



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO**

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE OPERABILIDADE DE UM
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DESENVOLVIDO COM PROGRAMAS DE
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

WILLIAM WOLLMANN SILVA

Foz do Iguaçu
2024



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO**

ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE OPERABILIDADE DE UM PROJETO
HIDROSSANITÁRIO DESENVOLVIDO COM PROGRAMAS DE BUILDING
INFORMATION MODELING (BIM)**

WILLIAM WOLLMANN SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil de Infraestrutura.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Winter de Mello


Foz do Iguaçu
2024

WILLIAM WOLLMANN SILVA


**TÍTULO DO TRABALHO: ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE
OPERABILIDADE DE UM PROJETO HIDROSSANITÁRIO DESENVOLVIDO COM
PROGRAMAS DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil de Infraestrutura.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CESAR WINTER DE MELLO**
Data: 29/04/2024 19:23:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Cesar Winter de Mello
UNILA

Documento assinado digitalmente
 **HELENICE MARIA SACTH**
Data: 30/04/2024 14:37:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Pós Dra. Helenice Maria Sacth
UNILA

Documento assinado digitalmente
 **JIAM PIRES FRIGO**
Data: 29/04/2024 19:55:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jiam Pires Frigo
UNILA

Foz do Iguaçu, 25 de abril de 2024.

TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): William Wollmann Silva

Curso: Engenharia Civil de Infraestrutura

		Tipo de Documento
<input checked="" type="checkbox"/> graduação	<input type="checkbox"/> artigo	
<input type="checkbox"/> especialização	<input type="checkbox"/> trabalho de conclusão de curso	
<input type="checkbox"/> mestrado	<input type="checkbox"/> monografia	
<input type="checkbox"/> doutorado	<input type="checkbox"/> dissertação	
	<input type="checkbox"/> tese	
	<input type="checkbox"/> CD/DVD – obras audiovisuais	
	<input type="checkbox"/> _____	

Título do trabalho acadêmico: ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA DE OPERABILIDADE DE UM PROJETO HIDROSSANITÁRIO DESENVOLVIDO COM PROGRAMAS DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).

Nome do orientador(a): Cesar Winter de Mello

Data da Defesa: 25/04/2024

Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública *Creative Commons Licença 3.0 Unported*.

Foz do Iguaçu, 25 de abril de 2024.

William Wollmann Silva

Assinatura do Responsável

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este trabalho e por me conceder força e determinação para superar os desafios ao longo do caminho. Sua orientação divina foi minha fonte de inspiração e segurança em todos os momentos.

À minha família, expresso minha profunda gratidão pelo amor incondicional, apoio inabalável e compreensão em todos os momentos. Seu apoio moral e encorajamento foram fundamentais para que eu pudesse dedicar-me integralmente a este projeto e alcançar meus objetivos.

Agradeço sinceramente ao meu orientador, prof. Dr. Cesar Winter de Mello, pela orientação dedicada e pelo apoio constante ao longo deste trabalho. Seu conhecimento, paciência e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus colegas de faculdade, expresso minha gratidão pela colaboração, troca de ideias e apoio mútuo ao longo desta jornada acadêmica. Suas contribuições foram essenciais para enriquecer as discussões e ampliar meu horizonte de conhecimento.

Por fim, gostaria de agradecer aos professores de banca, por dedicarem seu tempo e expertise na avaliação deste trabalho. Suas contribuições e feedbacks foram extremamente valiosos para aprimorar este estudo e enriquecer minha qualidade acadêmica e profissional.

"O software é uma ótima combinação entre arte e engenharia."
Bill Gates

RESUMO

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) desempenha um papel crucial na otimização e aprimoramento dos projetos na engenharia civil. Essa abordagem, que integra informações e dados em um modelo virtual tridimensional, tem ganhado destaque pela sua capacidade de proporcionar maior eficiência, precisão e colaboração ao longo de todo o ciclo de vida de uma obra. Nesse contexto, programas como QiBuilder e Revit têm se destacado como ferramentas essenciais para a modelagem e o dimensionamento de projetos hidrossanitários, oferecendo recursos avançados e facilitando o trabalho dos profissionais da área. Neste contexto, este trabalho tem o propósito de realizar uma análise comparativa buscando avaliar a eficiência de operabilidade entre esses dois programas, no que se refere a modelagem e ao dimensionamento de um projeto hidrossanitário de uma tipologia residencial de dois pavimentos. Para isso, tomou-se como base um projeto residencial composto por dois pavimentos, no qual foram lançadas as instalações de água fria e esgoto sanitário e comparados os resultados obtidos. Dessa forma, concluiu-se que o QiBuilder é mais eficiente que o Revit (sem a utilização de ferramentas de programação visual) quando se diz respeito a projetos hidrossanitários, pois oferece relatórios de dimensionamento mais completos e possibilita realizar o lançamento dos sistemas automaticamente.

Palavras-chave: Projeto Hidrossanitário; BIM; Análise comparativa.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) technology plays a crucial role in optimizing and enhancing civil engineering projects. This approach, which integrates information and data into a three-dimensional virtual model, has gained prominence for its ability to provide greater efficiency, precision, and collaboration throughout the lifecycle of a construction project. In this context, software tools like QiBuilder and Revit have emerged as essential tools for modeling and dimensioning hydrosanitary projects, offering advanced features and simplifying the work of industry professionals. Within this framework, this study aims to conduct a comparative analysis to assess the operational efficiency between these two programs concerning the modeling and dimensioning of a hydrosanitary project. To achieve this, a residential project consisting of two floors was used as a basis, with water supply and sanitary sewer installations launched and the results compared. Thus, it was concluded that QiBuilder is more efficient than Revit (without utilizing visual programming tools) concerning hydrosanitary projects, as it provides more comprehensive dimensioning reports and enables automatic system launching.

Key words: Hydrosanitary Project; BIM; Comparative analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de conexão entre os profissionais responsáveis pelos projetos.	23
Figura 2 - Ciclo de vida de um empreendimento.....	25
Figura 3 - Parametrização dos componentes de uma porta no BIM	26
Figura 4 - Níveis das dimensões do BIM.....	27
Figura 5 - Níveis de desenvolvimento do BIM.	28
Figura 6 - Planta do pavimento térreo da residência.....	32
Figura 7 - Planta do primeiro pavimento da residência.	32
Figura 8 - Importação do AutoCAD do pavimento térreo finalizada.....	34
Figura 9 - Importação do AutoCAD do primeiro pavimento finalizada.....	35
Figura 10 - Inserção dos parâmetros hidráulicos para o lavatório.....	44
Figura 11 - Indicação do caminho crítico da tubulação	45
Figura 12 - Tabela de dimensionamento da pressão residual disponibilizada no Revit	45
Figura 13 - Inserção dos parâmetros de esgoto para o lavatório	47
Figura 14 - Quantidade de UHC apontadas pelo Revit no pavimento superior	48
Figura 15 - Apresentação geral das colunas de distribuição no QiBuilder	49
Figura 16 - Indicação da função "Planilha de pressões" no QiBuilder.....	50
Figura 17 - Relatório de pressões do ponto de utilização do lavatório do lavabo gerado no QiBuilder	51
Figura 18 - Indicação da função "Simulador de pressões" no QiBuilder	52
Figura 19 - Simulador de pressões para a coluna de água fria AF - 2	53
Figura 20 - Indicação da função "Verificar diâmetros" no QiBuilder.....	54
Figura 21 - Painel da função "Verificar diâmetros" no QiBuilder.	54
Figura 22 - Indicação dos <i>shafts</i> no pavimento térreo.....	56
Figura 23 - Indicação dos <i>shafts</i> no pavimento superior	57
Figura 24 - Vista frontal da edificação no Revit.	58
Figura 25 - Vista posterior da edificação no Revit.	58
Figura 26 - Esquema hidráulico desenvolvido no Revit 2024.....	61
Figura 27 - Esquema hidráulico desenvolvido no QiBuilder 2013.	62
Figura 28 - Esquema sanitário da cozinha	63
Figura 29 - Esquema sanitário da lavanderia.....	64

Figura 30 - Esquema sanitário do lavabo.....	64
Figura 31 - Esquema sanitário do banheiro 1.....	65
Figura 32 - Esquema sanitário dos banheiros 2 e 3 no pavimento superior.....	66
Figura 33 - Esquema final do esgoto sanitário desenvolvido no Revit.....	66
Figura 34 - Esquema final do esgoto sanitário desenvolvido no QiBuilder.....	67
Figura 35 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no Revit.	68
Figura 36 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no QiBuilder.....	69
Figura 37 - Indicação da pressão residual disponível no filtro de água da cozinha no Revit.....	69
Figura 38 - Indicação da pressão residual disponível no filtro de água da cozinha no QiBuilder.....	70
Figura 39 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o lavatório do lavabo no Revit.....	70
Figura 40 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o lavatório do lavabo no QiBuilder.....	71
Figura 41 - Indicação da pressão residual disponível no lavatório do lavabo no Revit.	71
Figura 42 - Indicação da pressão residual disponível no lavatório do lavabo no QiBuilder.....	72
Figura 43 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o tanque de lavar no Revit.....	72
Figura 44 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o tanque de lavar no QiBuilder.....	73
Figura 45 - Indicação da pressão residual disponível no tanque de lavar roupas no Revit.....	73
Figura 46 - Indicação da pressão residual disponível no tanque de lavar roupas no QiBuilder.....	74
Figura 47 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no Revit.	74
Figura 48 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 1 no Revit.....	75
Figura 49 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 1 no	

QiBuilder.....	75
Figura 50 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 2 no Revit.	76
Figura 51 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 2 no QiBuilder.....	76
Figura 52 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 2 no Revit.	77
Figura 53 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 2 no QiBuilder.....	77
Figura 54 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 3 no Revit.	78
Figura 55 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 3 no QiBuilder.....	78
Figura 56 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 3 no Revit.	79
Figura 57 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 3 no QiBuilder.....	79
Figura 58 - Indicação do caminho crítico do reservatório até a torneira de jardim no Revit.	80
Figura 59 - Indicação do caminho crítico do reservatório até a torneira de jardim no QiBuilder.....	80
Figura 60 - Indicação da pressão residual disponível na torneira de jardim da edícula no Revit.	81
Figura 61 - Indicação da pressão residual disponível na torneira de jardim da edícula no QiBuilder.....	81
Figura 62 - Indicação dos caminhos A e B considerados para mudança dos diâmetros.....	83
Figura 63 - Simulador de pressões para o caminho A para o ponto do chuveiro 2. ..	84
Figura 64 - Pressão residual no ponto do chuveiro 2 após mudança de diâmetro do caminho A.....	84
Figura 65 - Indicação do trecho 2-3 no Revit.....	85
Figura 66 - Simulador de pressões para o caminho B para o ponto do chuveiro 3. ...	86
Figura 67 - Pressão residual no ponto do chuveiro 3 após mudança de diâmetro do caminho B.	86

Figura 68 - Simulador de pressões para o caminho C para o ponto do chuveiro 1...	87
Figura 69 - Pressão residual no ponto do chuveiro 1 após mudança de diâmetro do caminho C.	88
Figura 70 - Indicação do UHC do ramal de esgoto do banheiro 2.....	89
Figura 71 - Indicação do UHC do ramal de esgoto da área de serviço.	90
Figura 72 - Esquema sanitário do pavimento superior.	91
Figura 73 - Indicação do UHC do coletor predial da edificação.....	92
Figura 74 - Indicação do UHC dos ramais de ventilação da área de serviço e da cozinha.	93
Figura 75 - Indicação do aviso para a tubulação entre a caixa de gordura e a caixa de inspeção.	95
Figura 76 - Painel de indicações para o trecho entre a caixa de gordura e a caixa de inspeções.	96
Figura 77 - Indicação do aviso para o subcoletor localizado entre duas caixas de inspeção.	96
Figura 78 - Painel de indicações para o subcoletor entre as duas caixas de inspeção.	97
Figura 79 - Indicação do aviso para o tubo de 100 mm localizado na área de serviço.	98
Figura 80 - Painel de indicações para o tubo de 100 mm localizado na área de serviço.	99
Figura 81 - Aviso da função “Verificar diâmetros” para o pavimento superior.....	99
Figura 82 - Função “Lançar” no QiBuilder.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo por tipo de edificação	37
Tabela 2 - Diâmetros mínimos e UHC dos aparelhos sanitários	38
Tabela 3 - Unidades Hunter de Contribuição para aparelhos sanitários não listados	39
Tabela 4 - Dimensionamento dos ramais de esgoto.....	39
Tabela 5 - Dimensionamento dos tubos de queda	40
Tabela 6 - Dimensionamento dos subcoletores e coletores prediais.....	40
Tabela 7 - Dimensionamento dos ramais de ventilação	41
Tabela 8 - Vazões mínimas pesos relativos para cada aparelho sanitário	43
Tabela 9 - Comprimento equivalente para tubos lisos.....	43
Tabela 10 - Resultados obtidos pelos programas Revit e QiBuilder.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
CAD	Computer Aided Design
NBR	Norma Brasileira
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development
AIA	American Institute of Architects
UHC	Unidade Hunter de Contribuição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 PROJETOS – CONCEITOS E IMPORTÂNCIA.....	18
2.1.1 Compatibilização de Projetos	18
2.2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)	22
2.2.1 Interoperabilidade.....	23
2.2.2 Dimensões	24
2.2.3 Níveis de Desenvolvimento (LOD – <i>Level of Development</i>).....	27
2.2.4 Vantagens da utilização do BIM	28
3 METODOLOGIA	31
3.1 PROGRAMAS UTILIZADOS	33
3.2 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO	34
3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO	35
3.3.1 Instalações de Água Fria.....	36
3.3.2 Instalações de Esgoto Sanitário	38
3.4 VERIFICAÇÕES E DIMENSIONAMENTO – REVIT	42
3.4.1 Instalações de Água Fria.....	42
3.4.2 Instalações de Esgoto Sanitário	46
3.5 VERIFICAÇÕES E DIMENSIONAMENTO – QIBUILDER.....	48
3.5.1 Instalações de Água Fria.....	48
3.5.2 Instalações de Esgoto Sanitário	53
3.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROGRAMAS	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO	56
4.2 SISTEMA DE ÁGUA FRIA.....	58
4.2.1 Dimensionamento do Reservatório Superior.....	58
4.2.2 Traçado das Instalações de Água Fria	59
4.3 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	62
4.4 VERIFICAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO – REVIT E QIBUILDER	67

4.4.1 Instalações de Água fria	67
4.4.2 Instalações de Esgoto Sanitário	88
4.5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROGRAMAS	100
4.5.1 Água Fria	100
4.5.2 Esgoto Sanitário	102
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS	106
APÊNDICE 1 – PROJETO ARQUITETÔNICO	111
APÊNDICE 2 – PROJETO HIDROSSANITÁRIO REVIT	114
APÊNDICE 3 – PROJETO HIDROSSANITÁRIO QIBUILDER.....	119
APÊNDICE 4 – MEMORIAL DE CÁLCULO QIBUILDER	125
APÊNDICE 5 – MEMORIAL DE CÁLCULO REVIT	142
ANEXO 1 – DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS E BARRILETES DE VENTILAÇÃO	150

1 INTRODUÇÃO

O segmento da construção civil desempenha um papel crucial na dinâmica econômica brasileira, contribuindo significativamente para a geração de empregos. No entanto, observa-se que, em algumas situações, esse setor encontra-se restringido por práticas e hábitos construtivos convencionais, os quais se tornam obsoletos à medida que novas tecnologias surgem oferecendo oportunidades para redução de custos e aprimoramento da qualidade na execução de obras (CECÍLIO, 2020).

Diante das diversas incertezas presentes no cenário macroeconômico, as empresas do ramo da construção procuram estratégias que assegurem maior estabilidade, eficiência e agilidade na implementação de empreendimentos. Nesse sentido, muitos empreendedores têm direcionado seus investimentos para soluções que visam incrementar a produtividade na construção, concentrando esforços em áreas específicas, como: redução do tempo de execução das obras; padronização das atividades; minimização do desperdício de materiais; prevenção de retrabalhos; mitigação de incidentes envolvendo a saúde dos trabalhadores; promoção de treinamento e capacitação dos colaboradores; e planejamento eficiente dos canteiros de obras (RUSCHEL et al., 2013).

Assim, é fundamental assegurar uma colaboração interdisciplinar durante todas as fases do empreendimento. Isso implica na necessidade de alinhamento entre todas as disciplinas envolvidas no projeto de construção, abrangendo áreas como arquitetura, elétrica, hidrossanitária, estrutural, paisagismo, entre outras. Ao realizar a compatibilização dos projetos, torna-se viável examinar as diretrizes delineadas pelos diversos projetistas para a construção de uma edificação, identificando possíveis interferências entre as disciplinas durante a execução da obra. Essa abordagem integrada visa garantir a harmonia e eficácia no desenvolvimento do projeto arquitetônico (MONTEIRO et al., 2017).

Na atualidade, a tecnologia BIM, sigla para *Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação na Construção, representa uma abordagem inovadora para a modelagem de informações nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Essa metodologia permite a construção virtual de empreendimentos, oferecendo suporte abrangente em todas as etapas do projeto. Com o uso dessa tecnologia, é possível criar um modelo que contenha todas as informações relevantes de forma acessível ao longo de todo o ciclo de vida da construção (DELATORRE;

SANTOS, 2014).

O conceito de *Building Information Modeling* (BIM) envolve a representação digital integrada em 3D de uma construção, destacando-se pela aplicação da modelagem paramétrica. Em contraste com a abordagem tradicional do *Computer-Aided Design* (CAD), que se limita a desenhos gráficos bidimensionais, o BIM vai além, incorporando características construtivas em cada representação gráfica. Em projetos convencionais, a ferramenta CAD era utilizada apenas para a representação gráfica do objeto, enquanto as informações eram adicionadas em outro contexto. A tecnologia BIM, por sua vez, possibilita o desenvolvimento do projeto de forma integrada, incorporando informações e características específicas de cada elemento diretamente no *software* de modelagem (JUNIOR; SANTOS; SANTOS, 2023).

A adoção da modelagem de projetos por meio da plataforma BIM é reconhecida como um dos avanços mais significativos no campo da construção civil. Apesar de essa abordagem já ser uma realidade em países europeus e nos Estados Unidos, sua implementação no Brasil ainda é limitada. Essa deficiência decorre, em grande parte, da falta de familiaridade com novas tecnologias, resultando em diversas falhas e retrabalhos que impactam consideravelmente os custos das construções (BUI; MERSCHBROCK; MUNKVOLD, 2016).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo comparativo da eficiência da operabilidade entre os programas Autodesk Revit 2024 e QiBuilder 2013, no que diz respeito à modelagem e ao dimensionamento de um projeto hidrossanitário de uma residência unifamiliar composta por dois pavimentos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Comparar a precisão dos cálculos de dimensionamento do projeto hidrossanitário utilizando os programas QiBuilder e Revit;
- b) Analisar a facilidade de uso da interface dos programas para o dimensionamento de um projeto hidrossanitário, identificando e comparando os

principais recursos e funcionalidades que impactam na eficiência do processo de modelagem.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de projetos hidrossanitários é uma área fundamental dentro da engenharia civil, contribuindo diretamente para a qualidade de vida e saúde pública. No entanto, a eficiência e precisão no dimensionamento desses projetos são aspectos cruciais para garantir a segurança e funcionalidade das instalações.

No mercado da construção civil, há uma variedade de programas disponíveis para auxiliar os profissionais na elaboração e dimensionamento de projetos hidrossanitários. Dois desses programas amplamente utilizados são o QiBuilder e o Revit, cada um com suas características e metodologias de dimensionamento próprias.

Diante desse cenário, surge a necessidade de analisar e comparar a eficiência de dimensionamento oferecida por essas duas ferramentas. Assim, esta pesquisa se propõe a investigar e analisar as diferenças e semelhanças nos resultados obtidos ao utilizar o QiBuilder e o Revit para o dimensionamento de projetos hidrossanitários, visando identificar suas vantagens, limitações e possíveis áreas de aprimoramento.

A importância deste estudo reside na necessidade de fornecer aos profissionais da engenharia civil uma análise objetiva sobre as capacidades desses programas, permitindo uma tomada de decisão mais assertiva na escolha da ferramenta mais adequada para suas necessidades específicas de projeto. Além disso, a comparação entre o QiBuilder e o Revit pode contribuir para o avanço tecnológico no desenvolvimento de programas voltados para projetos hidrossanitários, incentivando a melhoria contínua e a inovação nessa área.

Ao final desta pesquisa, espera-se não apenas uma compreensão mais aprofundada das funcionalidades e desempenho do QiBuilder e do Revit no contexto dos projetos hidrossanitários, mas também obter percepções valiosas que possam orientar tanto os profissionais quanto as empresas de *software* na busca pela excelência e eficiência na execução desses projetos essenciais para a sociedade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROJETOS – CONCEITOS E IMPORTÂNCIA

Um projeto refere-se a uma iniciativa temporária destinada a criar um produto, serviço ou resultado único. A principal distinção entre projetos e operações reside no caráter temporário e exclusivo dos projetos, em contraste com a natureza contínua e repetitiva das operações (MORAES, 2012).

O projeto de engenharia desempenha um papel essencial como orientador na implementação de uma obra. Sua relevância reside na compreensão das necessidades do usuário e na tradução destas em uma solução arquitetônica otimizada, contemplando não apenas a estética, mas também as condições habitacionais, de acesso e conforto (MONTEIRO et al., 2017b).

Segundo FREJ; ALENCAR, (2010), a conquista bem-sucedida de um projeto na construção civil demanda a eficaz gestão de diversos recursos, como materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital, que podem enfrentar limitações e restrições. A efetividade do planejamento e controle do projeto está intrinsecamente ligada à eficiência do modelo computacional empregado.

Nos últimos anos, a administração do processo de projeto de edificações tem sido estruturada principalmente através da aplicação de 19 conceitos relacionados à gestão da qualidade, gestão de projetos, compatibilização de projetos e engenharia simultânea. No entanto, para aprimorar efetivamente esse processo, é necessário criar ferramentas gerenciais que integrem esses conceitos e diretrizes ao cotidiano do desenvolvimento dos projetos de construção (Rodriguez, 2005).

2.1.1 Compatibilização de Projetos

A compatibilização de projetos consiste em uma abordagem para examinar os diferentes projetos incluídos no escopo da construção (como os projetos arquitetônico, estrutural, de instalações, paisagismo, ar condicionado, impermeabilização, entre outros). Seu propósito é identificar e resolver potenciais interferências durante a execução da obra, possibilitando a integração harmoniosa das soluções adotadas para os diversos sistemas (MONTEIRO et al., 2017b).

Ainda de acordo com MONTEIRO et al., (2017), à etapa de compatibilização envolve a sobreposição de todos os projetos antes do início da construção, buscando identificar soluções que atendam às necessidades específicas do empreendimento, conforme estabelecido no documento que registra os dados necessários para a criação de um projeto, requisitado pelo contratante.

A prática da compatibilização de projetos de engenharia está em ascensão na construção civil devido à demanda por diversos projetos, como topográfico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, de ar condicionado e arquitetônico, em qualquer edificação. Comumente, esses projetos são elaborados de maneira independente, podendo resultar em conflitos entre eles (ALGAYER, 2014).

Os gastos associados à compatibilização de projetos equivalem a 1% a 1,5% do custo total da obra. No entanto, a economia decorrente dessas despesas varia entre 5% e 10% do custo original. Essa economia resulta da eficiência no uso do tempo, da diminuição de desperdícios e da eliminação de retrabalho (SILVA; BATISTA, 2019).

O especialista encarregado da compatibilização de projetos deve possuir conhecimentos sólidos na área, além de habilidades organizacionais para coordenar o trabalho de distintos projetistas ou equipes. Conflitos entre engenheiros e arquitetos, especialmente na esfera de instalações prediais, como elétrica, hidráulica, ar condicionado e automação, são comuns. A implementação de tecnologias recentes, como os sistemas em 3D, contribui para a facilitação da compatibilização de projetos, automatizando o processo de identificação e resolução de interferências (NAKAMURA, 2011).

De acordo com Costa (2013), atualmente, a prática predominante para realizar a compatibilização de um projeto é sobrepor as diversas plantas e examinar visualmente possíveis interferências. Contudo, além de ser um método cansativo, esse processo pode negligenciar alguns erros que só se tornam evidentes em representações tridimensionais.

Um projeto BIM ideal deve integrar todas as partes envolvidas no planejamento de uma construção, oferecendo informações detalhadas sobre cada aspecto do projeto. Essas informações devem ser acessíveis a todos os participantes, incluindo engenheiros, arquitetos, planejadores e responsáveis pela aquisição de materiais (MEIRELES, 2021).

Em um *software* que incorpora o conceito BIM, diversos profissionais têm a capacidade de colaborar simultaneamente no mesmo projeto, utilizando o mesmo arquivo. Cada profissional pode adicionar os dados relacionados à sua especialidade e visualizar as atualizações no modelo tridimensional em tempo real (MEIRELES, 2021).

2.1.2 Projeto Hidrossanitário de Instalações Prediais

A criação de projetos para construções envolve a representação antecipada do objeto (seja urbanização, edificação, elemento da edificação, instalação predial, componente construtivo ou material para construção), utilizando princípios e técnicas específicas da arquitetura (ABNT, 2017).

O sistema de água fria compreende o conjunto de materiais e equipamentos destinados a fornecer água aos pontos de uso e dispositivos na construção, visando manter a qualidade e a quantidade adequada do fluido. É essencial que esse sistema seja completamente independente de quaisquer outros que conduzam água de reuso ou de qualidade insatisfatória (CARVALHO JÚNIOR, 2023).

Conforme estabelecido pela norma ABNT NBR 5626 (ABNT, 2020), as diretrizes a serem consideradas no projeto de instalações de água fria são as seguintes:

- Assegurar a potabilidade da água;
- Garantir o fornecimento contínuo de água em quantidade apropriada, com pressões e velocidades adequadas para o correto funcionamento de aparelhos sanitários, peças e outros componentes;
- Facilitar e tornar econômica a manutenção;
- Proporcionar conforto aos usuários, planejando peças de utilização estrategicamente localizadas, de operação fácil, com vazões satisfatórias e atendendo às demais demandas dos usuários;
- Evitar níveis inadequados de ruído das tubulações para os ambientes e cômodos;
- Estimular a economia tanto de água quanto de energia elétrica.

O propósito primário das instalações de esgotos sanitários é reunir e encaminhar todos os resíduos originados do uso dos aparelhos sanitários. Esses materiais podem ser destinados à rede de esgotos ou sistemas como, por exemplo, fossa séptica e sumidouro (CARVALHO JÚNIOR, 2023).

Conforme a ABNT NBR 8160 (ABNT, 1999), projeto do sistema predial de esgoto sanitário deve ser concebido de maneira a:

- Preservar a qualidade da água para consumo, evitando sua contaminação tanto nos sistemas de suprimento quanto nos equipamentos sanitários e nos ambientes receptores;
- Facilitar o escoamento eficiente da água utilizada e dos resíduos introduzidos, prevenindo vazamentos e a formação de depósitos dentro das tubulações;
- Impedir o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- Evitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- Permitir a fixação dos aparelhos sanitários apenas por dispositivos que facilitem sua remoção para manutenções eventuais;
- Impedir que gases provenientes do sistema predial de esgoto sanitário alcancem áreas de uso comum;
- Possibilitar a inspeção fácil de seus componentes.

Um projeto de instalações hidrossanitárias pode ser subdividido em cinco etapas: Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Legal, Projeto executivo e Projeto “*as built*”.

A primeira etapa a ser abordada é o Estudo Preliminar, que ocorre após a definição do programa de necessidades. Nessa fase, busca-se identificar as preferências do cliente e avaliar a viabilidade técnica junto aos órgãos competentes. Em seguida, entra-se na etapa do Anteprojeto, que envolve uma análise mais aprofundada do projeto de arquitetura, incluindo o desenho dos traçados e diagramas. Essa fase é crucial para realizar a pré-compatibilização com os demais sistemas envolvidos (ARANTES, 2003).

O Projeto Legal é elaborado para atender às exigências de órgãos competentes, geralmente solicitado por prefeituras. Este documento inclui o projeto conforme as normativas locais, memoriais descritivos e cálculos necessários. Já o Projeto Executivo visa fornecer todas as informações essenciais para uma compreensão eficaz durante a fase de execução. Isso inclui o detalhamento gráfico dos elementos do sistema e a descrição dos materiais a serem utilizados, acompanhada de uma lista correspondente (ARANTES, 2003).

Por último, o Projeto "*as built*" consiste na representação precisa de como a instalação ficou após a conclusão da obra. Ele documenta minuciosamente quaisquer modificações em relação ao projeto original, fornecendo um relatório detalhado dessas alterações (ARANTES, 2003).

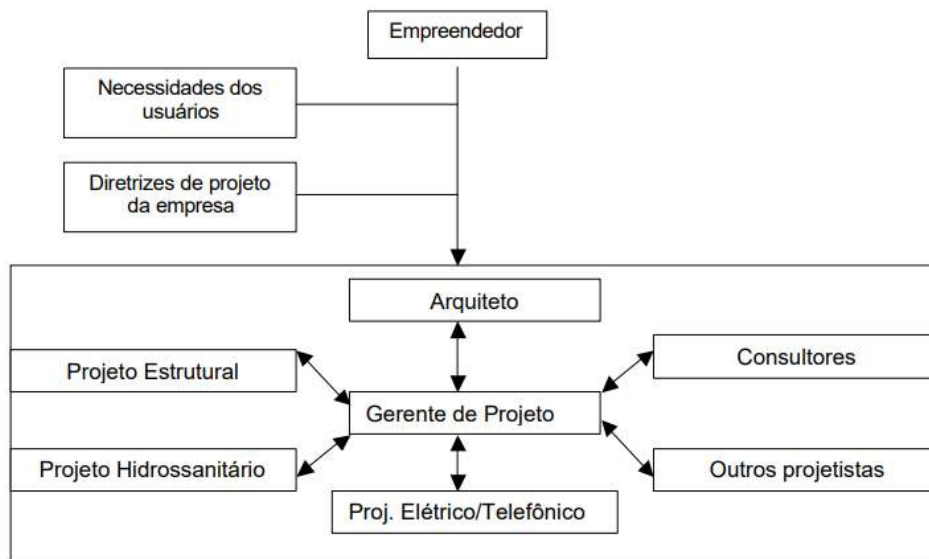
2.2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

A Modelagem da Informação da Construção - tradução livre em português do *Building Information Modeling* (BIM) - é um método preciso para simular virtualmente uma edificação. Quando implementado corretamente por escritórios de Arquitetura e/ou Engenharia, esse método facilita o processo de concepção, melhora a qualidade na execução da obra e resulta em redução tanto do custo total quanto do prazo de conclusão (SACKS et al., 2018).

