
Fonte: Botelho e Ribeiro Junior (2014)

Tabela 5 - Perdas de carga localizadas – equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válvula retenção		Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro ângulo aberto
DN (mm)	Ref. (pol.)												Tipo leve	Tipo pesado			
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,5	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

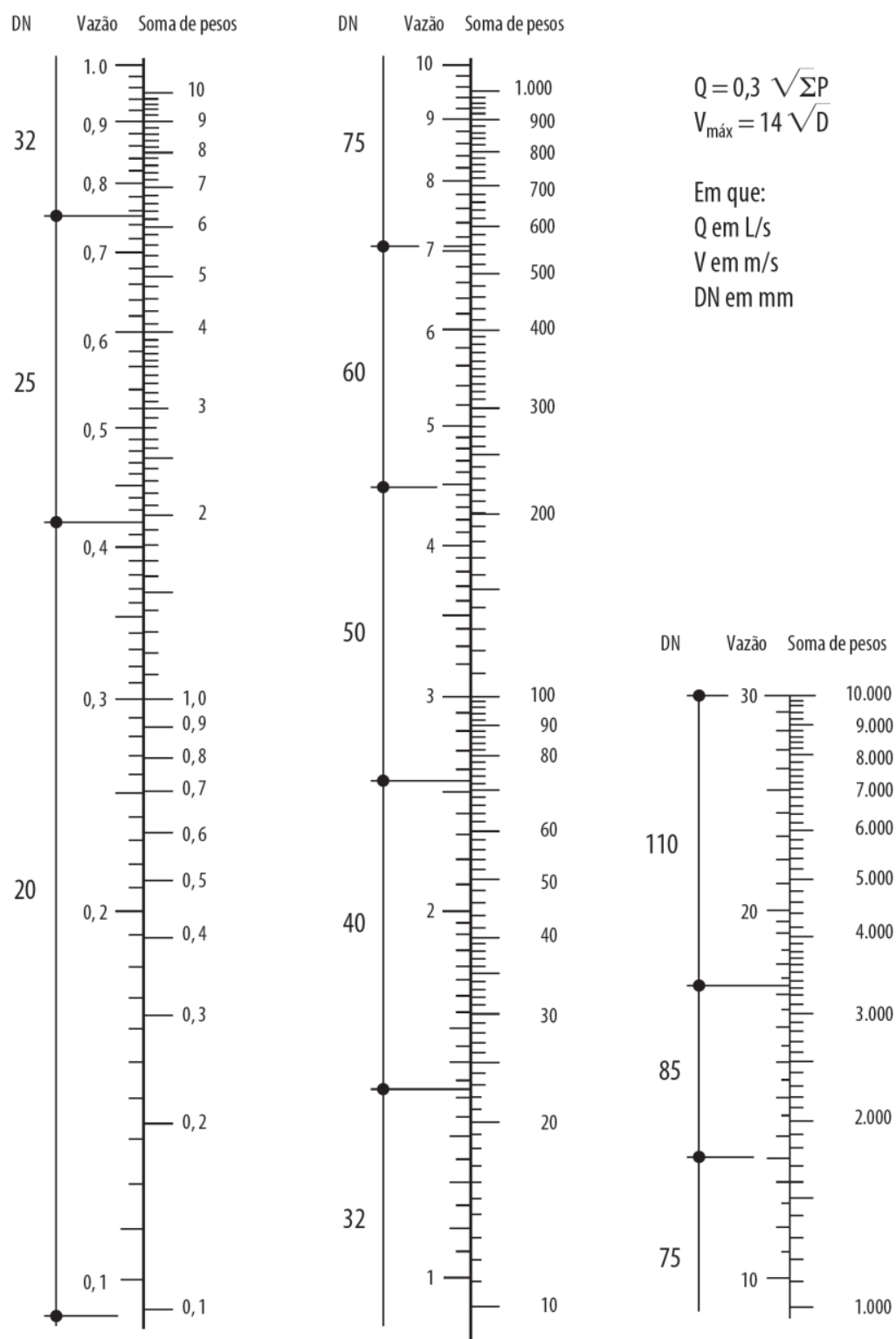
Fonte: Macintyre (2017)

Tabela 6 - Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de aço galvanizado e ferro fundido (esquerda) e Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico (direita)



Fonte: Macintyre (2017)

Tabela 7 - Nomograma de pesos, vazões e diâmetros



Fonte: Botelho e Ribeiro Junior (2014)

Além da rotina citada pela NBR, é necessário a utilização das tabelas 8 e 9 para o dimensionamento do reservatório.

Tabela 8 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

Local	Taxa de ocupação
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	1 habitante/ 5,0 m ² de área
Escritórios	1 habitante/ 6,0 m ² de área
Lojas – pavimentos térreos	1 habitante/ 2,5 m ² de área
Lojas – pavimento superior	1 habitante/ 5,0 m ² de área
Shopping center	1 habitante/ 5,0 m ² de área
Museus e bibliotecas	1 habitante/ 5,5 m ² de área
Salões de hotéis	1 habitante/ 5,5 m ² de área
Restaurantes	1 habitante/ 1,4 m ² de área
Teatros, cinemas e auditórios	1 cadeira/ 0,7 m ² de área

Fonte: Adaptado de Carvalho Junior (2014)

Tabela 9 - Consumo predial diário (ou consumo diário)

Prédio	Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório	80 <i>per capita</i>
Ambulatórios	25 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	150 <i>per capita</i>
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escolas (externatos)	50 <i>per capita</i>
Escolas (internatos)	150 <i>per capita</i>
Escolas (semi-internato)	100 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Garagens e posto de serviço	50 por automóvel/200 por caminhão
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120 por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250 por hóspede
Indústrias – uso pessoal	80 por operário
Indústrias – com restaurante	100 por operário
Jardins (rega)	1,5 por m ²
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouro – animais de grande porte	300 por animal abatido
Matadouro – animais de pequeno porte	150 por animal abatido
Mercados	5 por m ² de área
Oficinas de costura	50 <i>per capita</i>
Orfanatos, asilos, berçários	150 <i>per capita</i>
Piscinas – lâmina de água	2,5 cm por dia
Postos de serviços para automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Residência popular	150 <i>per capita</i>
Residência de padrão médio	200 <i>per capita</i>
Residência de padrão luxo	250 <i>per capita</i>
Restaurantes e outros similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Fonte: Carvalho Junior (2014)

K. ANEXO K – TABELAS 1 AO 8 AUXILIARES PARA CÁLCULO DO PROJETO SANITÁRIO

Tabela 1 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: Adaptado de NBR 8160 (1999)

Ainda segundo a NBR, para os aparelhos não relacionados na tabela 1, devem ser estimadas as UHC correspondentes e o dimensionamento deve ser feito com os valores indicados na tabela 2.

Tabela 2 - Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 7

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado de NBR 8160 (1999)

Para ramais de esgoto, deve ser utilizado a tabela 3.

Tabela 3 - Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado de NBR 8160 (1999)

Os tubos de queda podem ser dimensionados pela somatória das UHC, conforme valores indicados na tabela 4.

Tabela 4 - Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: NBR 8160 (1999)

O coletor predial e os subcoletores podem ser dimensionados pela somatória das UHC conforme os valores da tabela 5. O coletor predial deve ter diâmetro nominal mínimo DN 100.

Tabela 5 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: NBR 8160 (1999)

De acordo com a NBR, devem ser adotados os seguintes critérios para o dimensionamento do sistema de ventilação secundária:

a) ramal de ventilação: diâmetro nominal não inferior aos limites determinados na tabela 6;

Tabela 6 – Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: NBR 8160 (1999)