Os projetos, ao serem beneficiados pela tecnologia BIM, demonstraram uma melhoria significativa na qualidade, conforme atestado por várias pesquisas. Esse impacto é tão relevante que diversos países estão adotando essa metodologia de maneira obrigatória, devido às vantagens evidenciadas (MATOS, 2016).

Uma das principais vantagens é a capacidade de integrar os diversos projetos e harmonizar todos os sistemas por meio da metodologia BIM. Conforme destacado por Arantes (2003), a elaboração de projetos se configura como um processo integrado e simultâneo, eliminando a necessidade de abordagem sequencial. A **Figura 1** apresenta a estrutura de interligação entre os diversos profissionais responsáveis pelos projetos de uma edificação.

Figura 1 - Estrutura de conexão entre os profissionais responsáveis pelos projetos.



Fonte: Arantes, 2003.

Para realizar essas fases, a composição da equipe encarregada do projeto do sistema de instalações hidrossanitárias prediais pode apresentar considerável variação. Em empresas de menor porte, é comum encontrar situações em que um único profissional projetista assume todas as etapas de forma individualizada (ARANTES, 2003).

2.2.1 Interoperabilidade

Considerando a diversidade de sistemas e projetistas envolvidos na concepção de uma edificação, torna-se essencial estabelecer uma comunicação eficiente entre os diversos programas existentes. Isso permite que todos possam contribuir de maneira mais fácil para o desenvolvimento, facilitando significativamente o fluxo de dados. Esse conceito é conhecido como interoperabilidade (SACKS et al., 2018).

No campo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), cada tipo de projeto utiliza programas específicos para criar informações particulares, buscando-se assim estabelecer o compartilhamento dessas informações. A interoperabilidade no processo BIM oferece um benefício que atende às necessidades desse setor, pois facilita esse compartilhamento de informações entre diferentes áreas do projeto e entre diversas ferramentas informáticas. Isso torna a compatibilização de projetos mais viável (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Um exemplo de formato de arquivo utilizado é o *Industry Foundation Classes* (IFC), amplamente reconhecido internacionalmente. Sua aplicação torna-se bastante atrativa quando se busca um fluxo de trabalho aberto, pois pode ser acessado por vários aplicativos. Isso evita o monopólio de plataformas, permitindo a integração de programas de diferentes empresas (SACKS et al., 2018).

Com a interoperabilidade, surge o conceito de modelo federado, que representa a integração de todas as disciplinas, unindo todos os modelos e componentes de um empreendimento. Essa integração só é viável por meio de arquivos compatíveis e pela capacidade dos diversos programas utilizados em estabelecerem uma comunicação eficiente (ABDI, 2017).

Além do modelo federado, há também o modelo integrado, onde todos os sistemas são elaborados em um único arquivo. No entanto, para empreendimentos de grande porte, é necessário o uso de computadores mais potentes para garantir um desempenho adequado. A intercambialidade, outro aspecto relevante, ocorre por meio da comunicação entre programas utilizando *plug-ins* (ABDI, 2017).

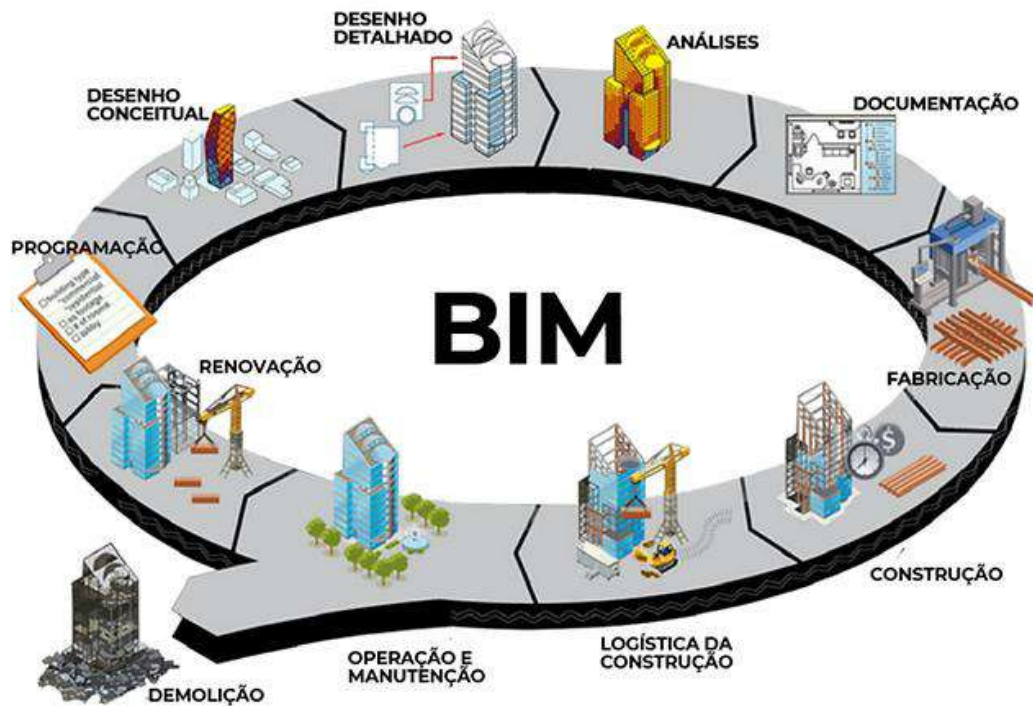
2.2.2 Dimensões

A utilização do BIM é fundamentada na integração de todas as informações de um projeto, obra ou edificação em uma única plataforma. Isso deu origem às dimensões do BIM, que segmentam as diversas atividades dentro dessa mesma plataforma (PEREIRA, 2020).

À medida que o número de dimensões aumenta, a quantidade de detalhes e informações fornecidas pelo produto também cresce, tornando o processo de tomada de decisões mais completo e preciso (CAMPESTRINI et al., 2015).

Na metodologia BIM, são consideradas seis dimensões, conforme descrito por *United BIM* (2019): 2D, 3D, 4D, 5D, 6D e 7D. Cada uma dessas dimensões representa uma fase específica no ciclo de vida da edificação. A **Figura 2** ilustra os ciclos de vida que envolvem à construção de um empreendimento.

Figura 2 - Ciclo de vida de um empreendimento

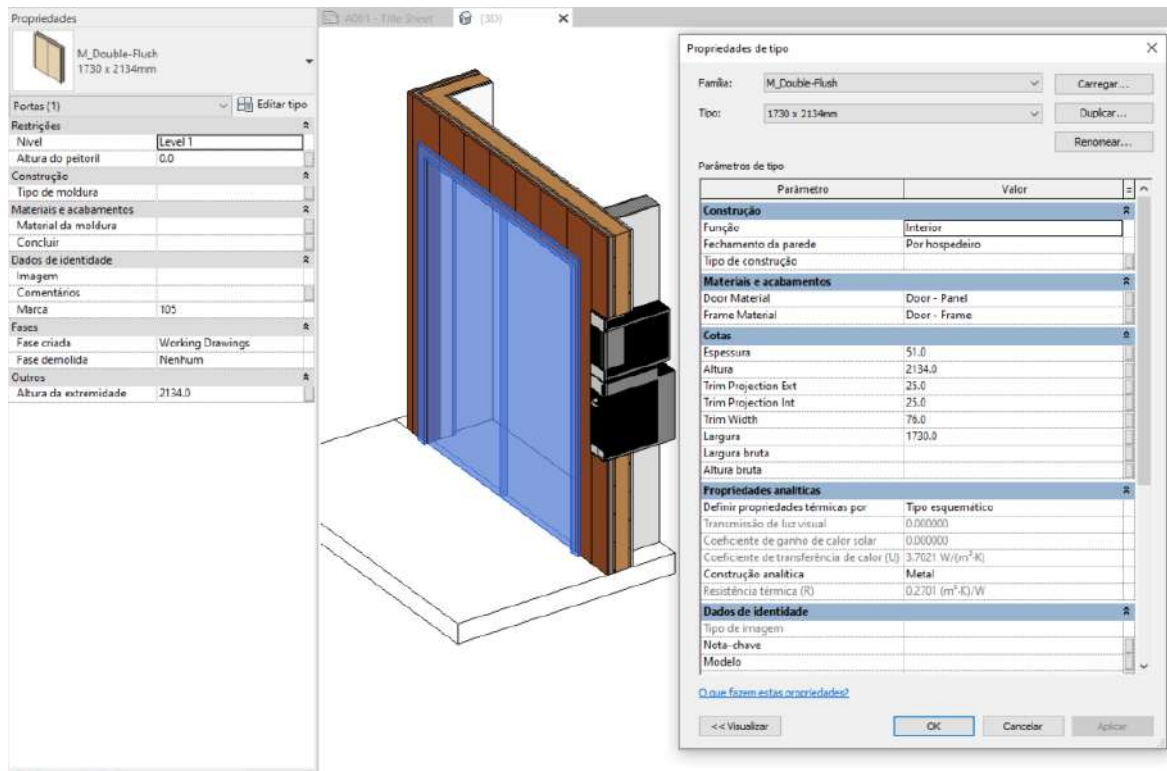


Fonte: CRASA, 2020.

A representação em 2D consiste no desenho no plano, abordando apenas largura e comprimento. No 3D, adiciona-se à espessura como um componente essencial. Essa dimensão extra possibilita a representação espacial do modelo, tornando o projeto mais transparente e propício à colaboração múltipla (UNITED BIM, 2019).

A parametrização dos componentes é realizada por meio de referências volumétricas, envolvendo materiais e distâncias. Essa abordagem permite visualizar com precisão a localização de cada elemento, facilitando a identificação de eventuais conflitos entre todos os sistemas dimensionados (SACKS et al., 2018). A **Figura 3** apresenta a parametrização dos componentes de uma porta utilizando o BIM.

Figura 3 - Parametrização dos componentes de uma porta no BIM



Fonte: SpBIM, 2021.

Com relação a quarta dimensão (4D), está associada ao gerenciamento temporal e ao planejamento da construção. Nessa dimensão, é possível monitorar todo o progresso da obra. Já na quinta dimensão (5D), as ênfases recaem sobre custo e orçamento. Isso se deve principalmente à capacidade de gerar relatórios financeiros para cada fase do projeto, a partir da extração de quantitativos do modelo (UNITED BIM, 2019).

O 6D está relacionado à sustentabilidade, especialmente no contexto da eficiência energética, evidenciando os consumos e o uso de recursos naturais. A gestão das instalações entra em cena no 7D, com o objetivo de antecipar a validade e garantia dos materiais, proporcionando a previsão de futuras manutenções. A utilização dessa dimensão assegura que todos os aspectos do projeto atendam às expectativas e mantenham sua funcionalidade máxima desde o primeiro dia da implementação até o eventual momento da demolição da edificação (UNITED BIM, 2019).

Segundo Darós (2019), dependendo da natureza do projeto, podem ser incluídas mais 3 dimensões adicionais: BIM 8D, 9D e 10D. O BIM 8D, foca na segurança do trabalho e na prevenção de possíveis acidentes, que possam ocorrer.

O BIM 9D, concentra-se na renomada *lean construction* (construção enxuta) que, em resumo, busca a eliminação do desperdício de materiais e a otimização dos cronogramas.

Finalizando, tem-se o 10D, representando a culminação com a construção industrializada. Esta dimensão visa uma obra mais produtiva, incorporando novas tecnologias para aprimorar o processo construtivo (DARÓS, 2019). A **Figura 4** mostra um resumo dos níveis das dimensões apresentadas do BIM.

Figura 4 - Níveis das dimensões do BIM



Fonte: DARÓS, 2019.

2.2.3 Níveis de Desenvolvimento (LOD – *Level of Development*)

O emprego do BIM apresenta inúmeras vantagens ao aprimorar o grau de detalhamento do modelo. Diante disso, o *American Institute of Architects* (AIA) concebeu o conceito de LOD em seu documento E202-2008 *Building Information Modeling Protocol*. Esse conceito tem como propósito definir os níveis de detalhes, clareza e quantidade de informações no projeto, fornecendo suporte nas etapas de orçamentação, planejamento e execução da edificação, percorrendo as diversas dimensões do BIM (AIA, 2008).

Foram assim estabelecidos cinco níveis de desenvolvimento, variando de 100 a 500, sendo que em cada nível subsequente incorpora os atributos do (s) anterior (es) acrescidos aos seus próprios. Segundo o AIA (2008), os LOD podem ser caracterizados como:

- LOD 100 – Etapa inicial de concepção do projeto, proporcionando visualização da volumetria, orientação do edifício e estimativas de custos

iniciais;

- LOD 200 – Fase esquemática do projeto, possibilitando a análise de critérios generalizados de desempenho;
- LOD 300 – Capacidade para realizar simulações detalhadas de elementos e sistemas. Os modelos incluem detalhes como quantidade, tamanho, forma, localização e orientação de objetos, adequando-se a desenhos de construção;
- LOD 400 – Modelo destinado à fabricação e montagem, adequado a fabricantes, com informações precisas sobre formas e dimensões;
- LOD 500 – Representação do projeto executado, utilizado para futuras manutenções e gestão.

A **Figura 5** ilustra um exemplo no qual é possível observar os níveis de desenvolvimento, do 100 ao 500, aplicados.

Figura 5 - Níveis de desenvolvimento do BIM.



Fonte: BibLus, 2022.

2.2.4 Vantagens da utilização do BIM

Segundo Sacks et al., (2021), a adoção do método BIM proporciona vantagens aos usuários, melhorando a representação do projeto desde as fases iniciais até o término da construção, além de trazer benefícios após a obra ter sido finalizada.

Assim, os principais proveitos que o método BIM traz para seus usuários são (SACKS et al., 2021):

- Avaliação da viabilidade do edifício: antes de iniciar o projeto, é viável realizar uma análise da viabilidade, considerando tamanho, qualidade e especificações conforme o orçamento e prazo estipulados pelo cliente;
- Melhoria na compatibilização de projetos devido à interoperabilidade do sistema;
- Aprimoramento do desempenho e qualidade da construção.

Os benefícios provenientes da adoção do BIM para o próprio projeto são (SACKS et al., 2021):

- Aprimoramento da eficiência energética e sustentabilidade, viabilizando análises energéticas nas fases iniciais do projeto;
- Extração de estimativas de custos durante a fase de projeto, com a possibilidade de estimar custos em qualquer etapa, desde que o projeto esteja devidamente parametrizado;
- Geração de plantas 2D mais precisas e consistentes através de objetos paramétricos e atualizações automáticas em todo o projeto;
- Atualização automática de modificações em todo o modelo, assegurando consistência e precisão;
- Antecipação e visualização precisa do projeto, garantindo consistência em qualquer estágio do desenvolvimento do modelo 3D.

Com relação a aplicação do BIM durante a construção, as principais vantagens são (SACKS et al., 2021):

- Coordenação do planejamento de aquisição de materiais e construção: O modelo 3D possibilita a análise diária do progresso da obra, permitindo sincronizar o planejamento de aquisição de materiais com a execução da construção;
- Identificação de inconsistências e omissões no projeto antes do início da construção: Essa é outra vantagem do projeto, pois permite detectar

problemas antes mesmo do início da execução;

- Elaboração de modelos de projeto para componentes fabricados: A modelagem BIM facilita a criação de peças e conjuntos pré-fabricados e pré-montados, de acordo com as necessidades da obra.

Para terminar, no que diz respeito a fase de pós-construção, as principais vantagens são (SACKS et al., 2021):

- Aprimoramento na entrega de dados do edifício ao cliente: com modelos 3D precisos e consistentes, é possível oferecer uma visualização antecipada e mais precisa do edifício. Isso contribui para uma comunicação mais eficaz entre os profissionais e os clientes, permitindo que estes compreendam melhor o projeto e tomem decisões fundamentadas;
- Integração dos sistemas de operação e manutenção do edifício: o BIM permite a integração de diversos sistemas relacionados à operação e manutenção do edifício. Essa sinergia entre informações de diferentes disciplinas, como arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, facilita a gestão global do edifício;
- Aperfeiçoamento da manutenção e operação da construção: o BIM oferece uma visão abrangente do edifício, indo além da fase de construção. Com a modelagem paramétrica e dados associados aos objetos, é possível antecipar possíveis problemas de manutenção e otimizar operações.

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado para este trabalho foi o estudo de caso, pois permitiu analisar com mais profundidade como os programas QiBuilder e Revit funcionam em projetos hidrossanitários. Dessa forma, com esse método, a partir de um projeto residencial, foi possível entender melhor como esses programas se comportam na prática, apresentando uma visão mais completa de suas vantagens e desvantagens.

Neste capítulo, serão apresentados os procedimentos adotados para realizar a comparação dos programas AutoDesk Revit 2024 e QiBuilder 2013 no que diz respeito a eficiência da elaboração e dimensionamento de um projeto hidrossanitário predial utilizando a plataforma BIM.

Primeiramente, foram consultados vários artigos, NBR's, revistas e trabalhos acadêmicos a fim de absorver e entender os principais conceitos e ferramentas que tangem às instalações hidrossanitárias. As normas consultadas foram:

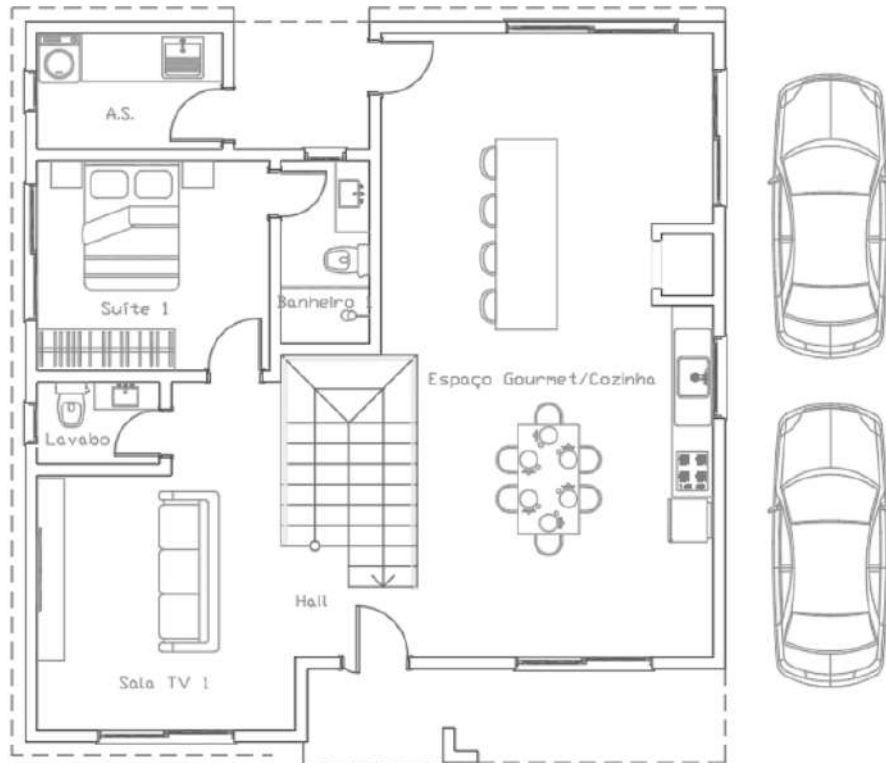
- NBR 5626 (ABNT, 2020) - Instalação predial de água fria;
- NBR 8160 (ABNT, 1999) - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução;

O projeto utilizado como base para o trabalho se trata de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, com área total construída de 237,36 m² e composta pelos seguintes cômodos:

- Cozinha integrada com o espaço gourmet;
- 3 suítes;
- 1 lavabo;
- 3 banheiros;
- 2 salas de TV;
- 1 closet.

As **Figuras 6 e 7** mostram as plantas do pavimento térreo e do primeiro pavimento, respectivamente.

Figura 6 - Planta do pavimento térreo da residência



Fonte: Acervo do autor, 2024.

Figura 7 - Planta do primeiro pavimento da residência



Fonte: Acervo do autor, 2024.

A seguir, serão apresentados os programas utilizados para elaboração do trabalho, bem como também a metodologia utilizada para realização da modelagem do projeto arquitetônico e a concepção do projeto hidrossanitário de água fria e esgoto no *Revit* e *QiBuilder*, segundo as normativas NBR 5626 (ABNT, 2020) e NBR 8160 (ABNT, 1999), respectivamente.

Nas etapas seguintes da metodologia, serão apresentados os procedimentos que foram seguidos para a realização do projeto hidrossanitário em ambos os programas utilizados, exceto no tópico “Verificações e Dimensionamentos”.

As plantas, vistas, detalhamentos, tabelas de quantitativos de materiais, memoriais de cálculo e demais informações serão dispostas nos apêndices do trabalho.

3.1 PROGRAMAS UTILIZADOS

Primeiramente, a partir do projeto arquitetônico completo existente, foi usado o *Autodesk AutoCAD 2021* para separar os pavimentos da edificação em arquivos distintos. Assim, foi possível importar individualmente esses arquivos em outros programas e configurar adequadamente os níveis de cada pavimento conforme o projeto arquitetônico. Além disso, para auxiliar no lançamento e na visualização das instalações, foi feita a exclusão de todos os componentes desnecessários que poderiam atrapalhar a concepção do projeto como móveis, textos e etc.

Nos próximos tópicos, serão apresentados com mais detalhes o processo de importação dos arquivos do AutoCAD para os outros programas utilizados.

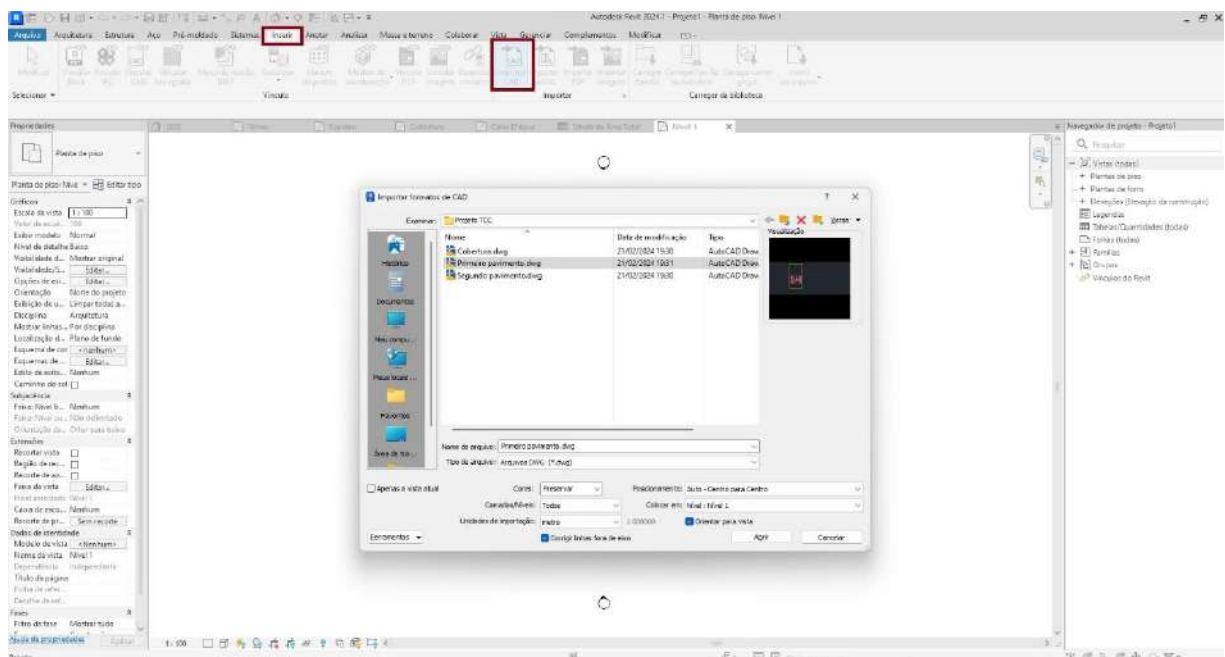
Também foram utilizados os programas *Revit 2024* e o *QiBuilder 2013* para realizar a modelagem do projeto arquitetônico e das instalações de água fria e esgoto sanitário. Ambos os programas trabalham com a metodologia BIM e apresentam ferramentas que ajudam a dimensionar e verificar projetos hidrossanitários de acordo com as normativas vigentes.

Além disso, por serem programas que utilizam o BIM, foram fundamentais para identificar possíveis incompatibilidades entre os sistemas e também para a extração de quantitativos de materiais, o que facilita muito na parte orçamentária do projeto.

3.2 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Primeiramente, para realizar a modelagem do projeto arquitetônico, foi necessário importar os arquivos separados individualmente por pavimentos do AutoCAD para o Revit. Para isso, bastou-se clicar na aba “Inserir” e, depois em “Importar CAD” (**Figura 8**). Por seguinte, selecionando o pavimento desejado, foi configurado o nível correspondente, as unidades e o seu respectivo posicionamento.

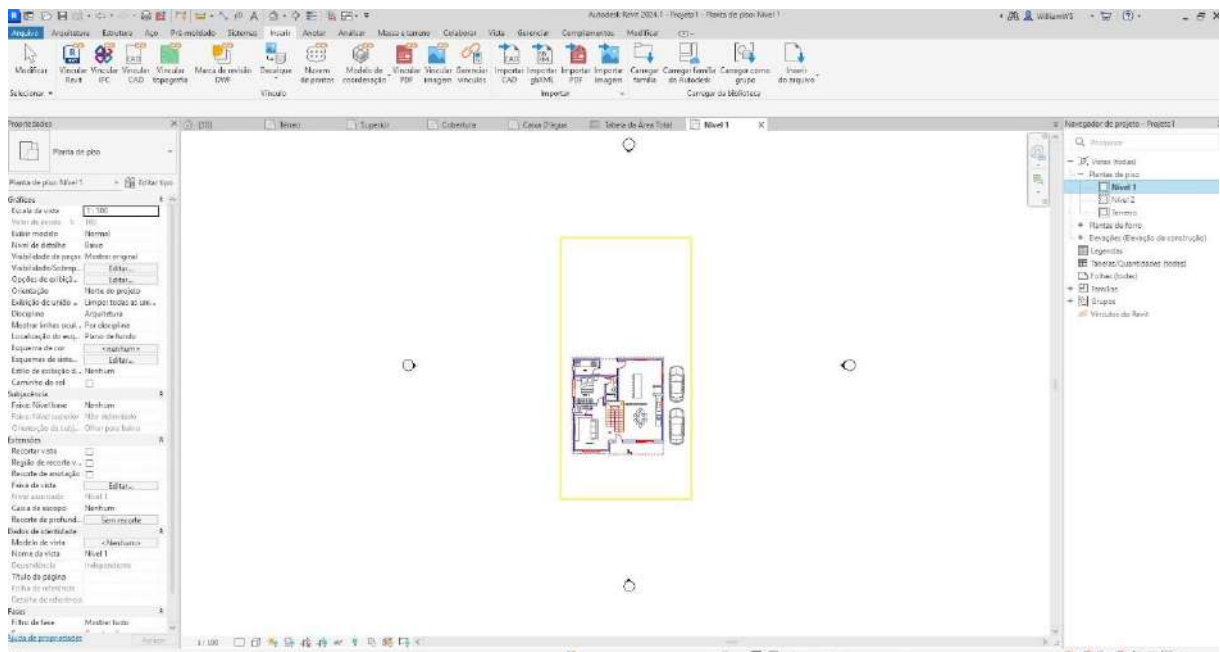
Figura 8 - Importação do pavimento térreo para o Revit



Fonte: Autor, 2024.

É importante lembrar que quando se deseja importar múltiplos arquivos, o ideal é fixar o pavimento de referência para que não ocorra desalinhamentos inconvenientes. Além disso, ao importar os pavimentos superiores, para facilitar a visualização, foi conveniente alterar a função “Subjacência”, na guia “propriedades”. Fazendo isso, foi possível enxergar os pavimentos inferiores, alinhando corretamente as plantas. A **Figura 9** apresenta a importação do arquivo do pavimento térreo finalizada.

Figura 9 - Importação do AutoCAD do pavimento térreo finalizada



Fonte: Autor, 2024.

Depois de importar os arquivos de todos os pavimentos do AutoCAD, começou-se a modelagem completa da edificação no Revit, de forma a se atentar em todos os detalhes e medidas, para que não ocorra divergências entre um projeto e outro.

É importante ressaltar que a modelagem do projeto arquitetônico foi feita do início ao fim no *software* Revit. No QiBuilder, o projeto hidrossanitário foi executado a partir da inserção individual das plantas baixas do AutoCAD em formato dwg. Assim, foi necessário apenas informar ao programa as alturas dos pavimentos para configuração dos níveis e posicionar as plantas de cada pavimento alinhadas, de modo a possuírem um ponto de referência em comum.

3.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Para elaboração do projeto hidrossanitário deste trabalho, foram considerados os seguintes equipamentos para o lançamento das instalações:

- 1 máquina de lavar roupa (área de serviço);
- 1 tanque (área de serviço);
- 4 lavatórios (lavabo e banheiros 1,2 e 3);

- 3 chuveiros (banheiros 1, 2 e 3);
- 4 vasos sanitários (lavabo e banheiros 1,2 e 3);
- 1 pia de cozinha;
- 1 filtro de água (cozinha);
- 2 torneiras de jardim (1 na garagem e 1 na edícula);
- 1 caixa d'água 2000 L.

Como o intuito do trabalho é comparar a eficiência da elaboração de um projeto hidrossanitário entre os programas Revit e QiBuilder, os lançamentos dos pontos de consumo foram realizados de maneira idêntica para ambos os programas.

3.3.1 Instalações de Água Fria

As instalações de água fria do projeto foram desenvolvidas utilizando o método indireto por gravidade, ou seja, com um reservatório superior abastecido pela rede pública de abastecimento de água. Como se trata de uma residência unifamiliar, não necessitou o dimensionamento de uma reserva de incêndio.

O lançamento do sistema de água fria foi realizado utilizando tubulações com diâmetro de 25 mm, exceto as tubulações dos barriletes que foram lançadas com diâmetro de 50 mm.

3.3.1.1 Dimensionamento do Reservatório Superior

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 2020), o volume total do reservatório deve atender pelo menos 24 horas (1 dia), caso ocorra algum problema no abastecimento de água. O volume total de armazenamento pode ser encontrado através da equação (1):

$$V = t * Cd + RI \quad (1)$$

Onde,

V é o volume total de armazenamento;

t é o número de dias considerado;

Cd é o consumo diário, em L;

RI é o volume da reserva de incêndio, em L.

O consumo diário (Cd), é dado pela equação:

$$Cd = Qtd * C \quad (2)$$

Onde,

Cd é o consumo diário, em litros;

Qtd é a quantidade a depender do caso;

C é o consumo do tipo de edificação, em litros e pode ser encontrada através da **Tabela 1**.

Tabela 1 - Consumo por tipo de edificação

Edificação	Consumo (L)	Unidade
Alojamentos provisórios	80	per capita
Casas populares ou rurais	120	per capita
Residências	150	per capita
Apartamentos	200	per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50	per capita
Escritórios	50	per capita

Fonte: Adaptado de Pereira, 2014.

3.3.1.2 Traçado das Tubulações de Água Fria

Após o dimensionamento do reservatório superior, começou-se o traçado do sistema de água fria, a fim de, posteriormente, ser possível realizar as devidas verificações de pressão, perda de carga e velocidades dos condutos e pontos de utilização. O traçado foi feito de baixo para cima, ou seja, do pavimento térreo até a cobertura, onde está localizado o reservatório.

Primeiramente, foram inseridos os pontos de utilização do banheiro 1: chuveiro, lavatório e bacia sanitária. Depois, foi realizada a interligação entre esses pontos na parede, buscando o máximo alinhamento e deixando uma abertura para a derivação

da coluna de distribuição desse ambiente.

Após isso, conectou-se a coluna até uma das saídas do reservatório. O processo foi repetido para todos os ambientes e pontos de utilização, de modo a tentar realizar o traçado mais curto possível e com o menor número de conexões. Além disso, tomou-se cuidado em não coincidir a trajetória das tubulações com aberturas de esquadrias e portas, a fim de evitar incompatibilizações com a arquitetura.

Realizada as interligações entre os ambientes e as saídas do reservatório, procedeu-se ao traçado do alimentador predial do hidrômetro até a entrada da caixa d' água. Além disso, foram executados o extravasor/limpeza (caso a bóia apresente alguma falha) e os suspiros para cada saída de água do reservatório, para que o ar não penetre dentro das tubulações e prejudique o desempenho do sistema.

3.3.2 Instalações de Esgoto Sanitário

O sistema de esgoto sanitário foi pré-dimensionado de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), utilizando o método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC). Essa metodologia apresenta a contribuição considerada em função de cada tipo de aparelho sanitário. A **Tabela 2** e a **Tabela 3** mostram os diâmetros mínimos de cada equipamento sanitário, com seus respectivos UHC considerados.

Tabela 2 - Diâmetros mínimos e UHC dos aparelhos sanitários

Aparelho Sanitário	UHC	Diâmetro mínimo (mm)
Bacia sanitária	6	100
Bebedouro	0,5	40
Chuveiro – de residência	2	40
Chuveiro – coletivo	4	40
Lavatório – de residência	1	40
Lavatório – uso geral	2	40
Pia de cozinha residencial	3	50
Tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar roupas	2	50
Máquina de lavar roupas	3	50

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

Tabela 3 - Unidades Hunter de Contribuição para aparelhos sanitários não listados

UHC	Diâmetro mínimo (mm)
2	40
3	50
5	75
6	100

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

Os ramais de esgoto – tubulações que recebem os efluentes dos ramais de descarga, tanto de forma direta quanto a partir de um desconector (dispositivo disposto de um fecho hídrico com o objetivo dos gases não retornarem) – foram pré-dimensionados somando os UHC dos ramais de descarga que os abastecem, de forma a verificar os diâmetros mínimos e quantidades máximas de UHC permitidas. A **Tabela 4** apresenta os diâmetros mínimos dos ramais de esgoto em função dos números máximos de UHC.

Tabela 4 - Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro mínimo (mm)	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

Os tubos de queda – tubulações verticais que recebem os efluentes dos ramais de esgoto – foram pré-dimensionados somando as UHC que os abastecem, de forma semelhante aos ramais de esgoto, porém, através da **Tabela 5**.

Tabela 5 - Dimensionamento dos tubos de queda

Diâmetros nominais (mm)	Número máximo de UHC – Prédio de até 3 pavimentos	Número máximo de UHC – Prédio com mais de 3 pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	5600
300	6000	8400

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

Os subcoletores (tubulações que recebem os efluentes de pelo menos um tubo de queda e dos ramais de esgotos) e os coletores (tubulações finais do sistema de esgoto que levam todos os efluentes até a aparelhagem pública de saneamento), foram pré-dimensionados considerando os diâmetros nominais mínimos e os números máximos de UHC em função das inclinações mínimas dos condutos. A **Tabela 6** apresenta esses valores.

Tabela 6 - Dimensionamento dos subcoletores e coletores prediais

DN	Número máximo de UHC em função das inclinações mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

É importante ressaltar que todas as tubulações horizontais com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm foram consideradas com uma declividade de 2%. Já as tubulações com diâmetro nominal igual ou maior que 100 mm foram executadas

com uma declividade de 1%, conforme indica a NBR 8160 (ABNT, 1999).

Os ramais de ventilação – tubulação com o objetivo de não permitir o retorno dos gases provenientes do esgoto para os pontos de utilizações – foram executados com um aclave de 1% a partir da conexão de um desconector (caixa de gordura, caixas sifonadas e etc.) com os ramais de esgoto, encaminhando os gases para as colunas de ventilação. Tais colunas devem transpassar em, no mínimo, 30 cm o telhado da residência. A **Tabela 7** apresenta os diâmetros mínimos requeridos para os ramais de ventilação a partir da quantidade de UHC. No **Anexo 1** é possível observar o dimensionamento das colunas de ventilação a partir do número de UHC e do comprimento da tubulação.

Tabela 7 - Dimensionamento dos ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
UHC	DN	UHC	DN
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8160 (1999).

3.3.2.1 Traçado das Tubulações de Esgoto Sanitário

O traçado do sistema de esgoto teve início no pavimento térreo pela cozinha, conectando a tubulação da pia à caixa de gordura. Em seguida, foram instaladas as tubulações da lavanderia, lavabo e banheiro 1, deixando os ramais de esgoto de cada ambiente em espera do lado externo da edificação para futura conexão às caixas de inspeção.

No segundo pavimento, a modelagem das tubulações teve início no banheiro 3, direcionando seu respectivo ramal de esgoto até o tubo de queda posicionado em um dos *shafts*. Este tubo desceu até o pavimento térreo, e foi conectado ao ramal de esgoto do banheiro 1, o qual será posteriormente ligado a uma caixa de inspeção. Depois, as instalações do banheiro 2 foram realizadas, de forma a posicionar seu respectivo tubo de queda até o outro *shaft*. Tal tubo desceu até o canto da área de

serviço no pavimento térreo, onde irá ser destinado, posteriormente, a outra caixa de inspeção.

Com todas as instalações dos ambientes concluídas, as caixas de inspeção foram adicionadas no sistema para conectar os ramais de esgoto que estavam em espera. Por fim, executou-se a interligação entre as caixas de inspeção e a caixa de gordura até o coletor predial localizado na parte da frente da residência.

3.4 VERIFICAÇÕES E DIMENSIONAMENTO – REVIT

A seguir, será apresentado como foram realizadas as verificações, tanto do sistema de água fria, quanto do sistema de esgoto sanitário do projeto no Revit 2024.

3.4.1 Instalações de Água Fria

As verificações de dimensionamento do sistema de água fria foram realizadas através do caminho crítico de perda de carga que leva em consideração a vazão, velocidade e pressão ao longo das tubulações que apresentam as situações mais críticas do sistema.

Para realização dos cálculos, o Revit se baseia no método dos pesos relativos, conforme explicitado na NBR 5626 (ABNT, 2020). Essa metodologia, estabelece a hipótese de que as peças de utilização não serão utilizadas todas simultaneamente. Dessa forma, de acordo com a própria normativa, é necessário considerar valores de vazões mínimas e pesos para cada peça de utilização, como mostra a **Tabela 8**. Além disso, também deve-se considerar valores de perda de carga para cada tipo de conexão, que devem ser expressas em função do comprimento equivalente das tubulações. A **Tabela 9** apresenta os diâmetros nominais em função do comprimento equivalente para cada tipo de conexão utilizada para execução do projeto.

Tabela 8 - Vazões mínimas pesos relativos para cada aparelho sanitário

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão mínima (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,7	23
Bebedouro	Registro de pressão	0,1	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,2	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,3	1
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Pia	Torneira elétrica	0,1	0,1
	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,2	0,4

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5626 (2020).

Tabela 9 - Comprimento equivalente para tubos lisos

Diâmetro nominal (DN)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5626 (2020).

Com relação as pressões mínimas e máximas, a NBR 5626 (ABNT, 2020) estabelece que em condições estáticas, a pressão em qualquer que seja o ponto de consumo não deve exceder 400 kPa (40 m.c.a.), a fim de evitar o golpe de aríete e que a pressão mínima requerida em qualquer aparelho sanitário deve ser de 10 kPa (1 m.c.a). Além disso, também determina que a água deve percorrer as tubulações com uma velocidade máxima de 3 m/s.

Para realizar a análise pelo caminho crítico, primeiramente é necessário inserir

no programa os parâmetros de vazão, pesos relativos e pressões mínimas necessárias para cada ponto de consumo. A **Figura 10** exemplifica a inserção desses parâmetros para o lavatório.

Figura 10 - Inserção dos parâmetros hidráulicos para o lavatório

Propriedades de tipo

Família: Hidráulica_Ponto de Utilização_Us... Carregar...

Tipo: Lavatório LV (Peso 0,3) 60cm do Piso Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor	=
Texto		
Mecânica		
CWFO	0,300000	
FU	0,000000	
HWFU	0,000000	
Vazao	0,15 L/s	
WFU	0,000000	
Dados de identidade		
Parâmetros IFC		
Tipo IFC predefinido [Tipo]		
Exportar tipo para IFC como		
Exportar tipo para IFC	Padrão	
Tipo IfcGUID	0QP21ga0X2PR8VL3ez3\$ts	
Outros		
Peso	0,300000	
Pressão Necessária	1,000000	
TAG	LV	

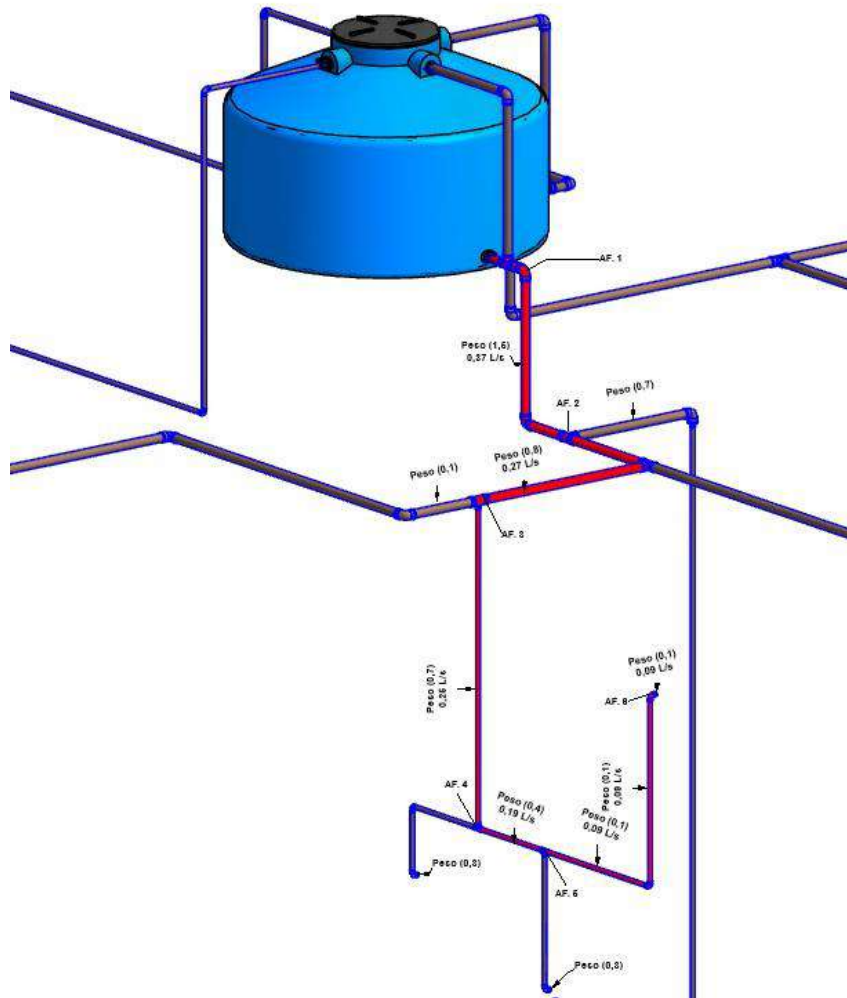
[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Autor, 2024.

Após a inserção dos parâmetros, indicou-se ao programa o caminho crítico que será considerado para análise da perda de carga, conforme é mostrado na **Figura 11**, indicado em vermelho.

Figura 11 - Indicação do caminho crítico da tubulação



Fonte: Autor, 2024.

Com o caminho crítico determinado, o *software* leva em consideração os pesos relativos de cada peça de utilização, a perda de carga, o comprimento das tubulações e as diferenças de cota em cada ponto. Assim, realiza os cálculos das vazões, velocidade e pressão ao longo dos condutos, explicitando esses valores em uma tabela de dimensionamento, conforme é apresentado na **Figura 12**.

Figura 12 - Tabela de dimensionamento da pressão residual disponibilizada no Revit

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residual
AF										
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,982 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 kPa	0,049 kPa	0,00	7,146 kPa	7,097 kPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,792 kPa	1,88	7,097 kPa	24,105 kPa
6-7	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,660 kPa	0,40	24,105 kPa	27,445 kPa

Fonte: Autor, 2024.

No final dessa tabela de dimensionamento, é possível observar os valores de perda de carga (contínua e localizada), vazões, velocidades e as pressões residuais disponíveis em cada trecho considerado.

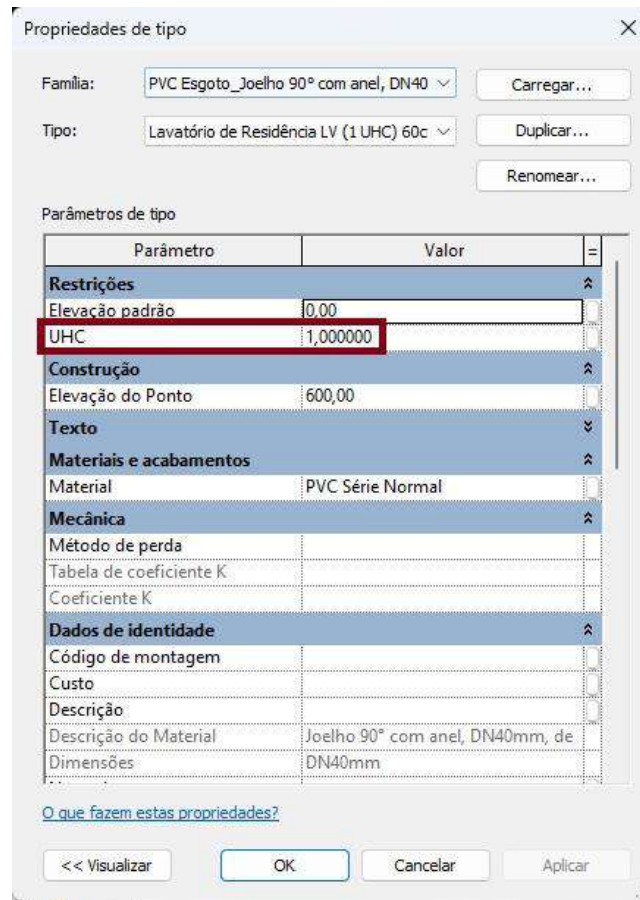
Para o presente projeto, por se tratar de uma edificação composta por dois pavimentos, decidiu-se realizar as verificações dos caminhos críticos em todos os ambientes, mais especificamente nos seguintes pontos de utilização, por se tratarem dos pontos mais críticos de cada ambiente:

- A. Cozinha/Área Gourmet: filtro de água;
- B. Lavabo: lavatório;
- C. Área de serviço: tanque de lavar roupas;
- D. Banheiro 1: chuveiro;
- E. Banheiro 2: chuveiro;
- F. Banheiro 3: chuveiro;
- G. Edícula: torneira de jardim.

3.4.2 Instalações de Esgoto Sanitário

As verificações do sistema de esgoto foram realizadas através da inserção de parâmetros de UHC para cada aparelho sanitário conforme a Tabela 2 apresentada no capítulo 3.3.2. A **Figura 13** apresenta a inserção do parâmetro de UHC para o lavatório residencial, que é igual a 1.

Figura 13 - Inserção dos parâmetros de esgoto para o lavatório



Fonte: Autor, 2024.

Com os parâmetros inseridos em todos os aparelhos, o Revit computa automaticamente a quantidade das UHC ao longo das tubulações. Assim, a partir das UHC apontadas no projeto e consultando as tabelas de dimensionamento apresentadas no capítulo 3.3.2, é possível realizar as devidas verificações de dimensionamento do esgoto sanitário de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999). A **Figura 14** ilustra o somatório das UHC dos banheiros 2 e 3 no pavimento superior.

Figura 14 - Quantidade de UHC apontadas pelo Revit no pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

3.5 VERIFICAÇÕES E DIMENSIONAMENTO – QIBUILDER

A seguir, será apresentado como foram realizadas as verificações tanto do sistema de água fria quanto do sistema de esgoto sanitário do projeto no QiBuilder 2013.

3.5.1 Instalações de Água Fria

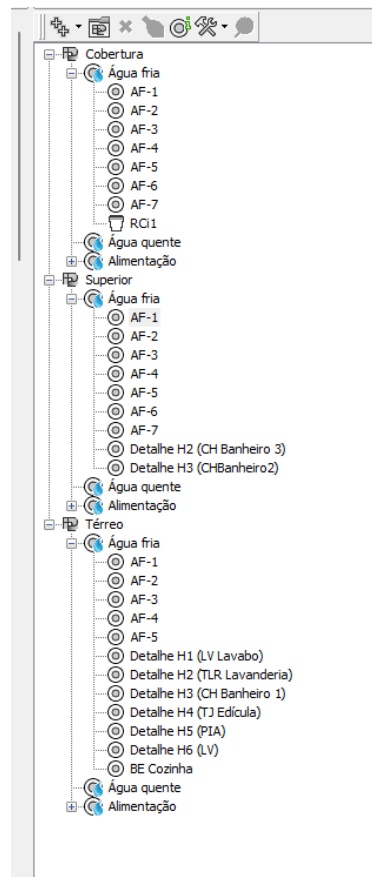
Assim como feito no Revit, as verificações de dimensionamento hidráulico no QiBuilder foram realizadas tendo como base a pressão mínima necessária de 10 KPa (1 m.c.a) para todos os pontos de utilização. Para efeitos de comparação, foram verificadas as pressões dos mesmos pontos críticos tomados como base para verificações no Revit, que são:

- A. Cozinha/Área Gourmet: filtro de água;
- B. Lavabo: lavatório;
- C. Área de serviço: tanque de lavar roupas;
- D. Banheiro 1: chuveiro;
- E. Banheiro 2: chuveiro;
- F. Banheiro 3: chuveiro;
- G. Edícula: torneira de jardim.

É importante ressaltar que os outros pontos de utilização também foram verificados e seus relatórios de dimensionamento estão explicitados no **Apêndice 4**.

Após a finalização da modelagem do sistema hidráulico, o QiBuilder apresenta todas as colunas de água fria do projeto, dividindo em pavimentos, conforme mostra a **Figura 15**.

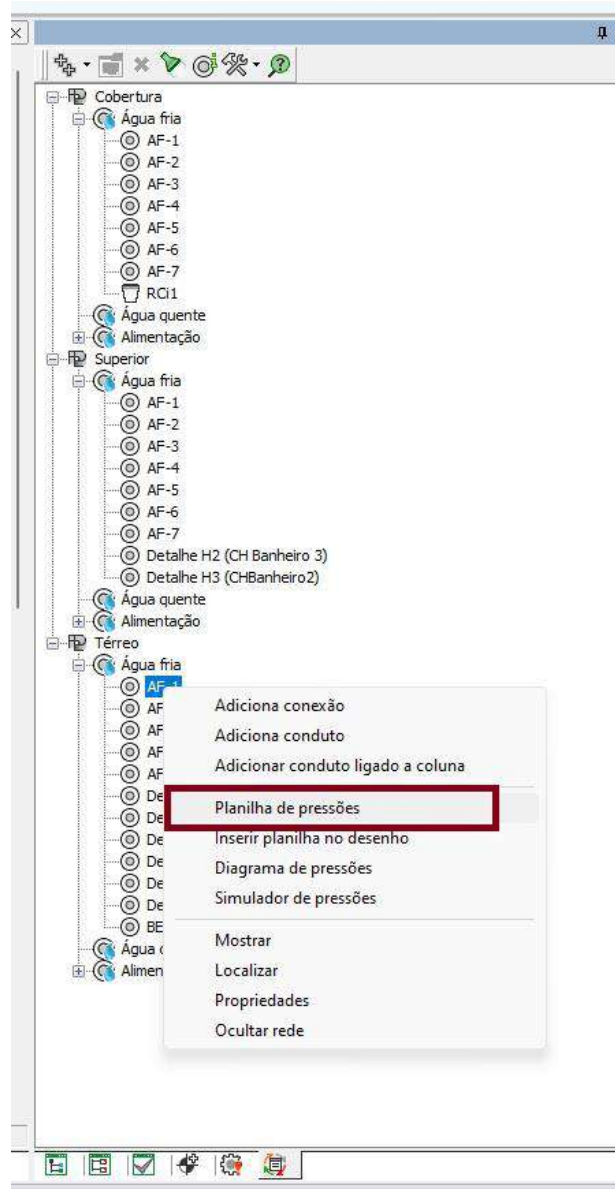
Figura 15 - Apresentação geral das colunas de distribuição no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Dessa forma, o programa possibilita obter as planilhas de pressões de qualquer coluna de distribuição que for necessária. Para isso, basta clicar com o botão direito sobre a coluna requerida e depois em “Planilha de pressões”, como mostra a **Figura 16**. O programa exibe assim um relatório informando diversas informações dos trechos, o quantitativo de materiais desde o início até o término da coluna e, por fim, indica se o valor da pressão residual no final da tubulação é suficiente de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020). Como exemplo, foi gerada a planilha de pressões do ponto de utilização do lavatório, localizado no lavabo do pavimento térreo, conforme ilustra a **Figura 17**.

Figura 16 - Indicação da função "Planilha de pressões" no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Figura 17 - Relatório de pressões do ponto de utilização do lavatório do lavabo gerado no QiBuilder

Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.60 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.23	40	0.18	1.44	2.20	3.64	0.0015	0.01	5.76	0.00	0.79	0.78
6-7	0.23	20	0.74	0.00	0.06	0.06	0.0386	0.00	5.76	0.00	0.78	0.78
7-8	0.23	20	0.74	2.88	1.20	4.08	0.0386	0.16	5.76	2.88	3.66	3.51
8-9	0.23	20	0.74	1.08	1.20	2.28	0.0386	0.09	2.88	1.08	4.59	4.50
9-10	0.23	20	0.74	0.80	0.20	1.00	0.0386	0.04	1.80	0.80	5.30	5.26
10-11	0.23	20	0.74	0.06	1.20	1.26	0.0386	0.05	1.00	0.00	5.26	5.21
11-12	0.16	20	0.52	0.40	2.40	2.80	0.0212	0.06	1.00	0.40	5.61	5.55
12-13	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	0.60	0.00	5.55	5.53

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	0.51	5.53	1.00

Situação: Pressão suficiente

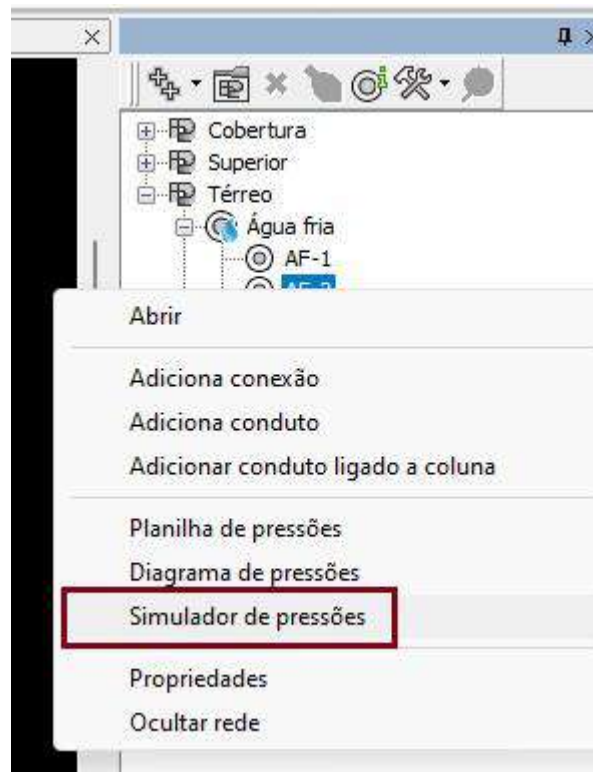
Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	3	3.20	9.60
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	3	1.20	3.60
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	2.40	2.40
PVC	Lavatório com joelho de 90°	25 mm - 1/2"	1	1.20	1.20

Fonte: Autor, 2024.

Conforme é possível visualizar, o relatório informa todos os trechos considerados do ponto de utilização do lavatório, bem como suas respectivas vazões, diâmetros e velocidades. A partir disso, realiza os cálculos da perda de carga ao longo da tubulação e indica a pressão dinâmica residual disponível, conforme indicado em vermelho na **Figura 17**.

Além disso, foi utilizada a função “Simulador de pressões”, que pode ser visualizada clicando sobre um ponto de utilização ou uma coluna de água fria qualquer. A **Figura 18** exemplifica como acessar essa função para a coluna AF – 2, que abastece a área de serviço no pavimento térreo.

Figura 18 - Indicação da função "Simulador de pressões" no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Ao acessar o simulador, é exibido uma tabela onde é possível observar todas as informações referentes aos trechos que compõem a coluna de água fria ou o ponto de utilização escolhido, como mostra a **Figura 19**.

Na coluna “Tubo” da tabela apresentada pelo simulador, é possível alterar o diâmetro de qualquer trecho que se queira, a fim de verificar se a pressão será suficiente. Ao modificar o diâmetro de um ou mais trechos, o programa apresenta os resultados das pressões e perdas de carga simuladas, conforme é possível observar na região inferior do simulador.

Figura 19 - Simulador de pressões para a coluna de água fria AF - 2

Simulador de pressões													
Trecho	Vazão (l/s)	Tubo	φ (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	L equiv. (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	P. inicial (m.c.a.)	P. final (m.c.a.)
1-2	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.23	0.00	0.23	0.0059	0.00	6.64	0.00	0.00	0.00
2-3	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.23	0.70	0.93	0.0059	0.01	6.64	0.00	0.00	-0.01
3-4	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.87	0.85
4-5	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.66	3.20	3.86	0.0059	0.02	5.76	0.00	0.85	0.83
5-6	0.52	50 mm 40	40	0.41	1.30	3.20	4.50	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.83	0.80
6-7	0.46	50 mm 40	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.80	0.74
7-8	0.46	50 mm 40	40	0.37	0.60	3.20	3.80	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.74	0.72
8-9	0.39	25 mm 20	20	1.25	0.00	7.30	7.30	0.0960	0.03	5.76	0.00	0.72	0.70
9-10	0.39	25 mm 20	20	1.25	2.88	0.01	2.89	0.0960	0.28	5.76	2.88	3.58	3.30
10-11	0.39	20	20	1.25	0.00	0.01	0.01	0.0960	0.00	2.88	0.00	3.30	3.30

Tubo	Conexão inicial	Pressões (m.c.a.)	Operações
		Estática inicial: 3.76	<input type="checkbox"/> Aplicar modificações
		Perda de carga: 0.46	<input checked="" type="checkbox"/> Gerar planilha
		Dinâmica disponível: 3.30	OK
		Mínima necessária: 0.50	Ajuda
		Situação: Pressão suficiente	

Fonte: Autor, 2024.

Dessa forma, a fim de otimizar os diâmetros dos tubos do projeto, foram verificadas possíveis mudanças nas tubulações de 50 mm do barrilete, de forma a garantir que todos os pontos de utilização sejam atendidos com uma pressão residual mínima de 10 KPa (1 m.c.a.).

3.5.2 Instalações de Esgoto Sanitário

As verificações do sistema de esgoto sanitário no QiBuilder foram realizadas utilizando a função “Verificar diâmetros”, localizada na aba “Dimensionamento”, como mostra a **Figura 20**.

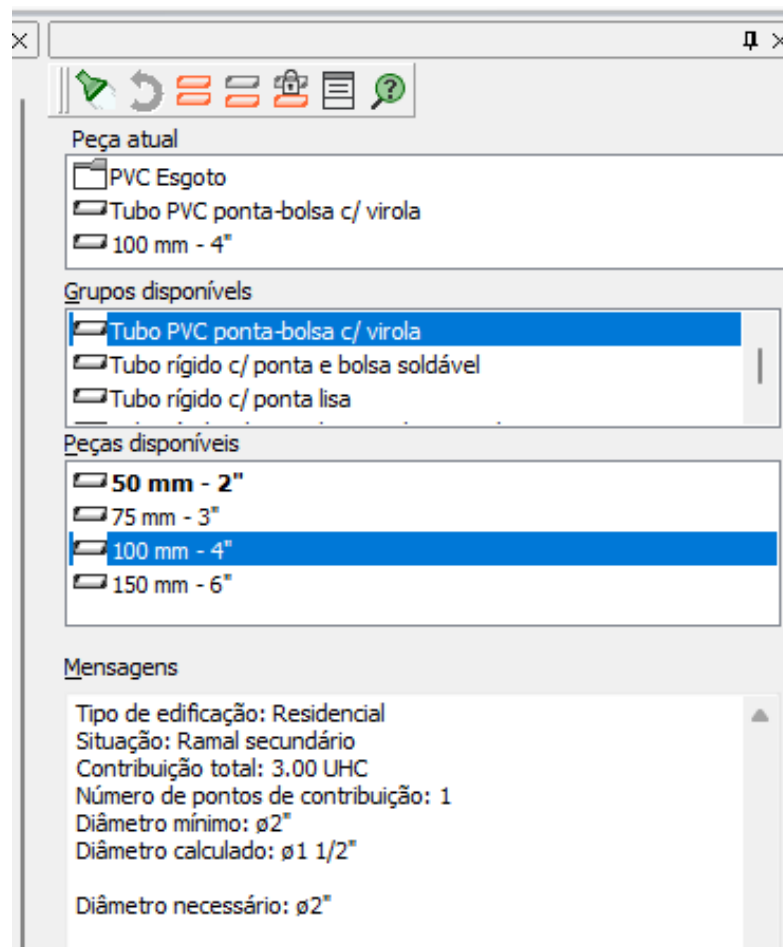
Figura 20 - Indicação da função “Verificar diâmetros” no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Ao ser acionada, essa função indica e sugere modificações de diâmetro que podem ser executadas em uma determinada tubulação no projeto com base nos cálculos realizados pelo programa, como apresenta a **Figura 21**.

Figura 21 - Painel da função “Verificar diâmetros” no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Como é possível visualizar, o painel indica a peça que está sendo considerada, o seu respectivo material e a sugestão de modificação do diâmetro. Logo abaixo, apresenta o diâmetro mínimo e o diâmetro calculado do respectivo trecho, com base na NBR 8160 (ABNT, 1999).

3.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROGRAMAS

Após realizar todas as verificações de dimensionamento em ambos os programas para as instalações de água fria e esgoto sanitário, com base nos resultados obtidos, comparou-se a eficiência do QiBuilder e do Revit no que se refere a concepção e no dimensionamento de todo o projeto hidrossanitário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Após o término da modelagem completa da residência, notou-se que para uma melhor compatibilização entre a arquitetura e o esgoto sanitário, era necessário realizar dois *shafts* para esconder as tubulações de queda provenientes do pavimento superior. O primeiro *shaft* foi posicionado no canto da área de serviço, para receber o tubo de queda do banheiro 2. O segundo *shaft* foi locado em um canto entre a entrada da área de serviço e a entrada do espaço gourmet/cozinha para receber o tubo de queda do banheiro 3. As **Figuras 22 e 23** apresentam as regiões escolhidas para descer os tubos de queda tanto no pavimento térreo quanto no superior.

Figura 22 - Indicação dos *shafts* no pavimento térreo



Fonte: Autor, 2024.

Figura 23 - Indicação dos shafts no pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

Foram desenhadas as plantas baixa do térreo, primeiro pavimento e cobertura. Além disso, dois cortes (corte A e corte B), tabela de esquadrias, tabela de portas e tabela da área total da edificação. Todas as pranchas podem ser visualizadas no **Apêndice 1** do trabalho.

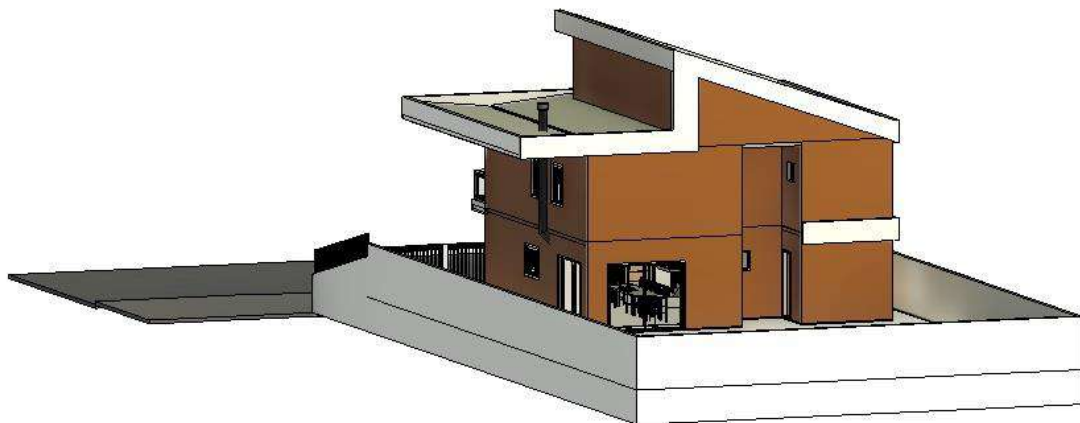
As **Figuras 24 e 25** mostram o resultado da modelagem final do sobrado residencial unifamiliar.

Figura 24 - Vista frontal da edificação no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 25 - Vista posterior da edificação no Revit



Fonte: Autor, 2024.

4.2 SISTEMA DE ÁGUA FRIA

4.2.1 Dimensionamento do Reservatório Superior

Considerando que em cada quarto social é ocupado por duas pessoas, para uma residência com 3 quartos sociais tem-se uma população de 6 pessoas. Consultando a **Tabela 1**, observa-se a indicação de um consumo para residências de

150 L/pessoa. Portanto, através da equação (2):

$$Cd = 6 * 150 = 900 L \quad (3)$$

Considerando 2 dias de abastecimento e inserindo na equação (1), tem-se:

$$V = 2 * 900 = 1800 L \quad (4)$$

Assim, foi adotado um reservatório de 2000 L por não ter um de 1800 L no mercado.

4.2.2 Traçado das Instalações de Água Fria

O sistema de água fria foi proposto utilizando o método indireto por gravidade, ou seja, com apenas um reservatório superior, que é alimentado pela rede pública de abastecimento. A fim de aproveitar o máximo da cobertura e ter um maior desempenho do sistema, a caixa d' água foi posicionada a uma altura de 6,64 m do nível térreo e 0,88 m do nível da cobertura, tendo 2 saídas do reservatório destinadas ao abastecimento da edificação, uma saída destinada para o extravasor/limpeza e uma entrada designada para sua alimentação. Das duas saídas do reservatório, se derivam 7 colunas de distribuição que levam a água para todos os ambientes. Uma das saídas abastece 3 colunas e a outra saída abastece 4 colunas. Cada ambiente foi modelado de forma a não conflitar com o sistema de esgoto sanitário, para não ocasionar problemas executivos posteriormente. A seguir, estão dispostas algumas informações gerais da modelagem dos ambientes que se julgam mais importantes:

A. Cozinha/Área Gourmet:

- Coluna de distribuição: AF – 5
- Pontos de utilização: Pia e filtro de água
- Altura do nível até o ramal principal: 0.60 m

B. Lavabo:

- Coluna de distribuição: AF – 1

- Pontos de utilização: Lavatório e bacia sanitária
- Altura do nível até o ramal principal: 1 m

C. Área de Serviço:

- Coluna de distribuição: AF – 2
- Pontos de utilização: Máquina de lavar e tanque
- Altura do nível até o ramal principal: 1,20 m

D. Banheiro 1:

- Coluna de distribuição: AF – 3
- Pontos de utilização: Lavatório, bacia sanitária e chuveiro
- Altura do nível até o ramal principal: 1 m

E. Banheiro 2:

- Coluna de distribuição: AF – 6
- Pontos de utilização: Lavatório, bacia sanitária e chuveiro
- Altura do nível até o ramal principal: 1 m

F. Banheiro 3:

- Coluna de distribuição: AF – 7
- Pontos de utilização: Lavatório, bacia sanitária e chuveiro
- Altura do nível até o ramal principal: 1 m

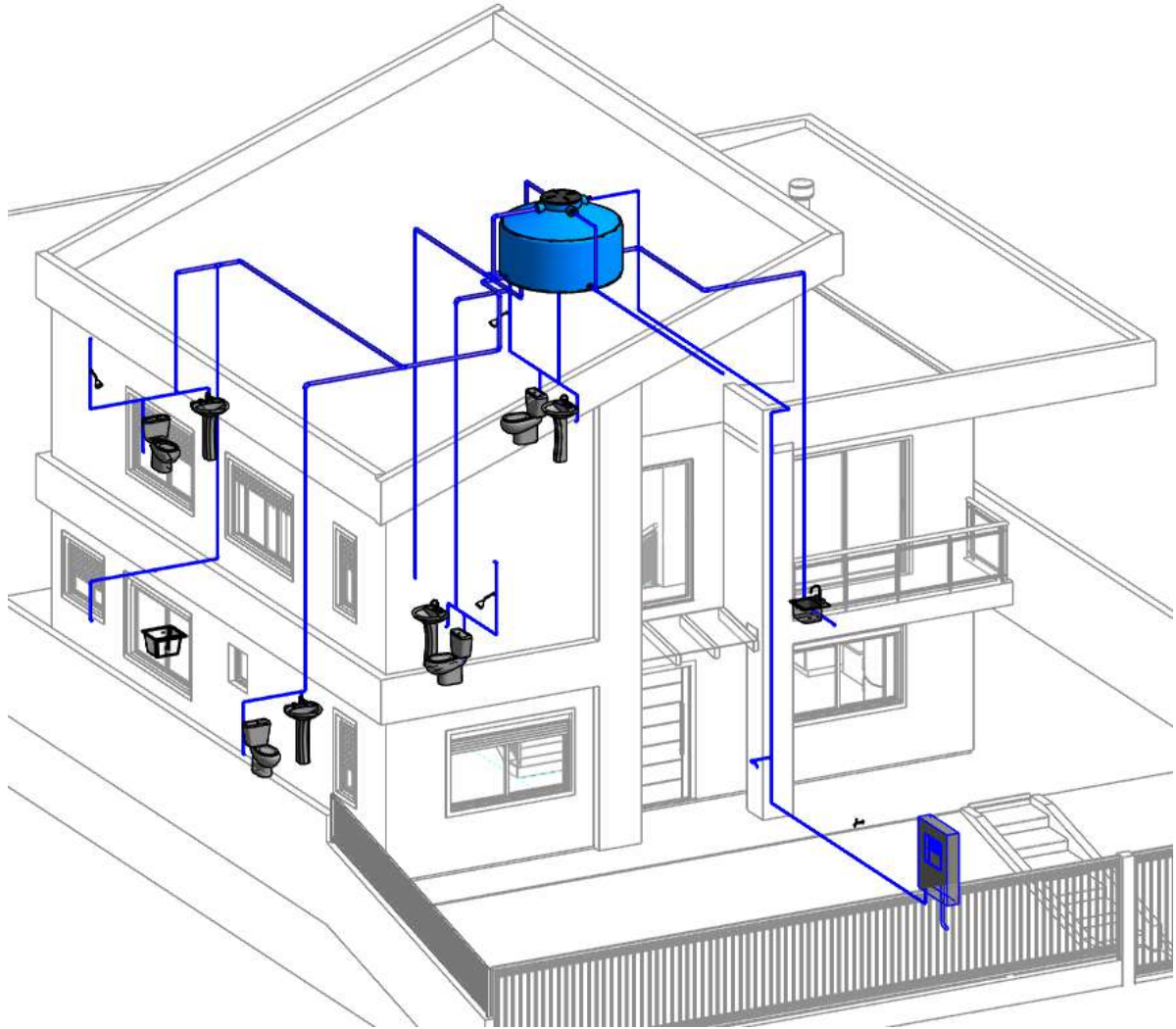
G. Edícula:

- Coluna de distribuição: AF – 4
- Pontos de utilização: Torneira de jardim
- Altura do nível até o ramal principal: 0,30 m.

As **Figuras 26 e 27** apresentam o esquema hidráulico realizado tanto no Revit

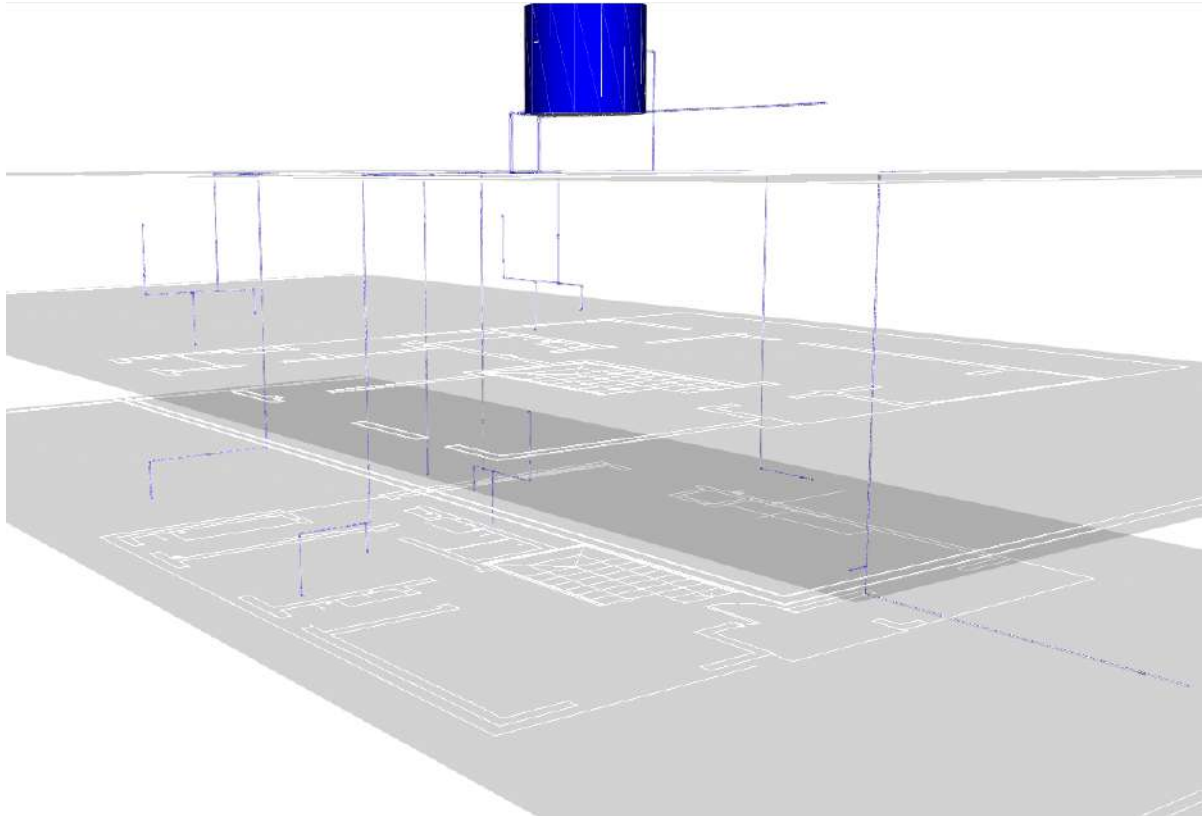
quanto no QiBuilder. Os demais desenhos, como plantas, isométricas e detalhes podem ser visualizados nos **Apêndices 2 e 3** do trabalho.

Figura 26 - Esquema hidráulico desenvolvido no Revit 2024



Fonte: Autor, 2024.

Figura 27 - Esquema hidráulico desenvolvido no QiBuilder 2013



Fonte: Autor, 2024.

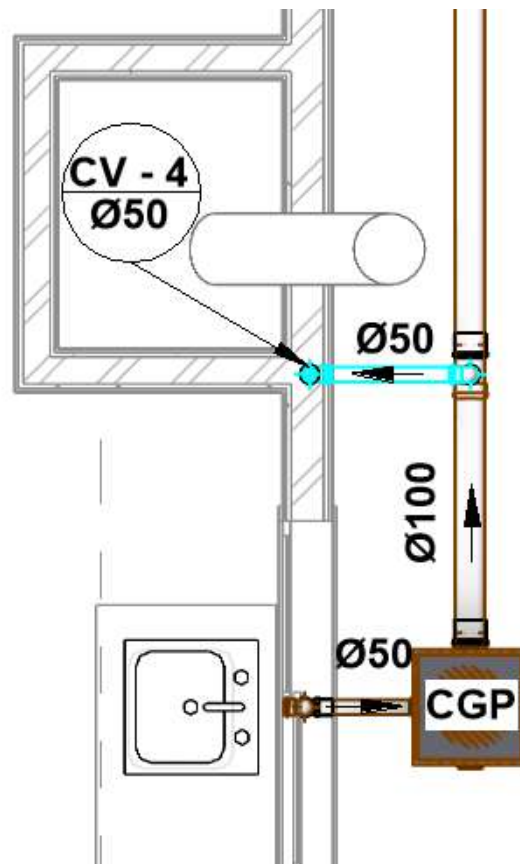
Com base nas **Figuras 26 e 27**, é importante ressaltar que o modelo 3D disponibilizado pelo QiBuilder apresenta apenas funções de visualização do projeto. Já no Revit, é possível visualizar e também realizar modificações diretamente na vista 3D do projeto. Caso seja feita alguma alteração nesta vista, também é realizada a alteração nas demais plantas e vistas do projeto.

4.3 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

As instalações de esgoto sanitário foram projetadas de forma a permitir o maior escoamento possível, visando satisfazer as devidas condições de higiene, segurança, economia, desempenho e conforto para os usuários conforme rege a NBR 8160 (ABNT, 1999).

Para a cozinha, foi conectada a tubulação de 50 mm da pia até sua respectiva caixa de gordura. Por ser considerado um desconector de acordo com a norma, houve a necessidade de se colocar a coluna de ventilação CV – 4 com diâmetro de 50 mm, conforme mostra a **Figura 28**.

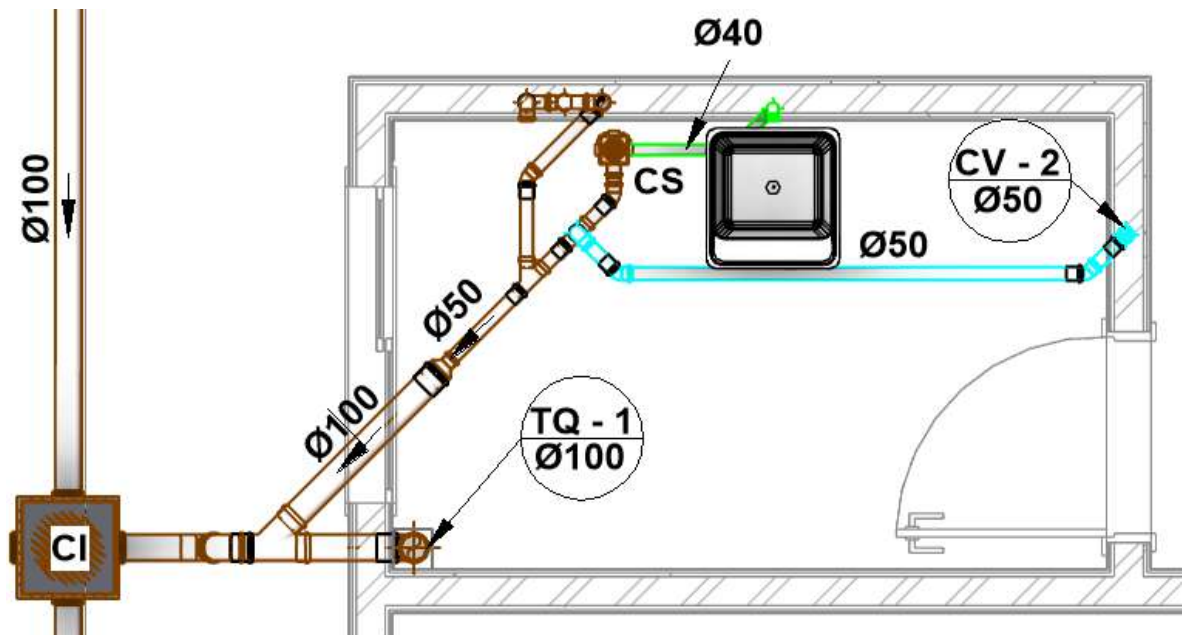
Figura 28 - Esquema sanitário da cozinha



Fonte: Autor, 2024.

Na lavanderia foi utilizada uma caixa sifonada para ligação da tubulação de 40mm do tanque. A máquina de lavar, por apresentar uma tubulação de 50 mm, necessitou ser conectada diretamente no esgoto primário. Como essa tubulação não foi conectada na caixa sifonada, houve a necessidade de se realizar um sifão na parede para servir como um desconector, visando vedar a passagem dos gases oriundos do esgoto. Por fim, direcionou-se esse ramal de esgoto até uma caixa de inspeção localizada na parte externa da edificação. A partir da caixa sifonada, derivou-se a coluna de ventilação CV – 2 com 50 mm de diâmetro, conforme apresenta a **Figura 29**.

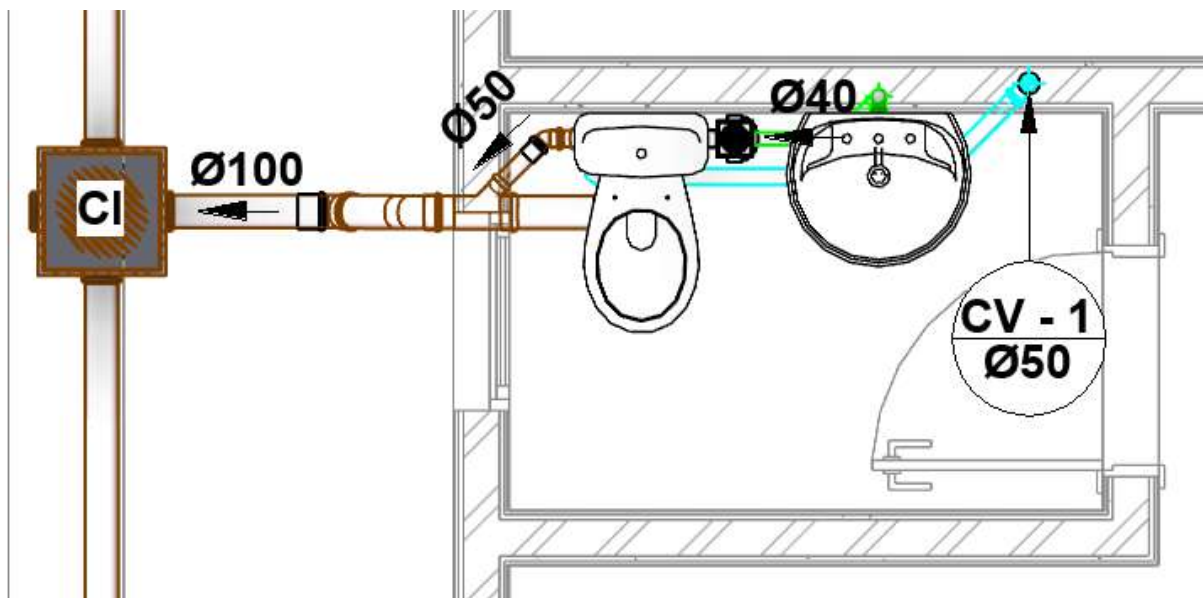
Figura 29 - Esquema sanitário da lavanderia



Fonte: Autor, 2024.

Com relação ao lavabo, foi conectado a tubulação de 40 mm do lavatório até uma caixa sifonada, a qual foi direcionada ao ramal de esgoto derivada da tubulação de 100 mm do vaso sanitário. A **Figura 30** apresenta a solução para o ambiente.

Figura 30 - Esquema sanitário do lavabo



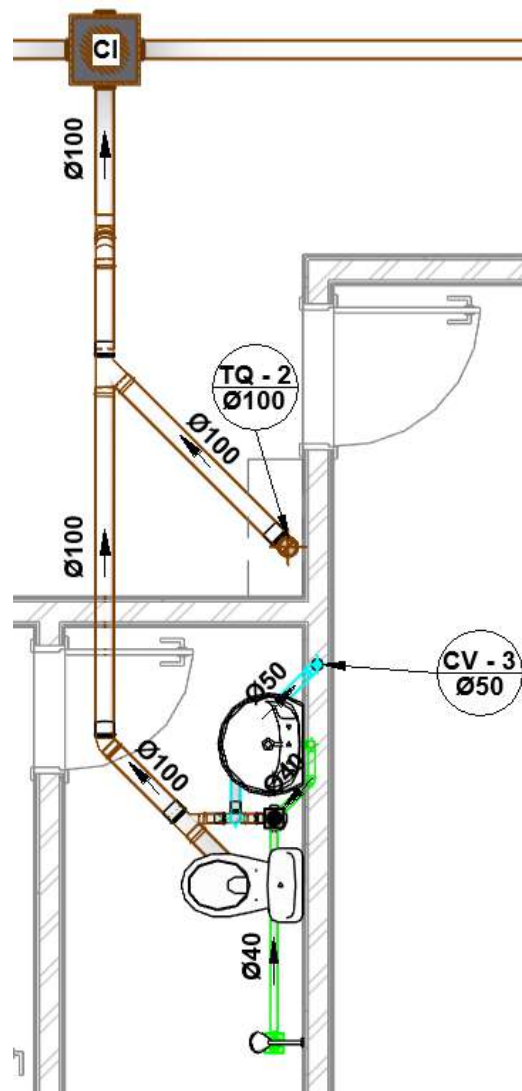
Fonte: Autor, 2024.

No caso dos banheiros, a tubulação de 40 mm do ralo seco e do lavatório foi

conectada à uma caixa sifonada, a qual teve sua tubulação de 50 mm direcionada até o ramal de esgoto de 100 mm do vaso sanitário. O banheiro 1, localizado no pavimento térreo, teve seu ramal de esgoto levado até uma caixa de inspeção, como mostra a **Figura 31**.

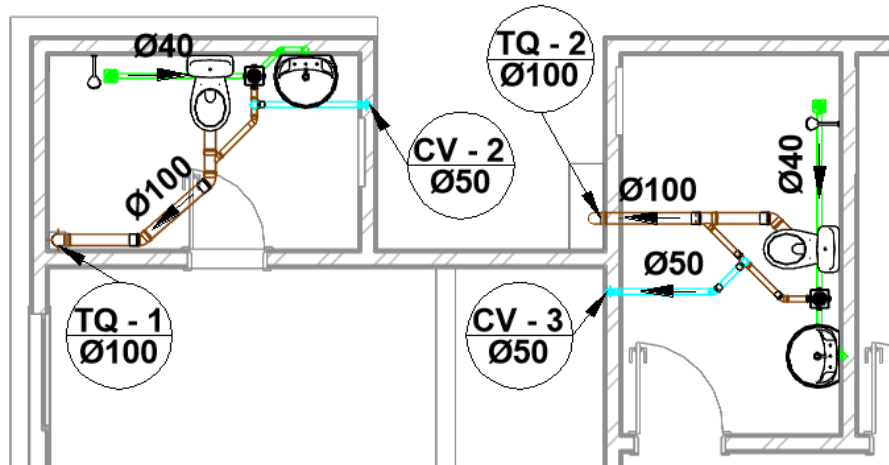
No pavimento superior, os ramos de esgoto dos banheiros 2 e 3 foram direcionados até os tubos de queda TQ – 1 e TQ – 2, respectivamente. Suas colunas de ventilação foram planejadas de forma a aproveitar as colunas oriundas do pavimento térreo, conforme apresenta a **Figura 32**.

Figura 31 - Esquema sanitário do banheiro 1



Fonte: Autor, 2024.

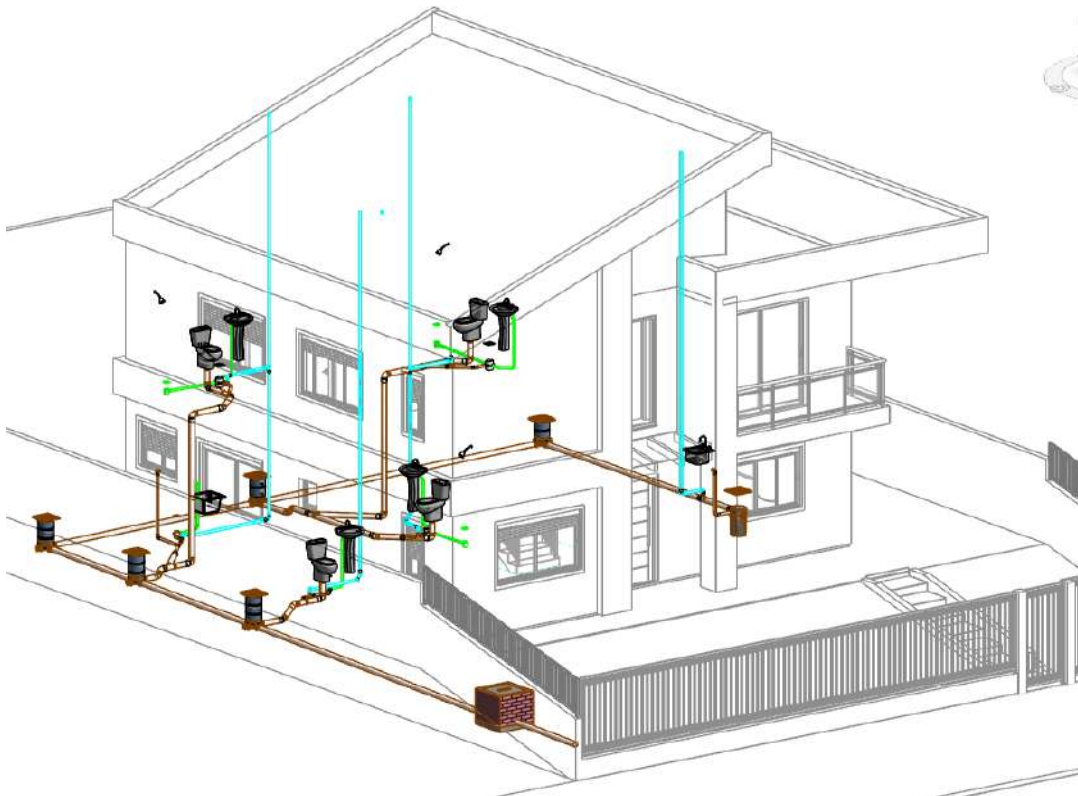
Figura 32 - Esquema sanitário dos banheiros 2 e 3 no pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

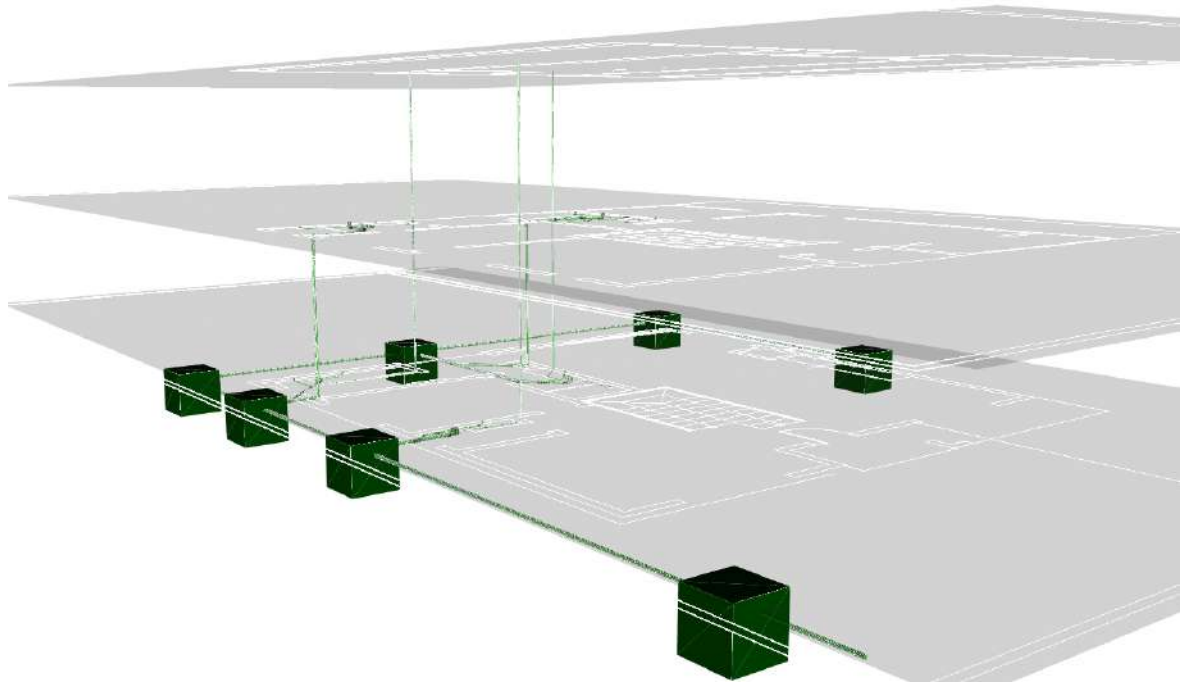
Por fim, tendo realizado o lançamento das instalações sanitárias para todos os ambientes, foram inseridas as caixas de inspeção para interligação do sistema até o coletor predial localizado na parte frontal da edificação. A **Figuras 33 e 34** apresentam o esquema sanitário final realizado.

Figura 33 - Esquema final do esgoto sanitário desenvolvido no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 34 - Esquema final do esgoto sanitário desenvolvido no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Da mesma forma que ocorre com o sistema de água fria, no QiBuilder não é possível fazer modificações no modelo 3D do projeto de esgoto sanitário, ao contrário do Revit, que oferece essa função.

4.4 VERIFICAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO – REVIT E QIBUILDER

A seguir, serão apresentadas as verificações dos dimensionamentos, tanto do sistema de água fria, quanto do sistema de esgoto sanitário realizadas através dos programas Revit 2024 e QiBuilder 2013.

4.4.1 Instalações de Água fria

Para realização das verificações das pressões e diâmetros no sistema de água fria, foram tomadas como base os seguintes critérios estipulados pela NBR 5626 (ABNT, 2020):

- Pressão residual mínima nos pontos de utilização: 10 KPa (1 m.c.a.);

- Pressão residual máxima nos pontos de utilização: 400 KPa (40 m.c.a.);
- Velocidade máxima da água nas tubulações: 3 m/s.

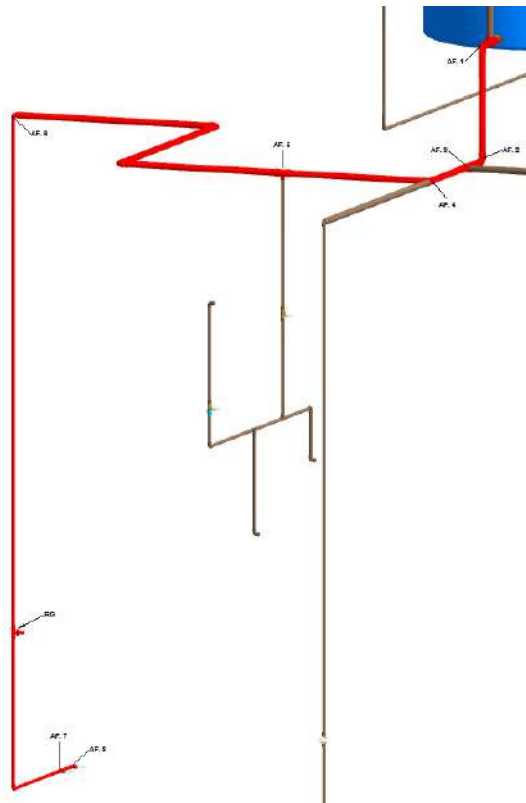
Serão explicitados os caminhos críticos e as tabelas de dimensionamento resumidas obtidas através de cada *software*. As tabelas e relatórios completos estarão expostos nos **Apêndices 4 e 5**.

Dessa forma, considerando os pontos de utilização mais críticos de cada ambiente, foram obtidos os seguintes resultados através dos programas:

A. Cozinha/Área Gourmet - filtro de água:

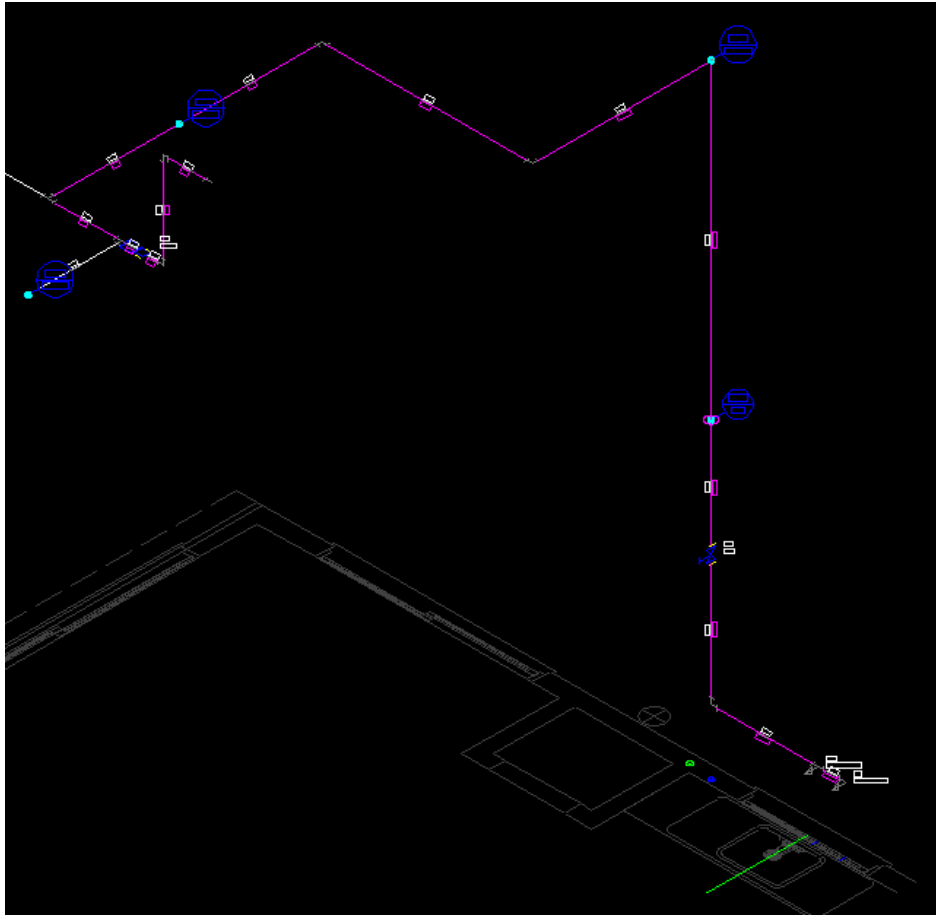
Na cozinha, foi considerado como ponto crítico desse ambiente o filtro de água, por estar posicionado a uma distância maior que o ponto de utilização da pia com relação ao reservatório. As **Figuras 35 e 36** mostram o caminho crítico do reservatório até o ponto de utilização do filtro.

Figura 35 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 36 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

A pressão residual obtida nesse ponto foi de 5,80 m.c.a. no Revit e 5,52 m.c.a. no QiBuilder. Quanto aos valores das perdas de carga, foram obtidos 0,24 m.c.a. no Revit e 0,52 no QiBuilder, conforme explicitado nas **Figuras 37 e 38**.

Figura 37 - Indicação da pressão residual disponível no filtro de água da cozinha no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
0,064 kPa	0,00	7,922 kPa	7,858 kPa
0,053 kPa	0,00	7,858 kPa	7,805 kPa
1,286 kPa	5,16	7,805 kPa	58,119 kPa
0,113 kPa	0,00	58,119 kPa	58,007 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 38 - Indicação da pressão residual disponível no filtro de água da cozinha no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	0.52	5.52	1.00

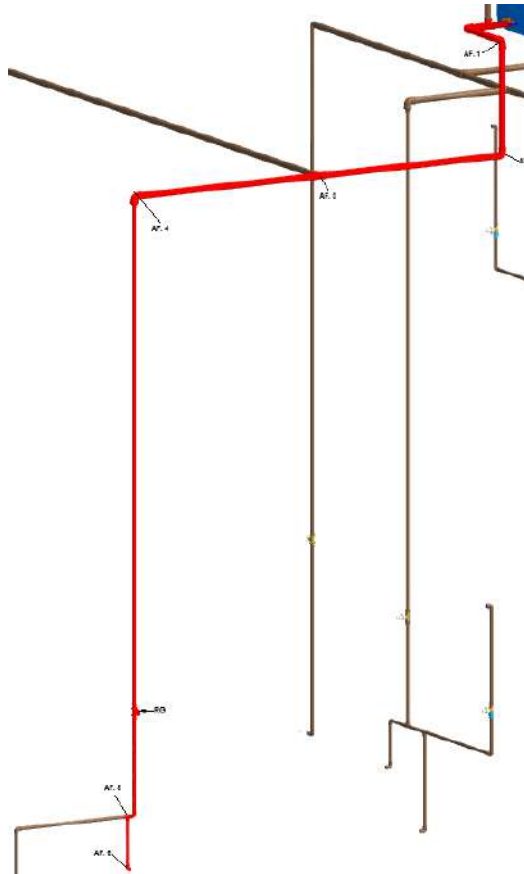
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

B. Lavabo – lavatório:

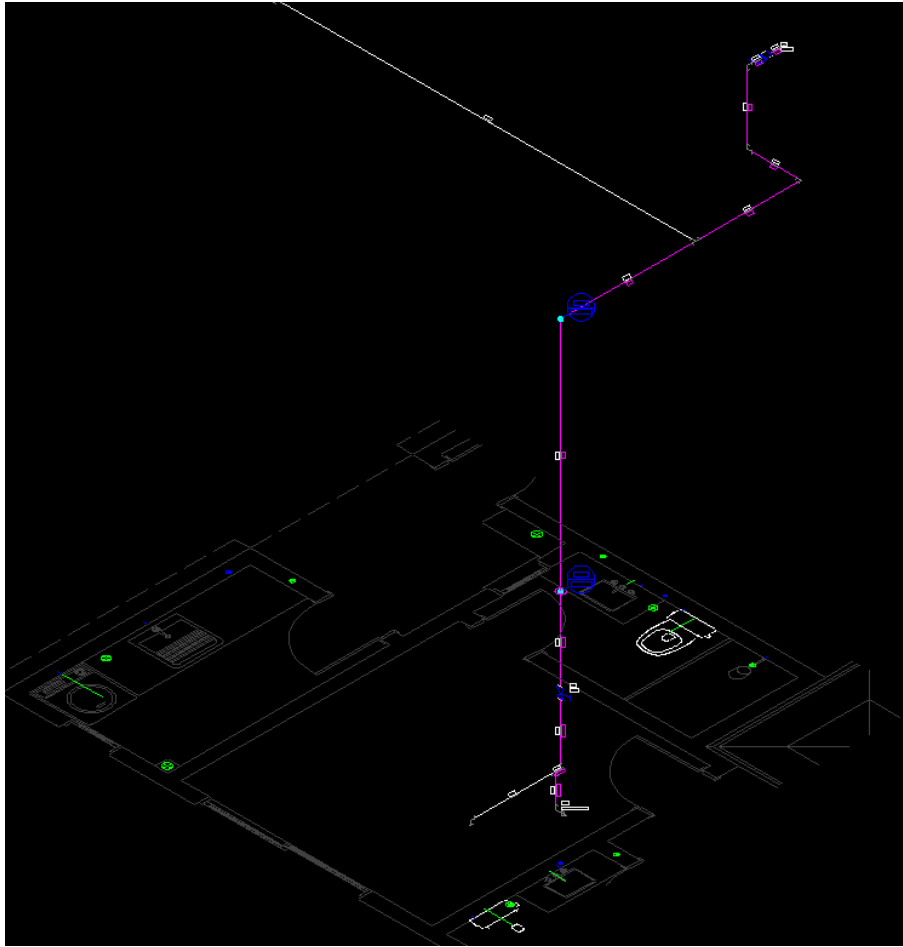
O ponto crítico escolhido para o lavabo foi o lavatório, devido ao seu ponto de utilização estar posicionado a uma altura superior em relação ao ponto do vaso sanitário. Dessa forma, se a pressão for suficiente nesse ponto, logo, também será suficiente no vaso sanitário. As **Figuras 39 e 40** mostram o caminho crítico do reservatório até o lavatório.

Figura 39 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o lavatório do lavabo no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 40 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o lavatório do lavabo no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

No Revit, a pressão residual obtida foi de 5,58 m.c.a. e no QiBuilder foi de 5,63 m.c.a. Com relação as perdas de cargas ao longo da tubulação, também foram obtidos valores próximos: 0,45 m.c.a. no Revit e 0,41 m.c.a. no QiBuilder. Os resultados obtidos podem ser conferidos nas **Figuras 41 e 42**.

Figura 41 - Indicação da pressão residual disponível no lavatório do lavabo no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
0,052 kPa	0,00	7,567 kPa	7,515 kPa
2,931 kPa	4,76	7,515 kPa	52,184 kPa
0,320 kPa	0,40	52,184 kPa	55,864 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 42 - Indicação da pressão residual disponível no lavatório do lavabo no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	0.41	5.63	1.00

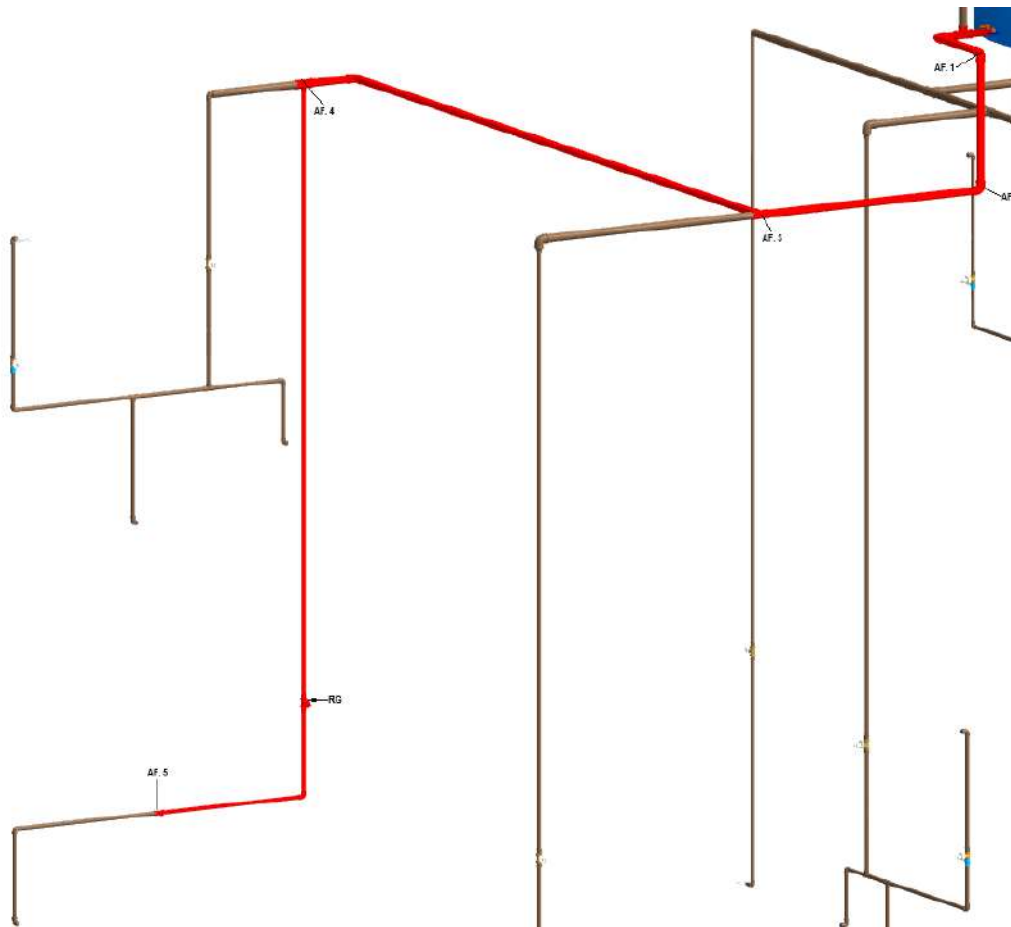
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

C. Área de serviço - tanque de lavar roupas:

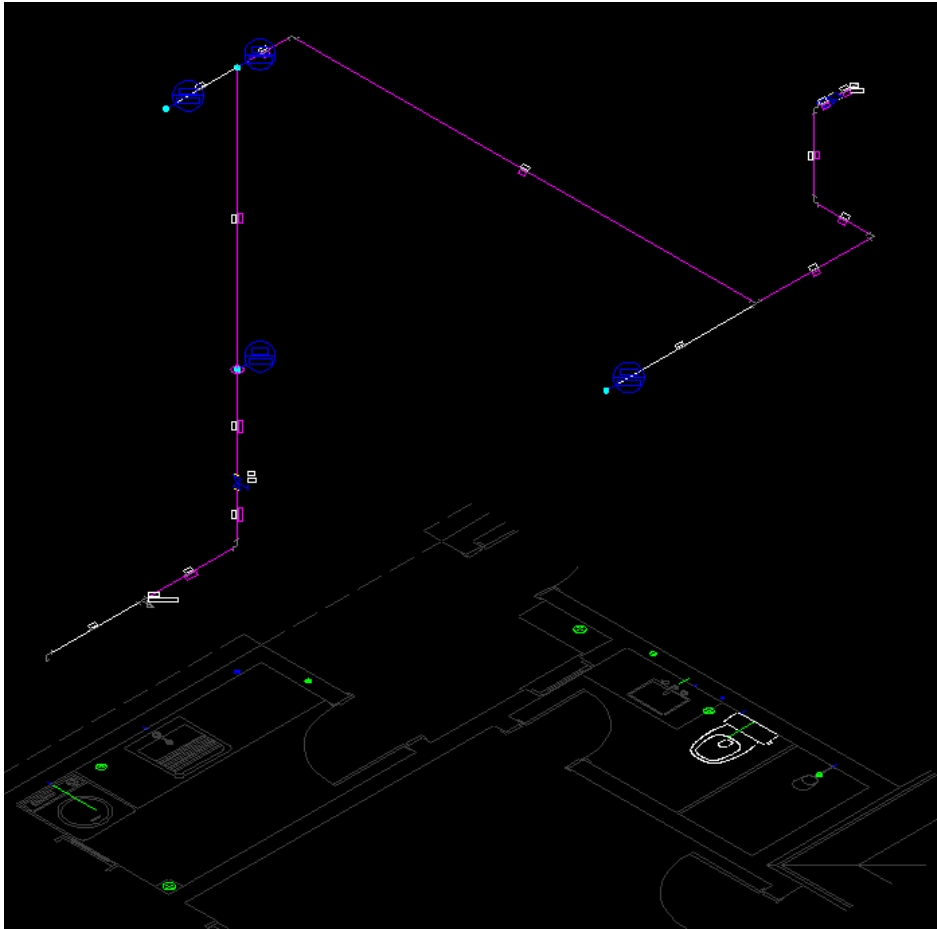
Na área de serviço, o ponto crítico escolhido foi o tanque de lavar roupas, por estar localizado a uma altura superior ao ponto da máquina de lavar. As **Figuras 43 e 44** mostram o caminho crítico desde o reservatório até o tanque de lavar.

Figura 43 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o tanque de lavar no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 44 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o tanque de lavar no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

De acordo com o Revit, a pressão residual nesse ponto foi de 4,90 m.c.a, com uma perda de carga total de 0,53 m.c.a. Já no QiBuilder, foi obtido uma pressão de 4,35 m.c.a. com uma perda de carga de 0,96 m.c.a. As **Figuras 45 e 46** ilustram os resultados obtidos.

Figura 45 - Indicação da pressão residual disponível no tanque de lavar roupas no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
3,657 kPa	4,56	7,146 kPa	49,089 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 46 - Indicação da pressão residual disponível no tanque de lavar roupas no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
5.44	0.96	4.35	1.00

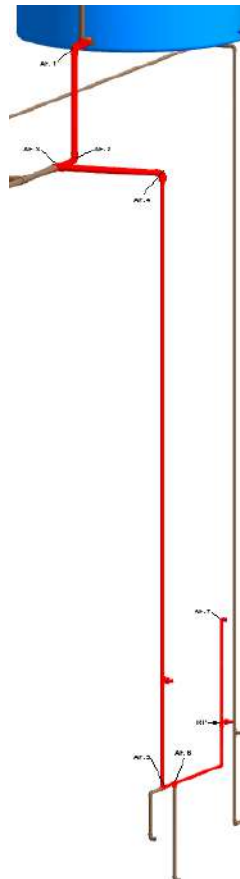
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

D. Banheiro 1 – Chuveiro:

No banheiro 1, o ponto crítico determinado para este ambiente foi o chuveiro, por ser o ponto mais elevado do ambiente. O caminho crítico do reservatório até o respectivo ponto de utilização pode ser visualizado pela **Figura 47**. É importante salientar que não foi possível visualizar o caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 1 no QiBuilder, devido a um erro que não pôde ser solucionado.

Figura 47 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o filtro de água no Revit



Fonte: Autor, 2024.

No Revit, foram obtidos 4,04 m.c.a. de pressão e uma perda de carga total de 0,49 m.c.a. No QiBuilder, foram obtidos 4,13 m.c.a. de pressão e uma perda de carga de 0,41 m.c.a. como pode ser observado pelas **Figuras 48 e 49**.

Figura 48 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 1 no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
0,051 kPa	0,00	8,093 kPa	8,042 kPa
1,729 kPa	4,80	8,042 kPa	54,333 kPa
1,397 kPa	0,00	54,333 kPa	52,936 kPa
1,064 kPa	-1,14	52,936 kPa	40,453 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 49 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 1 no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
4.54	0.41	4.13	1.00

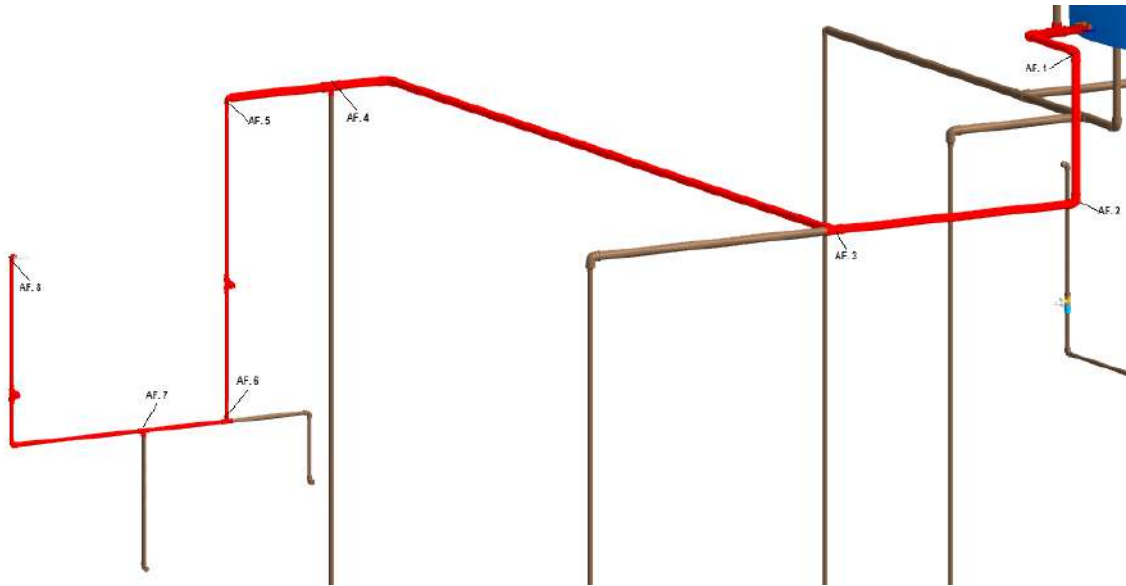
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

E. Banheiro 2 – Chuveiro:

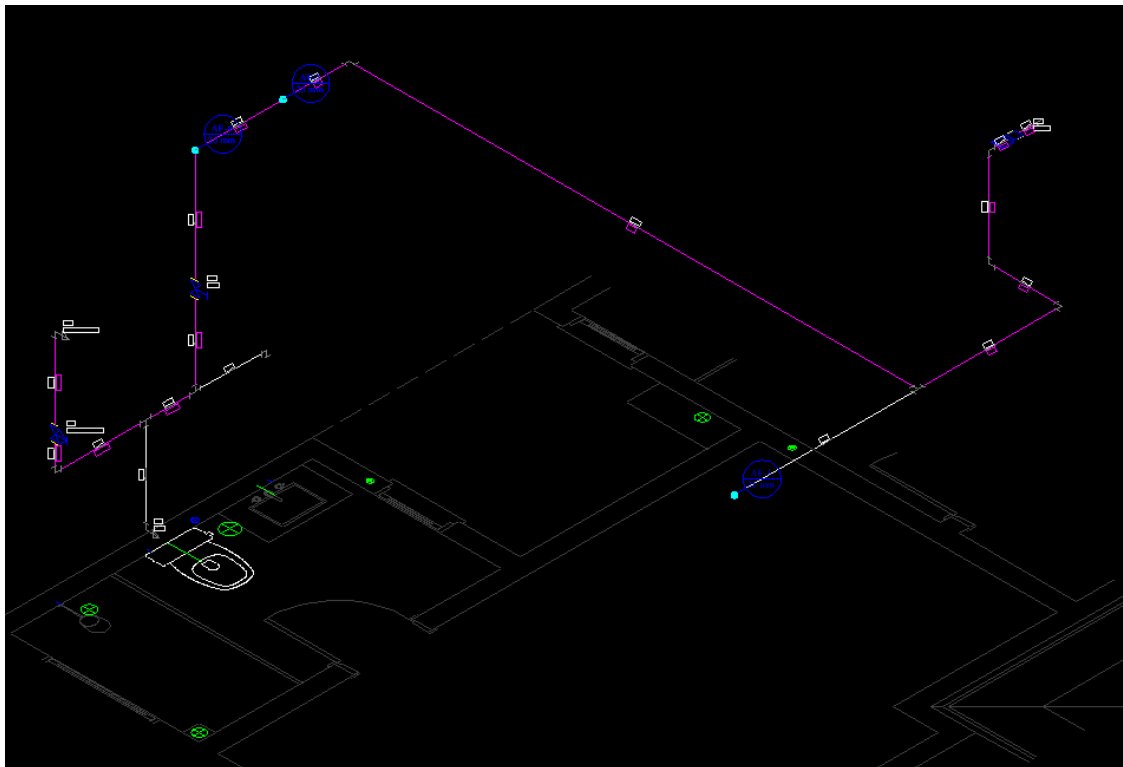
No banheiro 2, situado no pavimento superior, identificou-se o chuveiro como um ponto crítico, tanto dentro desse ambiente quanto em todo o sistema de água fria. Isso se deve ao fato de que, em relação à posição do reservatório, o chuveiro 2 está na mesma altura que o chuveiro do banheiro 3, porém, este apresenta um trajeto mais longo de tubulação e um maior número de conexões, assim, é esperada uma maior perda de pressão ao longo do trecho considerado. As **Figuras 50 e 51** mostram o esquema do caminho crítico desde o reservatório até o chuveiro 2.

Figura 50 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 2 no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 51 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 2 no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

No ponto em questão, foram obtidos 1,12 m.c.a. de pressão e 0,53 m.c.a. de perda de carga no Revit. Já no QiBuilder, foram obtidos 1,22 m.c.a. de pressão residual e 0,44 m.c.a. de perda de carga ao longo do trecho. As **Figuras 52 e 53** expõem os resultados obtidos para este ponto de utilização.

Figura 52 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 2 no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
0,025 kPa	0,00	7,146 kPa	7,121 kPa
1,812 kPa	1,88	7,121 kPa	24,108 kPa
0,785 kPa	0,00	24,108 kPa	23,323 kPa
1,052 kPa	-1,10	23,323 kPa	11,271 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 53 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 2 no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
1.66	0.44	1.22	1.00

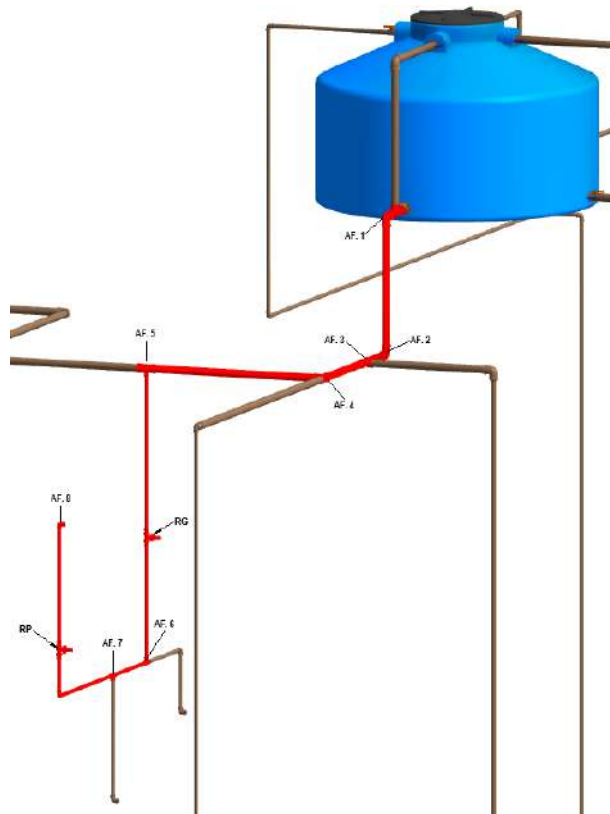
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

F. Banheiro 3 - Chuveiro:

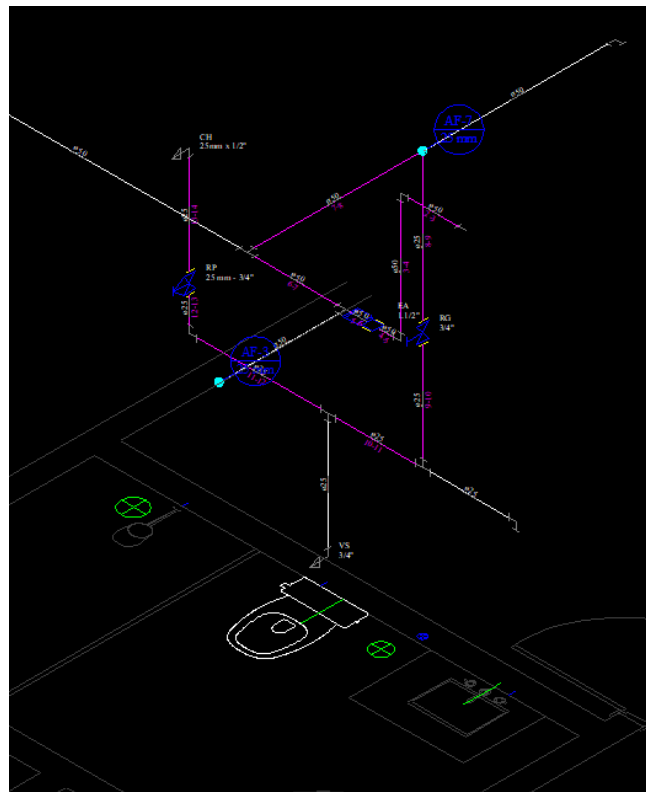
Com relação ao banheiro 3, também teve o chuveiro como ponto crítico deste ambiente. As **Figuras 54 e 55** ilustram o caminho crítico do reservatório até o respectivo ponto.

Figura 54 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 3 no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 55 - Indicação do caminho crítico do reservatório até o chuveiro do banheiro 3 no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

No Revit, a pressão residual obtida nesse ponto foi de 1,19 m.c.a. com uma perda de carga de 0,46 m.c.a. Por outro lado, no QiBuilder foram obtidos 1,33 m.c.a. de pressão residual e uma perda de carga de 0,33 m.c.a. Como esperado, a perda de carga nesse ponto foi menor em comparação com o chuveiro do banheiro 2 devido ao comprimento da tubulação e quantidade de conexões consideradas. As **Figuras 56 e 57** apresentam os resultados obtidos para o chuveiro do banheiro 3.

Figura 56 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 3 no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
0,064 kPa	0,00	7,922 kPa	7,858 kPa
1,806 kPa	1,88	7,858 kPa	24,852 kPa
0,797 kPa	0,00	24,852 kPa	24,055 kPa
1,057 kPa	-1,10	24,055 kPa	11,999 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 57 - Indicação da pressão residual disponível no chuveiro do banheiro 3 no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
1.66	0.33	1.33	1.00

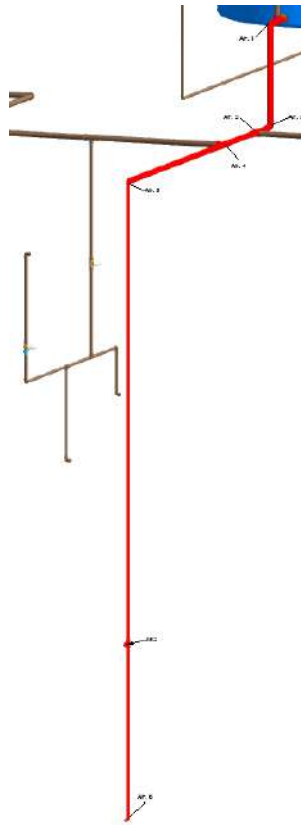
Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

G. Edícula - torneira de jardim:

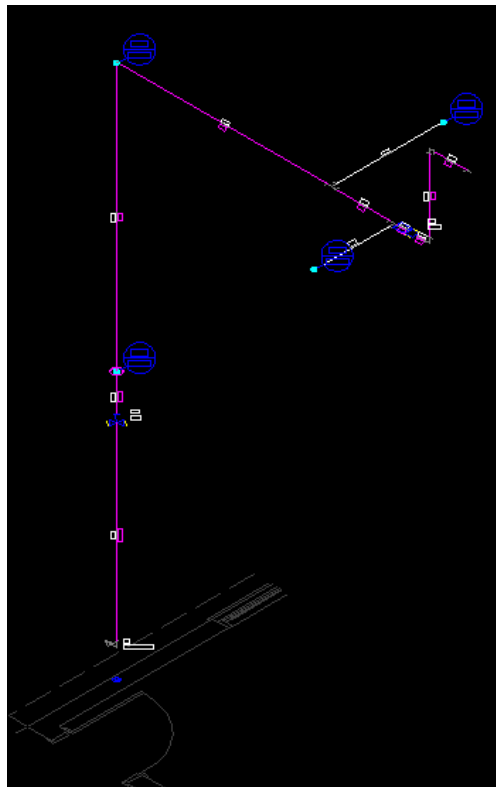
Por fim, tem-se a torneira de jardim que está localizada no pavimento térreo e é abastecida pela coluna de distribuição AF – 4. As **Figuras 58 e 59** mostram o caminho crítico do reservatório até o ponto de utilização da torneira, obtido através dos programas.

Figura 58 - Indicação do caminho crítico do reservatório até a torneira de jardim no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Figura 59 - Indicação do caminho crítico do reservatório até a torneira de jardim no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Nesse ponto, foram obtidos 6,09 m.c.a. de pressão e 0,24 m.c.a. de perda de carga no Revit. Já no QiBuilder, foram obtidos 5,85 m.c.a. de pressão e uma perda de carga de 0,49 m.c.a, como indicam as **Figuras 60 e 61**.

Figura 60 - Indicação da pressão residual disponível na torneira de jardim da edícula no Revit

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
0,027 kPa	0,00	7,922 kPa	7,895 kPa
1,553 kPa	5,46	7,895 kPa	60,942 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Figura 61 - Indicação da pressão residual disponível na torneira de jardim da edícula no QiBuilder

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.34	0.49	5.85	0.50

Situação: Pressão suficiente

Fonte: Autor, 2024.

Para um melhor entendimento e visualização dos resultados obtidos, foi criada a **Tabela 10**, que contém um resumo das pressões e perdas de carga alcançadas através dos programas.

Tabela 10 - Resultados obtidos pelos programas Revit e QiBuilder

Ponto de utilização	Revit 2024		QiBuilder 2013	
	Pressão residual disponível (m.c.a.)	Perda de carga (m.c.a.)	Pressão residual disponível (m.c.a.)	Perda de carga (m.c.a.)
Filtro de água (cozinha)	5,80	0,24	5,52	0,52
Lavatório (lavabo)	5,58	0,45	5,63	0,41
Tanque (Área de serviço)	4,90	0,53	4,35	0,96
Chuveiro 1 (banheiro 1)	4,04	0,49	4,13	0,41
Chuveiro 2 (banheiro 2)	1,12	0,46	1,22	0,44
Chuveiro 3 (banheiro 3)	1,19	0,46	1,33	0,33
Torneira de jardim (edícula)	6,09	0,24	5,85	0,49

Fonte: Autor, 2024.

Após a realização das verificações de pressão nos principais pontos de utilização, foi utilizado a função “Simulador de pressões” no QiBuilder numa tentativa de otimizar ao máximo os diâmetros das tubulações, com base nos critérios mínimos exigidos pela NBR 5626 (ABNT, 2020).

Executando as simulações, chegou-se na possibilidade da troca do diâmetro das tubulações de 50 mm para 25 mm dos caminhos A, B e C expostos na **Figura 62**, indicados pela cor rosa.

Figura 62 - Indicação dos caminhos A, B e C considerados para mudança dos diâmetros



Fonte: Autor, 2024.

Primeiramente, tem-se o caminho A que abastece o banheiro 2 no pavimento superior (coluna AF – 6) e a área de serviço no pavimento térreo (coluna AF-2). A princípio, alterando o diâmetro do trecho para 25 mm era se a pressão disponível no ponto do chuveiro 2 seria suficiente. Caso fosse suficiente nesse ponto, também seria suficiente na área de serviço.

Assim, foi obtido uma pressão de exatamente 1 m.c.a. com uma perda de carga de 0,66 m.c.a., portanto, suficiente, como está indicado em vermelho na parte inferior da **Figura 63**.

Figura 63 - Simulador de pressões para o caminho A para o ponto do chuveiro 2

Simulador de pressões													
Trecho	Vazão (l/s)	Tubo	φ (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	L equiv. (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	P. inicial (m.c.a.)	P. final (m.c.a.)
1-2	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.23	0.00	0.23	0.0059	0.00	6.64	0.00	0.00	0.00
2-3	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.23	0.70	0.93	0.0059	0.01	6.64	0.00	0.00	-0.01
3-4	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.87	0.85
4-5	0.52	50 mm 40	40	0.41	0.66	3.20	3.86	0.0059	0.02	5.76	0.00	0.85	0.83
5-6	0.52	50 mm 40	40	0.41	1.30	3.20	4.50	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.83	0.80
6-7	0.46	50 mm 40	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.80	0.74
7-8	0.46	25 mm 20	20	1.48	0.60	3.20	3.80	0.1690	0.12	5.76	0.00	0.74	0.62
8-9	0.25	25 mm 20	20	0.80	0.79	2.20	2.99	0.0442	0.13	5.76	0.00	0.62	0.49
9-10	0.25	25 mm 20	20	0.80	0.00	3.20	3.20	0.0442	0.01	5.76	0.00	0.49	0.49
10-11	0.25	25 mm 20	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.57	1.47
11-12	0.25	25 mm 20	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.27	2.22
12-13	0.19	25 mm 20	20	0.60	0.45	2.40	2.85	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.22	2.14
13-14	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.81	0.80	1.61	0.0090	0.01	3.88	0.00	2.14	2.13
14-15	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.30	1.20	1.50	0.0090	0.01	3.88	-0.30	1.83	1.82
15-16	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.80	0.20	1.00	0.0090	0.01	4.18	-0.80	1.02	1.01
16-17	0.10	20	20	0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	4.98	0.00	1.01	1.00

Tubo	Conexão inicial	Pressões (m.c.a.)	Operações
		Estática inicial 1.66	<input type="checkbox"/> Aplicar modificações
		Perda de carga 0.66	<input checked="" type="checkbox"/> Gerar planilha
		Dinâmica disponível 1.00	OK
		Mínima necessária 1.00	Ajuda
		Situação: Pressão suficiente	

Fonte: Autor, 2024.

Porém, executando a mesma alteração no Revit, foi obtido uma pressão de 0,82 m.c.a. no ponto do chuveiro 2 com uma perda de carga total de 0,83 m.c.a., como mostra a Figura 64.

Figura 64 - Pressão residual no ponto do chuveiro 2 após mudança de diâmetro do caminho A

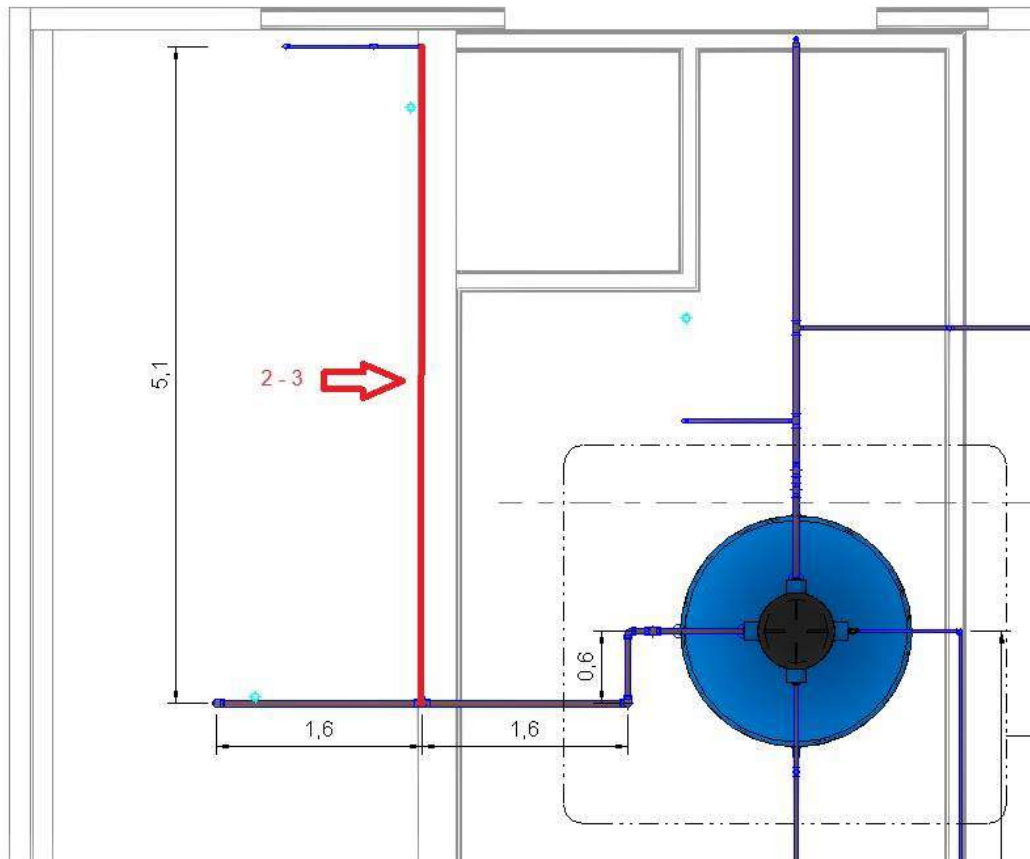
1. Trecho	Pesos	Vel. (m/s)	Perda de Carga Total	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residu
AF					
1-2	3	0,34 m/s	1,103 kPa	0,000 kPa	7,697 kPa
2-3	2,4	0,77 m/s	3,298 kPa	7,697 kPa	4,399 kPa
3-4	0,7	0,41 m/s	0,283 kPa	4,399 kPa	4,116 kPa
4-5	0,7	0,68 m/s	1,810 kPa	4,116 kPa	21,105 kPa
5-6	0,4	0,52 m/s	0,785 kPa	21,105 kPa	20,320 kPa
6-7	0,1	0,26 m/s	1,052 kPa	20,320 kPa	8,268 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Com base na **Figura 64**, é possível notar que a baixa pressão residual no ponto

do chuveiro se deu principalmente pela elevada perda de carga de 0,32 m.c.a. no trecho 2-3, que possui um comprimento de 5,1 metros e apresenta um peso de 2,4 (1,7 da área de serviço e 0,7 do banheiro 2). A **Figura 65** ilustra a localização desse respectivo trecho no projeto.

Figura 65 - Indicação do trecho 2-3 no Revit



Fonte: Autor, 2024.

Dessa forma, como no Revit a pressão não foi suficiente, optou-se por manter o diâmetro de 50 mm do caminho A.

Com relação ao caminho B, o mesmo abastece o banheiro 3 no pavimento superior (coluna AF- 7) e a cozinha no pavimento térreo (coluna AF -5). Assim, foi simulado as pressões para o ponto do chuveiro 3, pois, caso a pressão for suficiente nesse ponto, também será nos pontos de utilização da cozinha.

Repetindo então o mesmo procedimento para o caminho B, foi obtido uma pressão de 1,27 m.c.a. com uma perda de carga de 0,39 m.c.a. no QiBuilder, como é indicado em vermelho na parte inferior da **Figura 66**.

Figura 66 - Simulador de pressões para o caminho B para o ponto do chuveiro 3

Trecho	Vazão (l/s)	Tubo	ρ (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	Lequiv. (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	P. inicial (m.c.a.)	P. final (m.c.a.)
1-2	0.54	50 mm 40	40	0.43	0.45	0.00	0.45	0.0062	0.00	6.64	0.00	0.00	0.00
2-3	0.54	50 mm 40	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.88	0.85
3-4	0.54	50 mm 40	40	0.43	0.19	3.20	3.39	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.85	0.83
4-5	0.54	50 mm 40	40	0.43	0.19	0.70	0.89	0.0062	0.01	5.76	0.00	0.83	0.83
5-6	0.47	50 mm 40	40	0.38	0.68	2.20	2.88	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.83	0.81
6-7	0.37	50 mm 40	40	0.29	1.20	7.30	8.50	0.0032	0.03	5.76	0.00	0.81	0.78
7-8	0.25	25 mm 20	20	0.80	0.00	7.30	7.30	0.0442	0.01	5.76	0.00	0.78	0.77
8-9	0.25	25 mm 20	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.85	1.75
9-10	0.25	25 mm 20	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.55	2.51
10-11	0.19	25 mm 20	20	0.60	0.64	2.40	3.04	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.51	2.42
11-12	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.95	0.80	1.75	0.0090	0.02	3.88	0.00	2.42	2.41
12-13	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.30	1.20	1.50	0.0090	0.01	3.88	-0.30	2.11	2.09
13-14	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.80	0.20	1.00	0.0090	0.01	4.38	-0.80	1.29	1.29
14-15	0.10	25 mm 20	20	0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	4.98	0.00	1.29	1.27

Tubo

Conexão inicial

Pressões (m.c.a.)

Estática inicial: 1.66

Perda de carga: 0.39

Dinâmica disponível: 1.27

Mínima necessária: 1.00

Situação: Pressão suficiente

Operações

Aplicar modificações

Gerar planilha

OK

Ajuda

Fonte: Autor, 2024.

Já no Revit, foi obtido uma pressão de 1,02 m.c.a. com uma perda de carga total de 0,63 m.c.a., como mostra a **Figura 67**. Portanto, como a pressão foi suficiente tanto no QiBuilder quanto no Revit, realizou-se a troca de diâmetro das tubulações ao longo do caminho B para 25 mm.

Figura 67 - Pressão residual no ponto do chuveiro 3 após mudança de diâmetro do caminho B

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponível	1. Pressão Disponível Residual
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
0,078 kPa	0,00	8,093 kPa	8,015 kPa
1,876 kPa	0,00	8,015 kPa	6,139 kPa
1,813 kPa	1,88	6,139 kPa	23,127 kPa
0,797 kPa	0,00	23,127 kPa	22,330 kPa
1,057 kPa	-1,10	22,330 kPa	10,273 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Por fim, tem –se o caminho C que abastece o banheiro 1 no pavimento térreo (coluna AF -3). Dessa forma, simulou-se as pressões para o ponto do chuveiro 1, por ser o ponto mais alto do ambiente em questão. No QiBuilder, foi obtido 4,09 m.c.a. de pressão disponível e 0,45 m.c.a. de perda de carga, como mostra a **Figura 68**.

Figura 68 - Simulador de pressões para o caminho C para o ponto do chuveiro 1

Simulador de pressões													
Trecho	Vazão (l/s)	Tubo	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	L equiv. (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	P. inicial (m.c.a.)	P. final (m.c.a.)
1-2	0.54	50 mm	40	0.43	0.45	0.00	0.45	0.0062	0.00	6.64	0.00	0.00	0.00
2-3	0.54	50 mm	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.88	0.85
3-4	0.54	50 mm	40	0.43	0.19	3.20	3.39	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.85	0.83
4-5	0.54	50 mm	40	0.43	0.19	0.70	0.89	0.0062	0.01	5.76	0.00	0.83	0.83
5-6	0.25	25 mm	20	0.80	0.86	7.30	8.16	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.83	0.77
6-7	0.25	25 mm	20	0.80	0.00	0.06	0.06	0.0442	0.00	5.76	0.00	0.77	0.77
7-8	0.25	25 mm	20	0.80	2.88	0.01	2.89	0.0442	0.13	5.76	2.88	3.65	3.52
8-9	0.25	25 mm	20	0.80	1.08	0.01	1.09	0.0442	0.05	2.88	1.08	4.60	4.56
9-10	0.25	25 mm	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	1.80	0.80	5.36	5.31
10-11	0.19	25 mm	20	0.60	0.26	2.40	2.66	0.0272	0.07	1.00	0.00	5.31	5.24
11-12	0.10	25 mm	20	0.32	1.01	0.80	1.81	0.0090	0.02	1.00	0.00	5.24	5.22
12-13	0.10	25 mm	20	0.32	0.30	1.20	1.50	0.0090	0.01	1.00	-0.30	4.92	4.91
13-14	0.10	25 mm	20	0.32	0.80	0.20	1.00	0.0090	0.01	1.30	-0.80	4.11	4.10
14-15	0.10	20		0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	2.10	0.00	4.10	4.09

Tubo	Conexão inicial	Pressões (m.c.a.)	Operações
		Estática inicial: 4.54	<input type="checkbox"/> Aplicar modificações
		Perda de carga: 0.45	<input checked="" type="checkbox"/> Gerar planilha
		Dinâmica disponível: 4.09	<input type="button" value="OK"/>
		Mínima necessária: 1.00	<input type="button" value="Ajuda"/>
		Situação: Pressão suficiente	

Fonte: Autor, 2024.

Aplicando as mesmas configurações do caminho C no Revit, foi obtido uma pressão residual de 3,93 m.c.a. e uma perda de carga total de 0,60 m.c.a., como é possível observar na **Figura 69**.

Figura 69 - Pressão residual no ponto do chuveiro 1 após mudança de diâmetro do caminho C

Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponível	1. Pressão Disponível Residual
0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
0,104 kPa	0,00	8,333 kPa	8,230 kPa
0,825 kPa	0,00	8,230 kPa	7,405 kPa
2,849 kPa	4,80	7,405 kPa	52,576 kPa
0,723 kPa	0,00	52,576 kPa	51,853 kPa
1,064 kPa	-1,14	51,853 kPa	39,369 kPa

Fonte: Autor, 2024.

Portanto, como a pressão foi suficiente em ambos os programas, a troca do diâmetro 50 mm para o diâmetro de 25 mm para o caminho C foi consolidada.

4.4.2 Instalações de Esgoto Sanitário

Como o QiBuilder e o Revit apresentam formas distintas de verificações do esgoto sanitário, primeiramente será abordado o método pelo Revit e, depois, o método pelo QiBuilder.

- **REVIT 2024**

A partir dos parâmetros inseridos para cada aparelho sanitário, o Revit realiza a soma automaticamente dos UHC ao longo do sistema de esgoto. Dessa forma, consultando as tabelas de dimensionamento apresentadas no capítulo 3.3.2 e verificando os ramais de esgoto, tubos de queda, subcoletores e coletores, ramais de ventilação e colunas de ventilação, foram obtidos os seguintes resultados:

a) Ramais de Esgoto

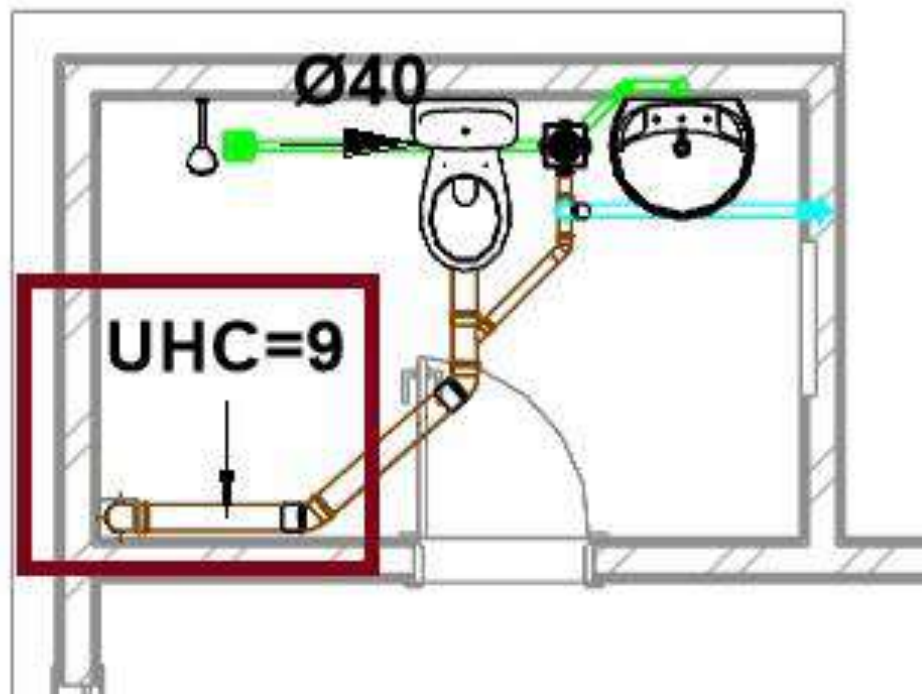
Todos os ramais de esgoto do projeto foram executados com uma tubulação de 100 mm, com exceção da área de serviço, que foi utilizado um ramal de 50 mm.

De acordo com a Tabela 4, ramais de esgoto com diâmetro de 100 mm

permitem um número máximo de UHC de 160. Já para ramais com diâmetro de 50 mm toleram um número máximo de UHC de 6.

Analisando o projeto, tem-se que os ramais de esgoto que apresentam o maior número de UHC do sistema são os ramais dos banheiros, que recebem 9 UHC (6 UHC bacia sanitária, 1 UHC lavatório e 2 UHC chuveiro) cada um. A **Figura 70** ilustra a indicação da quantidade de UHC do ramal de esgoto do banheiro 2, localizado no pavimento superior.

Figura 70 - Indicação do UHC do ramal de esgoto do banheiro 2

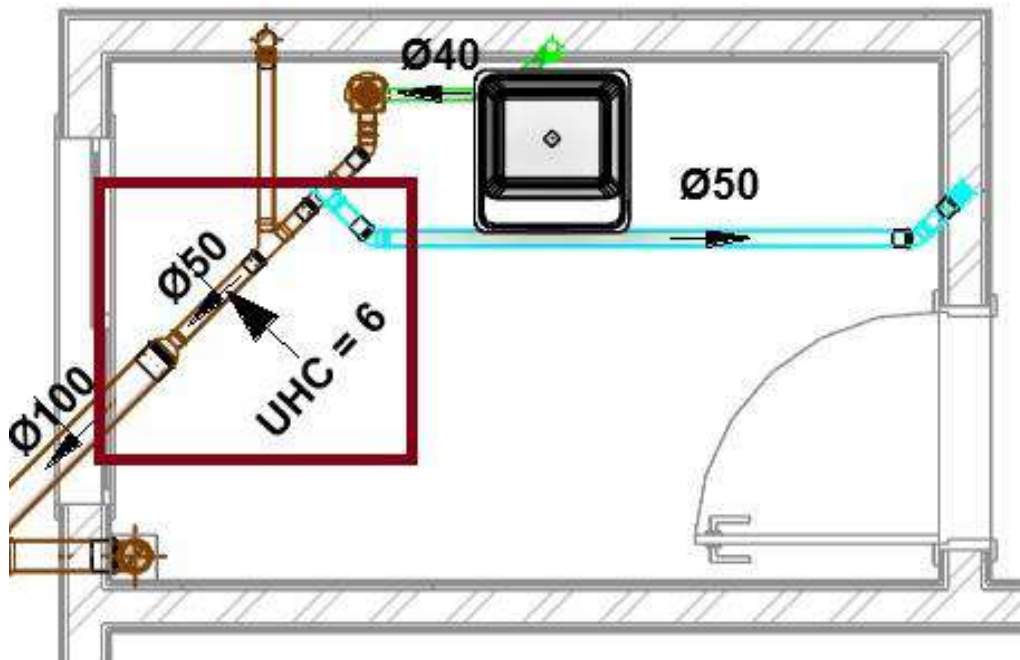


Fonte: Autor, 2024.

Como é possível visualizar na figura, o ramal de esgoto em questão possui um UHC de 9. Logo, de acordo com a **Tabela 4**, o diâmetro de 100 mm é suficiente, não só para esse ramal em questão, mas como também para os outros ramais que utilizam uma tubulação de 100 mm, como é o caso do banheiro 1, banheiro 3 e do lavabo.

Com relação ao ramal de esgoto da área de serviço, o mesmo recebe 6 UHC (3 UHC da máquina de lavar e 3 UHC do tanque de lavar), como indica a **Figura 71**.

Figura 71 - Indicação do UHC do ramal de esgoto da área de serviço



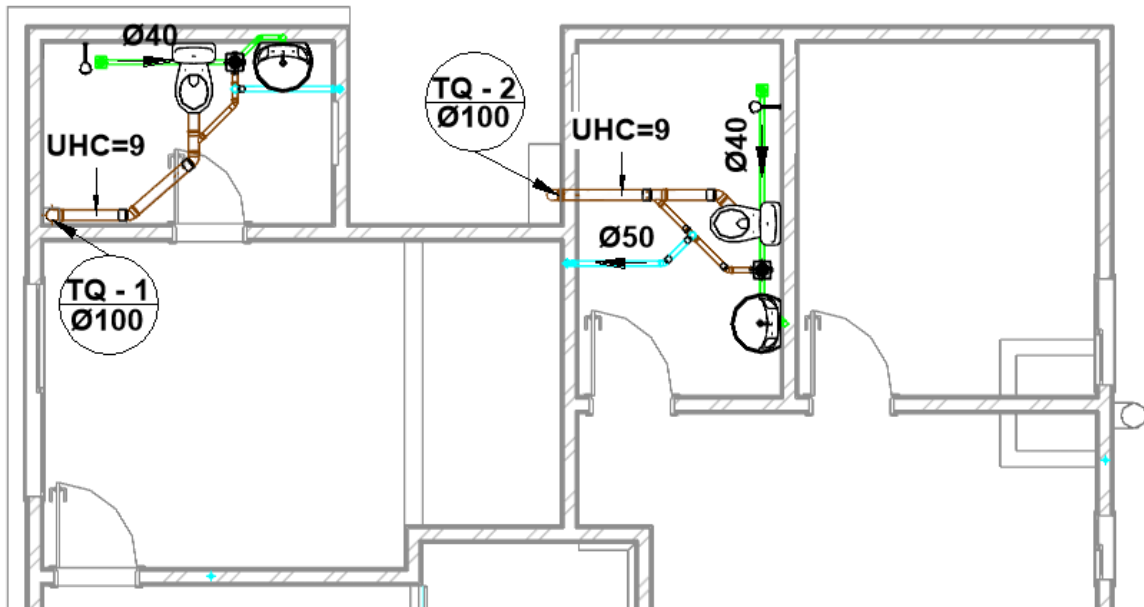
Fonte: Autor, 2024.

Portanto, o ramal em questão apresenta exatamente o número máximo de 6 UHC que é permitido para uma tubulação com diâmetro de 50 mm, logo, é suficiente para o sistema.

b) Tubos de Queda

Para atender os banheiros 2 e 3 que estão localizados no pavimento superior, foram executados os tubos de queda TQ – 1 (banheiro 2) e TQ – 2 (banheiro 3), ambos com um diâmetro de 100 mm, com o objetivo de levar os afluentes provenientes de cada um desses ambientes até uma caixa de inspeção no pavimento térreo. A **Figura 72** apresenta o esquema sanitário do pavimento superior com a indicação dos tubos de queda.

Figura 72 - Esquema sanitário do pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

De acordo com a **Tabela 5**, para uma edificação de até três pavimentos e utilizando um tubo com diâmetro de 100 mm, é permitido um número máximo de 240 UHC.

Como é possível observar através da figura, ambos os tubos de queda estão recebendo 9 UHC cada um, logo, a tubulação de 100 mm é suficiente para o sistema.

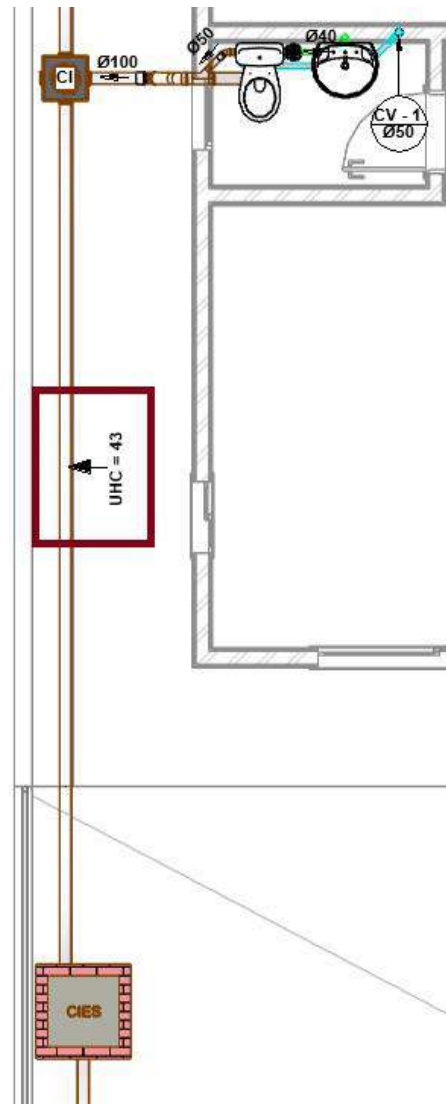
c) Subcoletores e Coletores Prediais

Tanto os subcoletores quanto o coletor predial foram projetados com um diâmetro de 100 mm e com uma inclinação de 1%.

Conforme a **Tabela 6**, para uma tubulação com diâmetro de 100 mm e com uma inclinação de 1% é permitido um número máximo de UHC de 180.

Analisando o projeto, tem-se que o coletor predial é a tubulação que apresenta o maior número de UHC, por ser o que recebe todos os afluentes do sistema e destina para a aparelhagem pública de saneamento. A **Figura 73** mostra o coletor predial localizado na parte frontal da edificação.

Figura 73 - Indicação do UHC do coletor predial da edificação



Fonte: Autor, 2024.

Como é possível observar, o coletor predial apresentou 43 UHC provenientes de todos os aparelhos sanitários da residência. Portanto, considerando o número máximo de 180 permitido para uma tubulação de 100 mm, é suficiente para o sistema.

d) Ramais de Ventilação

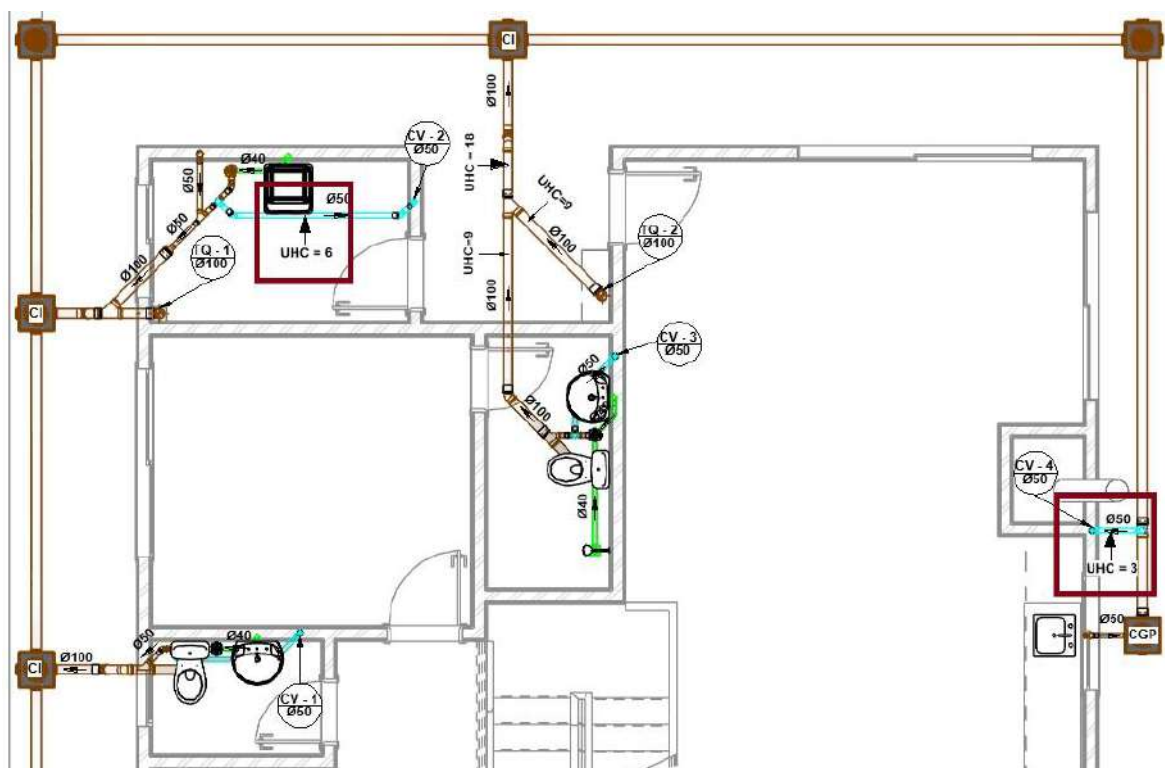
Todos os ramais de ventilação foram realizados com uma tubulação de 50 mm de diâmetro.

De acordo com a **Tabela 7**, para o grupo de aparelhos que não possuem o vaso sanitário e que utilizam um tubo com 50 mm, é permitido um número máximo de 18

UHC. Já para o grupo de aparelhos que possuem a bacia sanitária é tolerado um número máximo de 17 UHC.

Considerando o primeiro grupo, que não possui bacia sanitária, tem-se a área de serviço que dispõe de 6 UHC (3 UHC da máquina de lavar e 3 UHC do tanque de lavar) e a cozinha que dispõe de 3 UHC (pia). Portanto, ambos os ramais de ventilação de 50 mm são suficientes para esses ambientes. A **Figura 74** apresenta a indicação do número de UHC dos ramais de ventilação para a área de serviço e para a cozinha.

Figura 74 - Indicação do UHC dos ramais de ventilação da área de serviço e da cozinha



Fonte: Autor, 2024.

Com relação ao segundo grupo, que possui bacia sanitária, tem-se os banheiros e o lavabo. Todos os banheiros dispõem de 9 UHC cada (6 UHC do vaso sanitário, 2 UHC do chuveiro e 1 UHC do lavatório). Já o lavabo contém 7 UHC (6 UHC do vaso sanitário e 1 UHC do lavatório). Portanto, como o número máximo permitido para este grupo com bacia sanitária é de 17 UHC, conclui-se que os ramais de ventilação com diâmetro de 50 mm são suficientes para os banheiros e para o lavabo.

e) Colunas de Ventilação

Assim como os ramais de ventilação as colunas também foram projetadas com um diâmetro de 50 mm. No total, foram realizadas 4 colunas de ventilação:

- CV – 1: lavabo – 7 UHC;
- CV – 2: área de serviço e banheiro 2 – 15 UHC;
- CV – 3: banheiro 1 e banheiro 3 – 18 UHC;
- CV – 4: cozinha/área gourmet – 3 UHC.

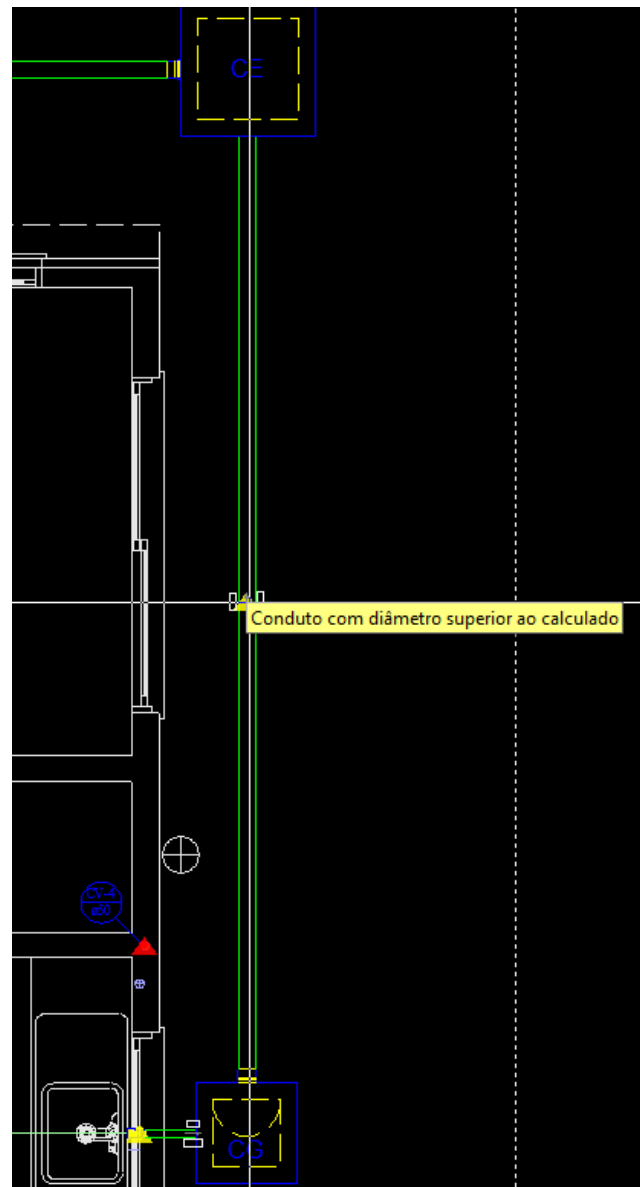
Consultando a tabela de dimensionamento das colunas de ventilação, explicitada no **Anexo 1**, observa-se que para ramais de esgoto com diâmetro de 100 mm e com um número máximo de 43 UHC é permitido utilizar uma coluna de ventilação de 50 mm desde que esta não ultrapasse uma altura de 11 metros. Como nenhuma das 4 colunas ultrapassam esse valor, logo, todas são suficientes e atendem o sistema.

• QIBUILDER 2013

Ao acionar a função “Verificar diâmetros” no pavimento térreo, o programa indicou 3 avisos no projeto.

O primeiro aviso, foi referente a tubulação de 100 mm entre a caixa de gordura e a caixa de inspeção, localizadas do lado externo da edificação. De acordo com o QiBuilder, essa tubulação estava com um diâmetro superior ao necessário, como mostra a **Figura 75**.

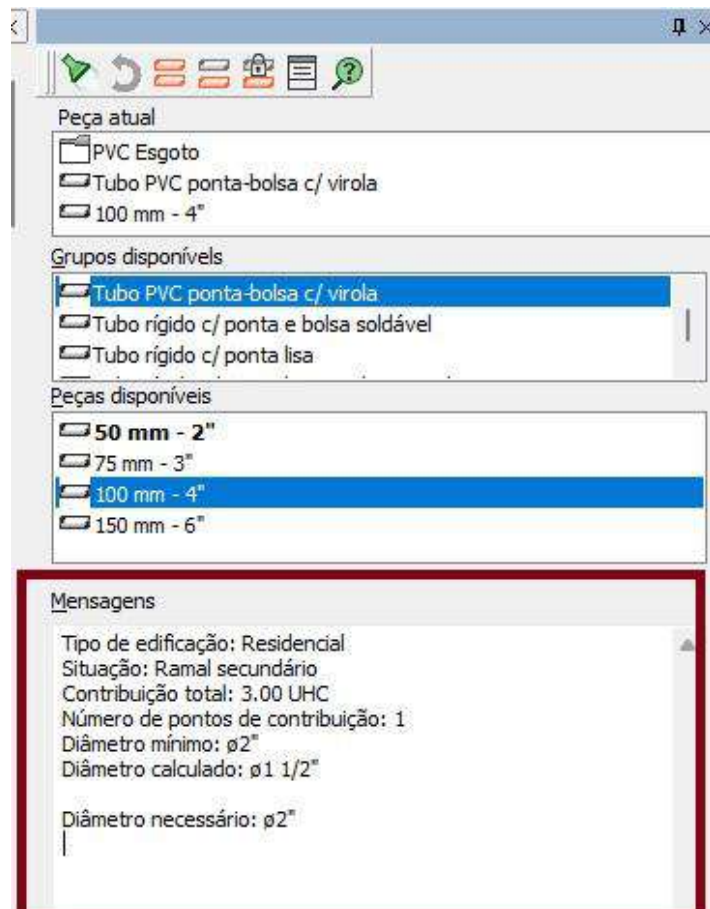
Figura 75 - Indicação do aviso para a tubulação entre a caixa de gordura e a caixa de inspeção



Fonte: Autor, 2024.

Para esse respectivo trecho, o programa indica que o diâmetro calculado é de 40 mm mas que o diâmetro mínimo é de 50 mm. Assim, sugere que o diâmetro necessário é de 50 mm. Portanto, a fim de padronizar os tubos subcoletores, optou-se por manter o diâmetro de 100 mm para esta tubulação. A **Figura 76** mostra as informações apresentadas no painel de indicações para o aviso 1.

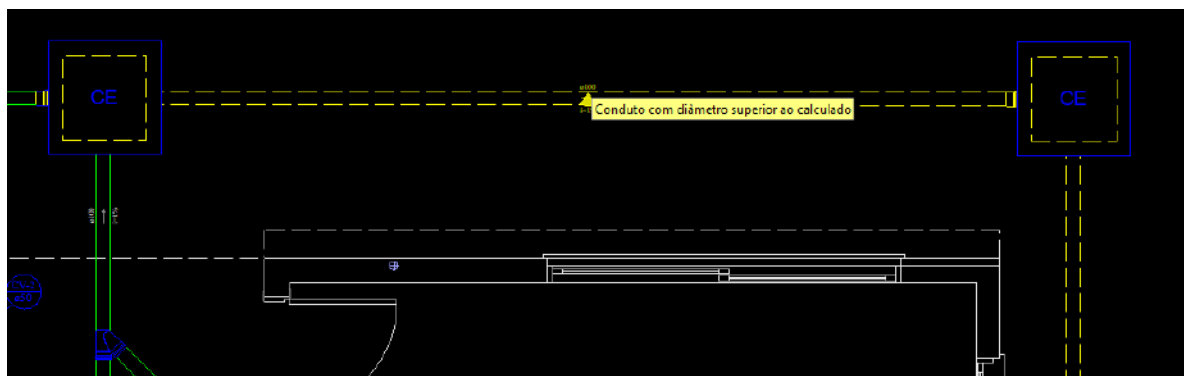
Figura 76 - Painel de indicações para o trecho entre a caixa de gordura e a caixa de inspeções



Fonte: Autor, 2024.

O segundo aviso foi referente a um subcoletor com diâmetro de 100 mm entre duas caixas de inspeção, localizadas na parte de trás da edificação. De acordo com o *software*, esta tubulação também estaria com um diâmetro superior ao necessário, como ilustra a **Figura 77**.

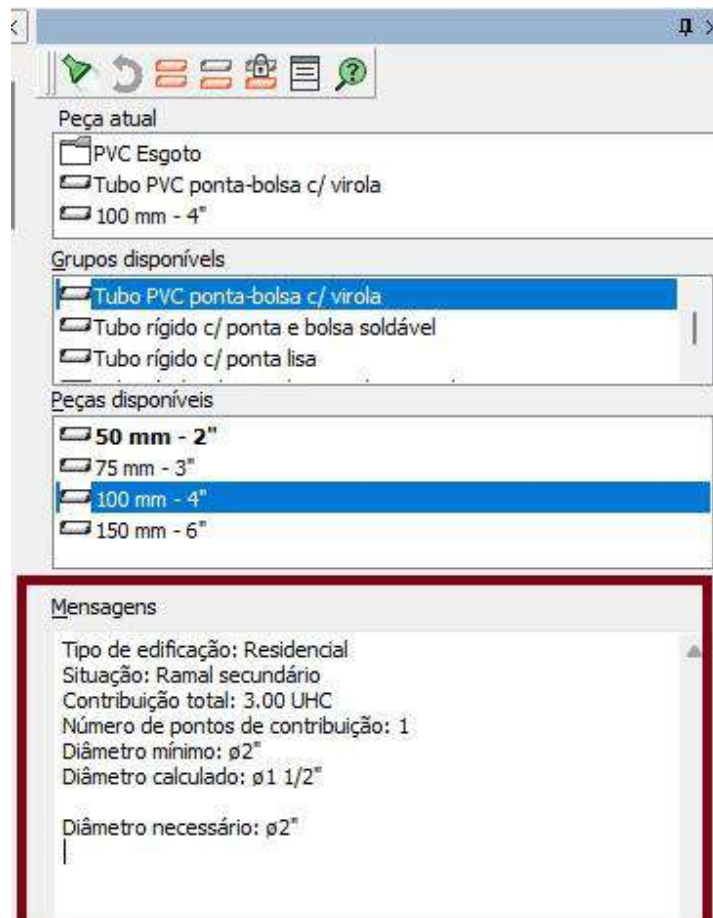
Figura 77 - Indicação do aviso para o subcoletor localizado entre duas caixas de inspeção



Fonte: Autor, 2024.

Da mesma maneira que o aviso 1, o painel indicou que o diâmetro calculado foi de 40 mm, porém que o diâmetro mínimo teria que ser 50 mm. Sugeriu então que o diâmetro necessário seria de 50 mm, porém, optou-se por manter o diâmetro da tubulação em 100 mm. A **Figura 78** expõe as informações apresentadas no painel de indicações para o aviso 2.

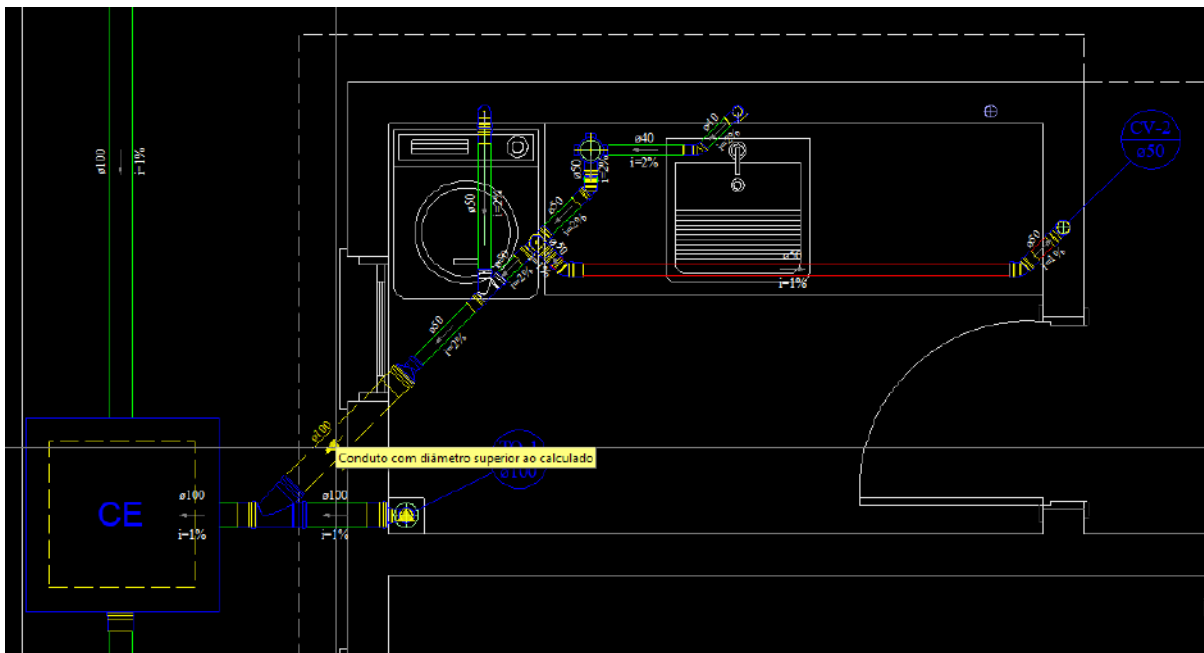
Figura 78 - Painel de indicações para o subcoletor entre as duas caixas de inspeção



Fonte: Autor, 2024.

Por fim, o programa alertou que havia um tubo de 100 mm na área de serviço estava com um diâmetro superior ao necessário, como mostra a **Figura 79**.

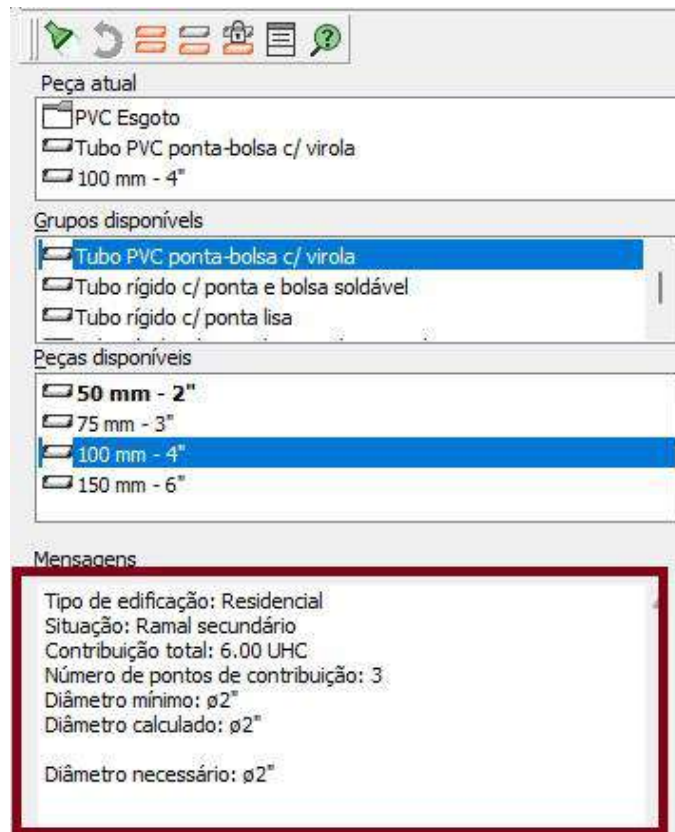
Figura 79 - Indicação do aviso para o tubo de 100 mm localizado na área de serviço



Fonte: Autor, 2024.

Segundo o QiBuilder, o diâmetro calculado e necessário para essa tubulação deveria ser de 50 mm, já que se poderia realizar a ligação do tubo de 50 mm derivado da caixa sifonada diretamente no tubo de queda, utilizando uma junção 45° de redução de 100 mm x 50 mm. Porém, não foi possível realizar esta conexão no Revit, assim, optou-se por manter o esquema apresentado. A **Figura 80** mostra as informações apresentadas no painel de indicações para o aviso 3.

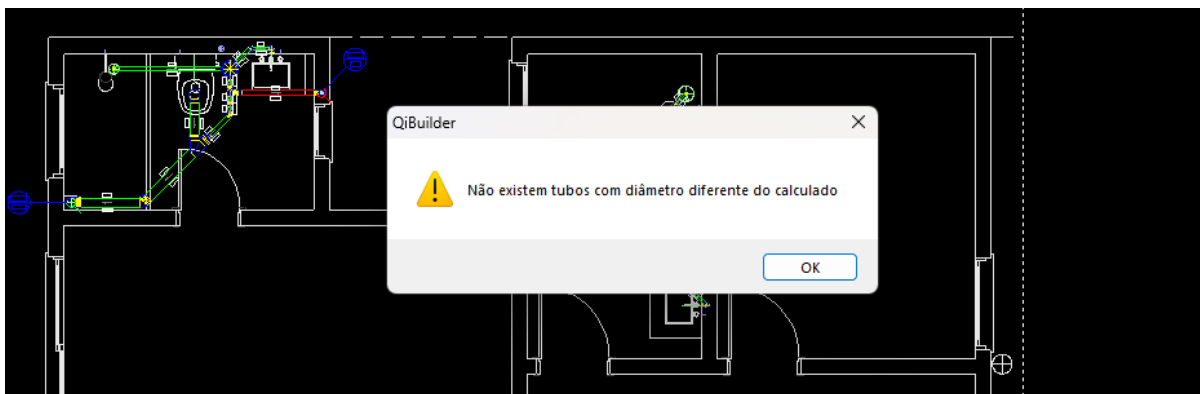
Figura 80 - Painel de indicações para o tubo de 100 mm localizado na área de serviço



Fonte: Autor, 2024.

Com relação ao pavimento superior, ao acionar a função “Verificar diâmetros” o programa avisou que todas as tubulações estavam projetadas conforme os cálculos realizados, como mostra a **Figura 81**.

Figura 81 - Aviso da função “Verificar diâmetros” para o pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROGRAMAS

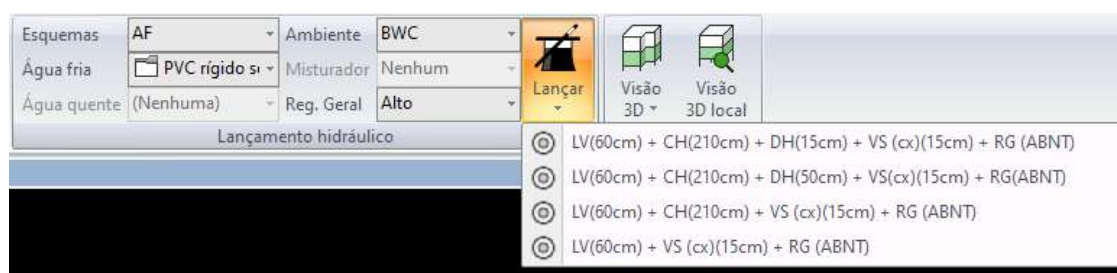
Tendo sido feitas todas as verificações de dimensionamento para as instalações de água fria e de esgoto sanitário, realizou-se a análise comparativa entre o Revit 2024 e o QiBuilder 2013, buscando comparar a eficiência dos programas sob duas óticas principais: concepção do projeto e dimensionamento dos sistemas.

4.5.1 Água Fria

A. Concepção do projeto

Com relação à execução do traçado do sistema de água fria, o QiBuilder se mostrou consideravelmente mais eficiente que o Revit (sem a utilização de ferramentas de programação visual), pois, com ele, é possível realizar o lançamento automático das instalações de água fria de todos os ambientes através da função “Lançar”, disponível na aba “Lançamento hidráulico”, como mostra a **Figura 82**.

Figura 82 - Função “Lançar” no QiBuilder



Fonte: Autor, 2024.

Essa função permite determinar qual ambiente será projetado e, em seguida, sugere esquemas pré-definidos de lançamento, que agilizam significativamente todo o processo de concepção do projeto. No Revit, o lançamento deve ser feito de maneira manual, inserindo individualmente cada ponto de utilização e realizando a interligação dos mesmos com o reservatório. Esse processo acaba tornando a concepção do projeto menos eficiente e mais trabalhosa.

Outro ponto a ser destacado é a respeito do quantitativo de materiais. Ambos os programas apresentam tabelas quantitativas de materiais, porém, no QiBuilder é

possível obter uma tabela quantitativa individual por ambiente, o que facilitaria o trabalho do construtor no momento em que fosse montar a instalação hidráulica de um determinado cômodo. Por outro lado, no Revit, é apresentado apenas uma tabela geral de todos os materiais hidráulicos utilizados.

B. Dimensionamento

No que diz respeito ao dimensionamento do sistema, o QiBuilder se mostrou mais eficiente que o Revit (sem a utilização de ferramentas de programação visual) em todos os aspectos considerados.

Comparando primeiramente as funcionalidades de dimensionamento de ambos os programas, tem-se que com o QiBuilder é possível analisar a pressão de uma forma individualizada de qualquer coluna de água fria e ponto de utilização do sistema através da função “Planilha de pressões”. Além disso, caso a pressão em determinado ponto seja insuficiente, o programa permite alterar o diâmetro dos trechos considerados para verificar se a pressão será atendida, através da função “Simulador de pressões”. Já no Revit, para determinar a pressão em determinado ponto de utilização, deve-se selecionar manualmente todo o caminho desde o reservatório até o determinado ponto em questão. Isso torna a verificação da pressão de todo o sistema mais trabalhosa e menos eficiente.

Com relação a apresentação dos resultados, o QiBuidler fornece um relatório bem mais completo em informações e mais organizado. Nele, é possível observar todas as informações referentes aos trechos do ponto de utilização ou coluna considerada, apresentando desde a vazão até a pressão disponível em cada trecho. Informa também a perda de carga final ao longo de toda a tubulação e a pressão final disponível, indicando se a mesma é suficiente ou insuficiente para o sistema. Além disso, apresenta uma tabela quantitativa de materiais do respectivo trecho que está sendo verificado. Já no Revit, é fornecido apenas uma tabela de dimensionamento que contém todas as informações necessárias para a verificação do dimensionamento desde a vazão até a pressão final residual de cada trecho, porém, não informa a perda de carga total ao longo da tubulação e não indica se a pressão final residual é suficiente ou insuficiente para o sistema.

Comparando os resultados das pressões e perdas de carga obtidos no Revit e

QiBuilder para os pontos de utilização mais críticos de cada ambiente, explicitados na **Tabela 10**, nota-se que os valores de pressão e perdas de carga não foram iguais, mas ficaram consideravelmente próximos, demonstrando que ambos os programas possuem um dimensionamento coerente. Essa pequena diferença entre os valores obtidos pode ter sido ocasionada, principalmente, pelos parâmetros que são inseridos nas peças, acessórios e tubulações, os quais podem variar entre os dois programas. No QiBuilder, esses parâmetros são automaticamente atribuídos a todas os acessórios e conexões, sem possibilidade de modificação. Já no Revit, para realização dos cálculos, é necessário inserir manualmente todos os parâmetros de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020). Dessa forma, caso o operador do programa não esteja familiarizado com os requisitos e valores normativos, pode-se ocasionar um dimensionamento impreciso contendo erros de cálculos que poderão afetar consideravelmente o desempenho do sistema.

4.5.2 Esgoto Sanitário

A. Concepção do projeto

A execução do traçado do sistema de esgoto no QiBuilder se mostrou mais eficiente que no Revit (sem a utilização de ferramentas de programação visual), pois, com ele, também é possível realizar o lançamento automático de todo o sistema de esgoto, através da função “Lançar”, o que permitiu que o projeto fosse concebido muito mais rapidamente. Por outro lado, no Revit todo o lançamento foi executado de maneira manual, tornando a realização do sistema de esgoto menos produtivo e mais trabalhosa que o QiBuilder.

Além disso, assim como o sistema de água fria, o QiBuilder disponibiliza o quantitativo de materiais individualizado por ambiente, além do quantitativo geral de materiais. Em contrapartida, o Revit fornece apenas o quantitativo geral de conexões, acessórios e tubulações do sistema.

B. Dimensionamento

No que se refere ao dimensionamento das instalações de esgoto sanitário, com o QiBuilder foi possível realizar a verificação de diâmetros de todo o sistema através da função “Verificar diâmetros”. Essa função permitiu identificar se alguma tubulação ou coluna não estava de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999) ou se estava superdimensionada, exibindo um painel de indicação, informando qual era o trecho considerado, sugerindo modificações de diâmetro e apresentando os cálculos realizados de acordo com a norma. Em contrapartida, o Revit apresentou apenas os UHC automáticos nas tubulações, não mostrando nenhuma indicação ou aviso se algum tubo não estava de acordo com a norma. Assim, foi necessário conferir manualmente todos os diâmetros das tubulações, com base nas tabelas expostas no capítulo 3.3.2.

Portanto, considerando o dimensionamento do esgoto sanitário e pelas informações apresentadas, o QiBuilder se mostrou mais eficiente do que o Revit.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu os objetivos de realizar um estudo comparativo buscando avaliar a eficiência da operabilidade entre os programas QiBuilder 2013 e Revit 2024 na modelagem e no dimensionamento de um projeto hidrossanitário de uma edificação residencial composta por dois pavimentos.

Os resultados obtidos indicam que o QiBuilder se mostrou mais eficiente que o Revit em relação aos critérios de modelagem e dimensionamento avaliados. Tal constatação era esperada, já que o QiBuilder foi desenvolvido propriamente para execução de projetos hidrossanitários utilizando o BIM. Em contrapartida, o Revit, também integrado com a tecnologia BIM, é mais voltado para visualização e compatibilização de projetos, visto que apresenta uma disponibilidade de importação de peças e conexões de diversas marcas no mercado. Além disso, também possibilita alterar as informações dos parâmetros conforme preferência do projetista, o que não é possível no QiBuilder, pois os parâmetros são fixados. Tal possibilidade de alteração dos parâmetros traz mais liberdade para o operador do programa, porém, é importante estar familiarizado com os requisitos e valores normativos vigentes, caso contrário, pode-se incorrer em erros de dimensionamento que poderão afetar negativamente o desempenho das instalações.

Do ponto de vista da modelagem das instalações de água fria e esgoto sanitário, enquanto que no Revit, sem a utilização de ferramentas de programação visual, o processo foi inteiramente manual, o QiBuilder apresentou ferramentas que automatizaram e agilizaram consideravelmente a concepção do projeto, como a função “Lançar” que sugere esquemas pré-definidos de lançamento para todos os cômodos.

No que diz respeito ao dimensionamento dos sistemas, o QiBuilder apresentou ferramentas que possibilitaram uma melhor identificação das inconformidades e verificação dos sistemas, como as funções “Simulador de pressão” para as instalações de água fria e “Verificar diâmetros” para as instalações de esgoto sanitário. Além disso, em comparação com o Revit, forneceu relatórios de dimensionamento mais completos e com informações mais organizadas, o que facilitou para verificação do projeto.

A partir da análise comparativa realizada entre o QiBuilder e o Revit (sem a

utilização de ferramentas de programação visual), este estudo contribui para um entendimento mais aprofundado das capacidades e limitação de cada um desses programas no que se refere a execução de projetos hidrossanitários. Dessa forma, espera-se que este trabalho possa auxiliar os profissionais da engenharia civil na escolha da melhor ferramenta para suas necessidades específicas.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar uma análise comparativa de dimensionamento das instalações de água fria entre o método teórico tradicional, proposto pela NBR 5626 (ABNT, 2020), e os resultados obtidos a partir do QiBuilder, visando verificar se os valores finais de dimensionamento convergem para o mesmo resultado.

REFERÊNCIAS

SILVA, L. A. S.; SILVA, R. C. S.; SILVA, M. A. S. **Inovação tecnológica na construção civil: uma análise da utilização do BIM em projetos de edificações**. Revista de Gestão e Projetos, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/inovacoes-tecnologicas>. Acesso em: 1 fev. 2024.

RUSCHEL, REGINA COELI ET AL. **O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil**. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 7, n. 3, 2013.

MONTEIRO, ANA CAROLINE NOGUEIRA ET AL. **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas**. Revista Campo do Saber, v. 3, n. 1, 2017.

JUNIOR, JOSÉ & SANTOS, JOAB & SANTOS, MATEUS. **Parametric Modeling Using the Bim Methodology for the Process of Pathology Identification in Buildings**, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/370121435_Parametric_Modeling_Using_the_Bim_Methodology_for_the_Process_of_Pathology_Identification_in_Buildings>. Acesso em: 1 fev. 2024.

BUI, NAM & MERSCHBROCK, CHRISTOPH & MUNKVOLD BJORN. **A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries**. *Procedia Engineering*, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311360956_A_Review_of_Building_Information_Modelling_for_Construction_in_Developing_Countries>. Acesso em: 1 fev. 2024.

MORAES, EMERSON AUGUSTO PRIAMO. **Guia Pmbok para gerenciamento de projetos**. In: VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2012.

MONTEIRO, ANA CAROLINE NOGUEIRA ET AL. **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas**. Revista Campo do Saber, v. 3, n. 1, 2017.

FREJ, TATIANA ASFORA; ALENCAR, LUCIANA HAZIN. **Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife**. Production, v. 20, p. 322-334, 2010.

RODRÍGUEZ, MARCO ANTONIO ARANCIBIA ET AL. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**, 2005.

ALGAYER, THIAGO ET AL. **Compatibilização de projetos na construção civil: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos**, 2014.

DOS SANTOS SILVA, JOICE; DE OLIVEIRA BATISTA, TAUANA. **Estudo sobre a compatibilização de projetos na região de Manhuaçu-MG**. Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, n. 5, 2019.

NAKAMURA, JULIANA. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades**, 2011. Disponível em: <<https://iabto.blogspot.com/2015/04/como-compatibilizar-bem-projetos-de.html>>. Acesso em: 04 fev. 2024.

COSTA, EVELINE NUNES. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 84f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

MEIRELES, HYGOR ALVES. **Impactos da aplicação da metodologia BIM no planejamento e gerenciamento de empreendimentos do mercado AEC**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos**

arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.** Rio de Janeiro. 1999.

DE CARVALHO JÚNIOR, ROBERTO. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.** Editora Blucher, 2023.

ARANTES, GERSON ANTONIO LISITA LOPES ET AL. **Modelo de avaliação e lista de verificação para projetos de sistemas hidrossanitários prediais,** 2003.

SACKS, RAFAEL ET AL. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers.** John Wiley & Sons, 2018.

MATOS, CLEITON ROCHA DE. **O uso do BIM na fiscalização de obras públicas.** xv, 116 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

DE ANDRADE, MAX LIRA VERAS X.; RUSCHEL, REGINA COELI. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC.** Gestão & tecnologia de projetos, 2009.

PEREIRA, DAIANE MAIO. **O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis.** Boletim do Gerenciamento, 2020.

CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; MENDES JR., R; SCHEER, S.; FREITAS, M . C. D. **Entendendo BIM.** Curitiba, PR, 2015. Disponível em: <https://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf>. Acesso em: 09 de fev. 2024.

UNITED BIM. **What are BIM Dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D, and 7D BIM Explained**, 2019. Disponível em: <<https://www.united-bim.com/what-are-bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained-definition-benefits/>>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

DARÓS, J. V. **Guia completo: BIM 10D construção industrializada**. Utilizando BIM ,2019. Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>>. Acesso em: 12 de fev. 2024.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide**. Washington D.C., 2008.

NATSPEC, NATIONAL BUILDING SPECIFICATION, BIM AND LOD – BUILDING INFORMATION MODELING AND LEVEL OF DEVELOPMENT. **NATSPEC BIM, NATSPEC BIM Paper 001**. Construction Information Systems Limited, Australia, 2013. Disponível em: <<https://bim.natspec.org/documents/natspec-bim-papers>>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

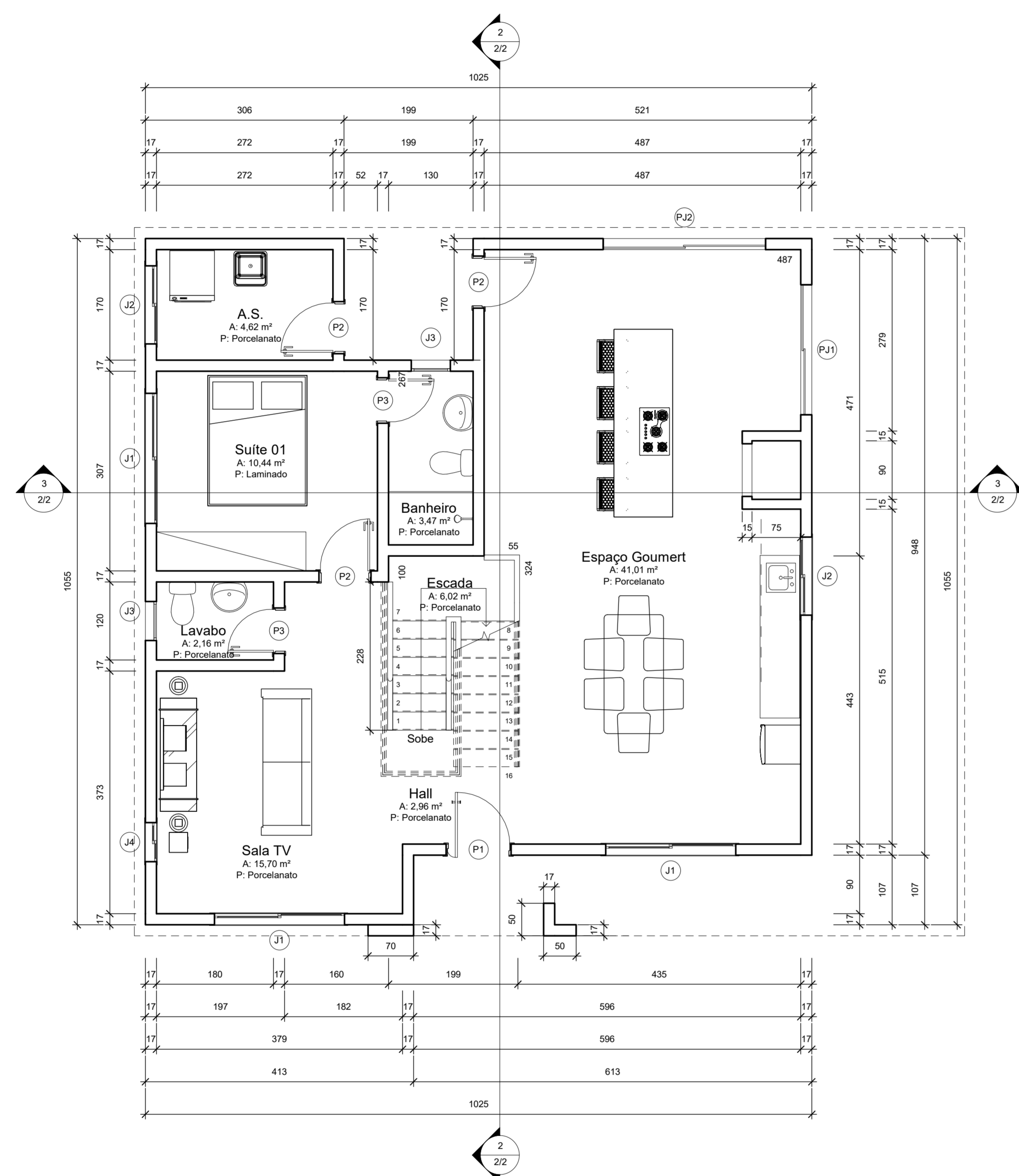
EDITORIAL TEAM. **LOD e LOIN no BIM: o que são e para que servem**. BibLus, 2022. Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>>. Acesso em: 11 de fev. 2024.

SACKS, RAFAEL ET AL. **Manual de BIM-: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Bookman Editora, 2021.

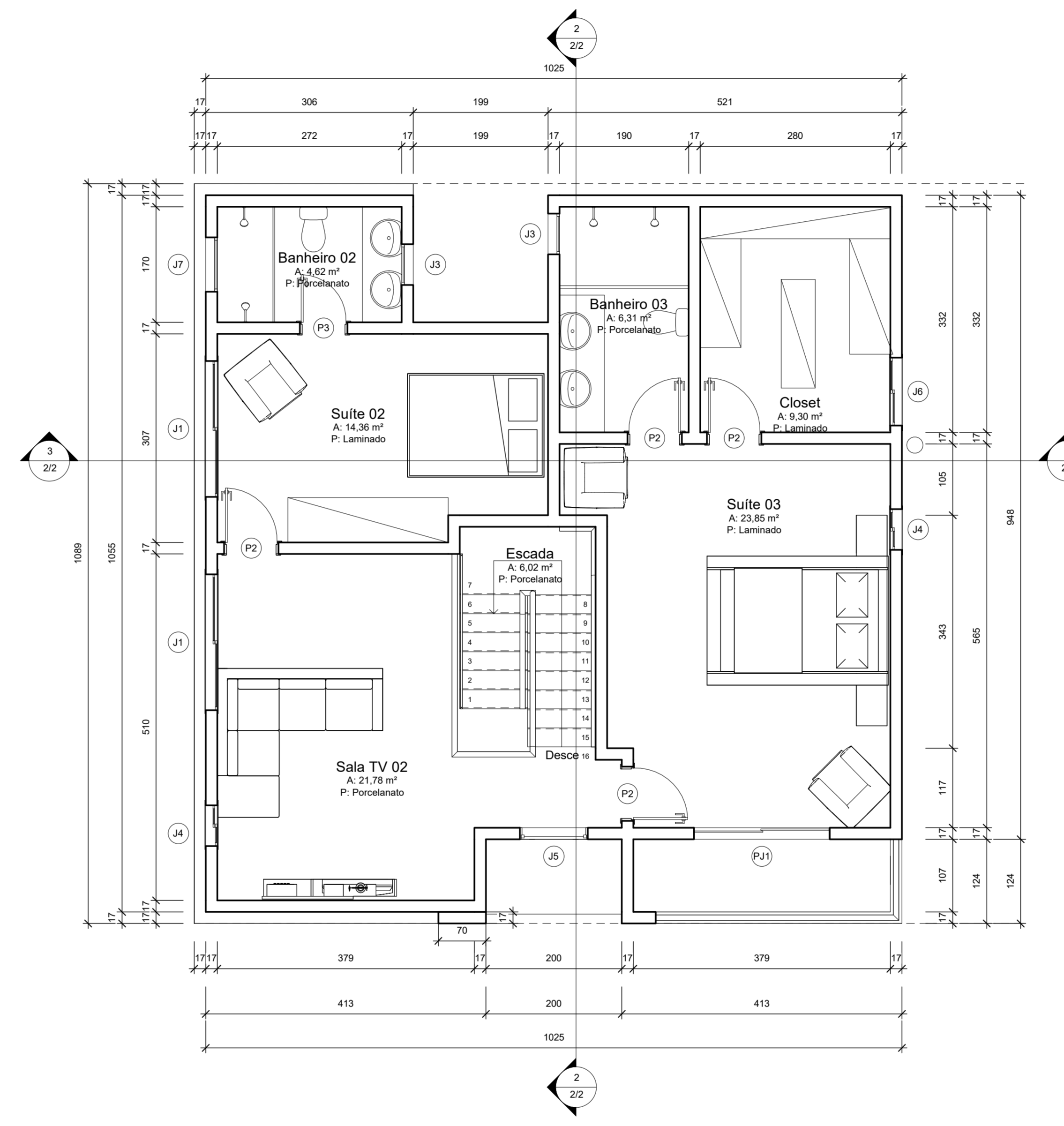
PEREIRA, C. **Dimensionamento de Caixa d'água**. Escola Engenharia, 2014. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/dimensionamento-caixa-dagua/>>. Acesso em: 16 de fev. 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PROJETO ARQUITETÔNICO



1 Térreo
1 : 50



2 Superior
1 : 50

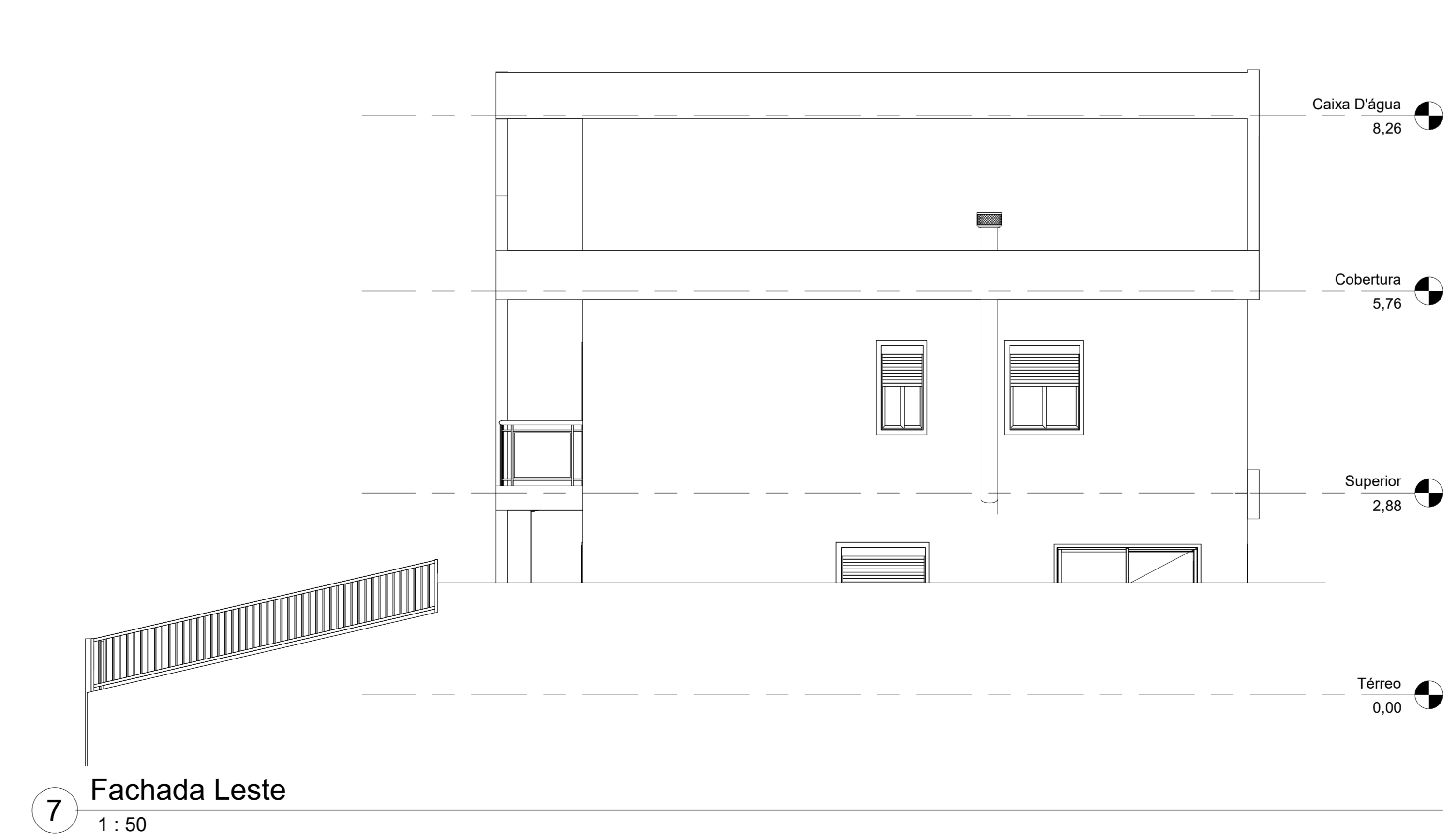
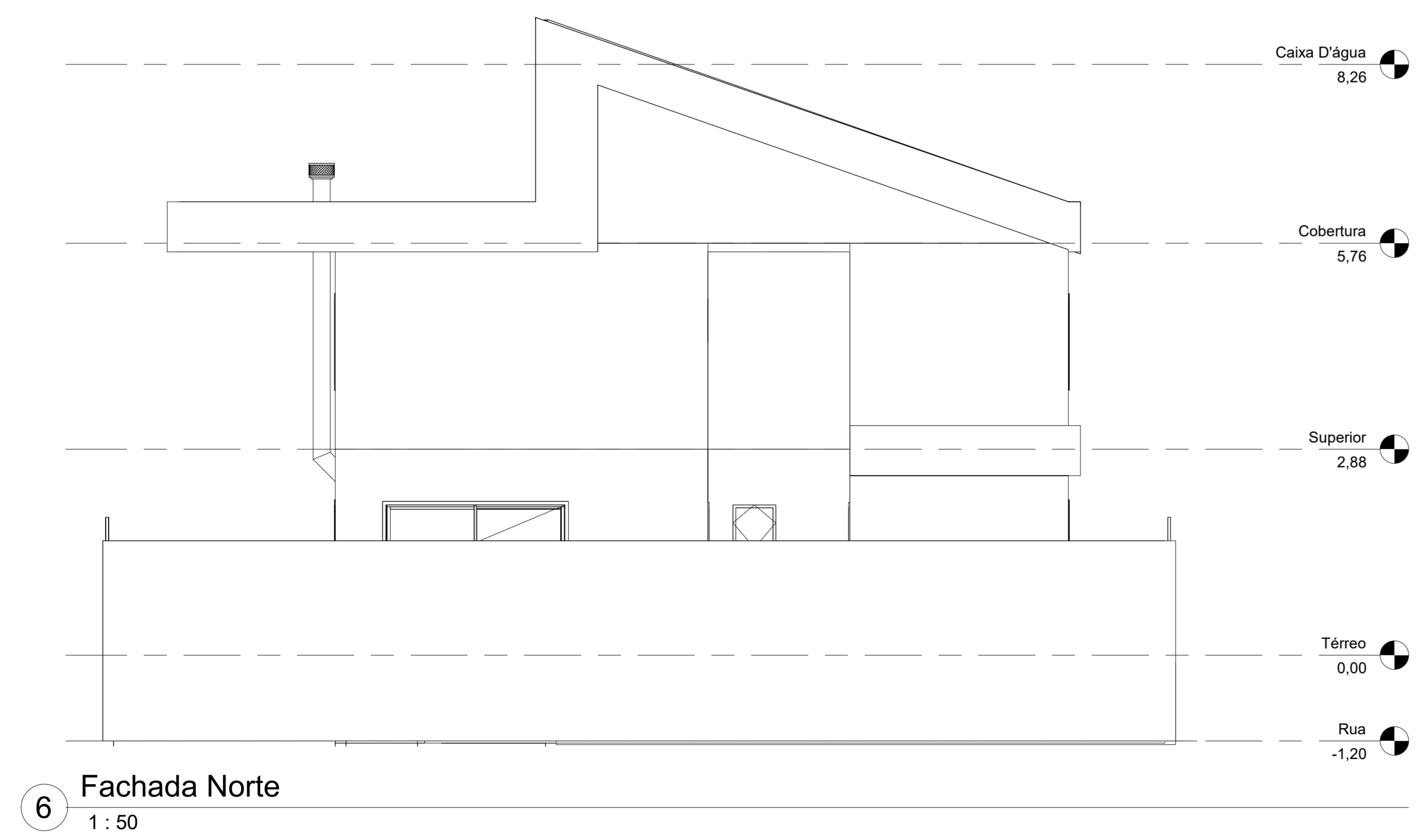
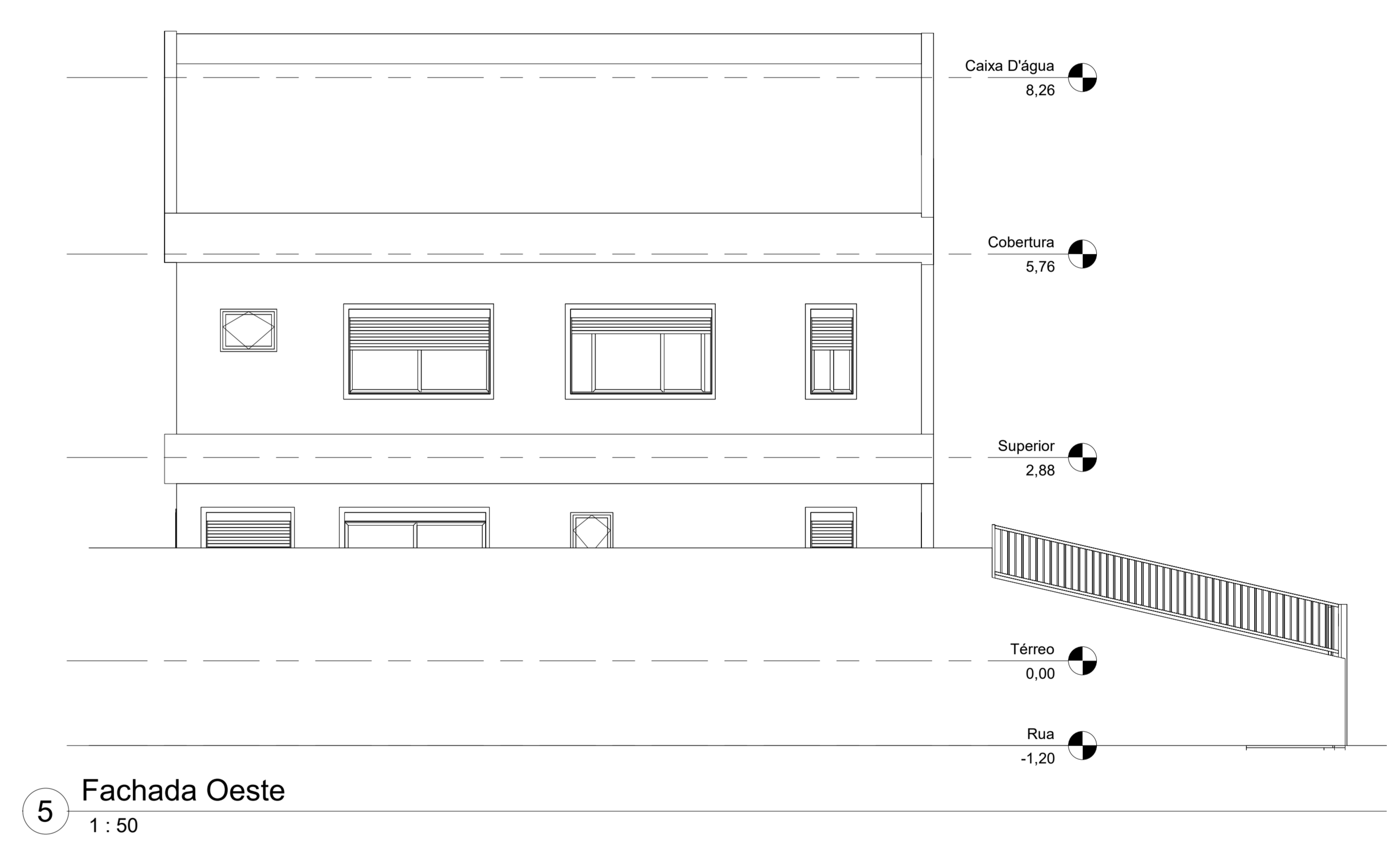
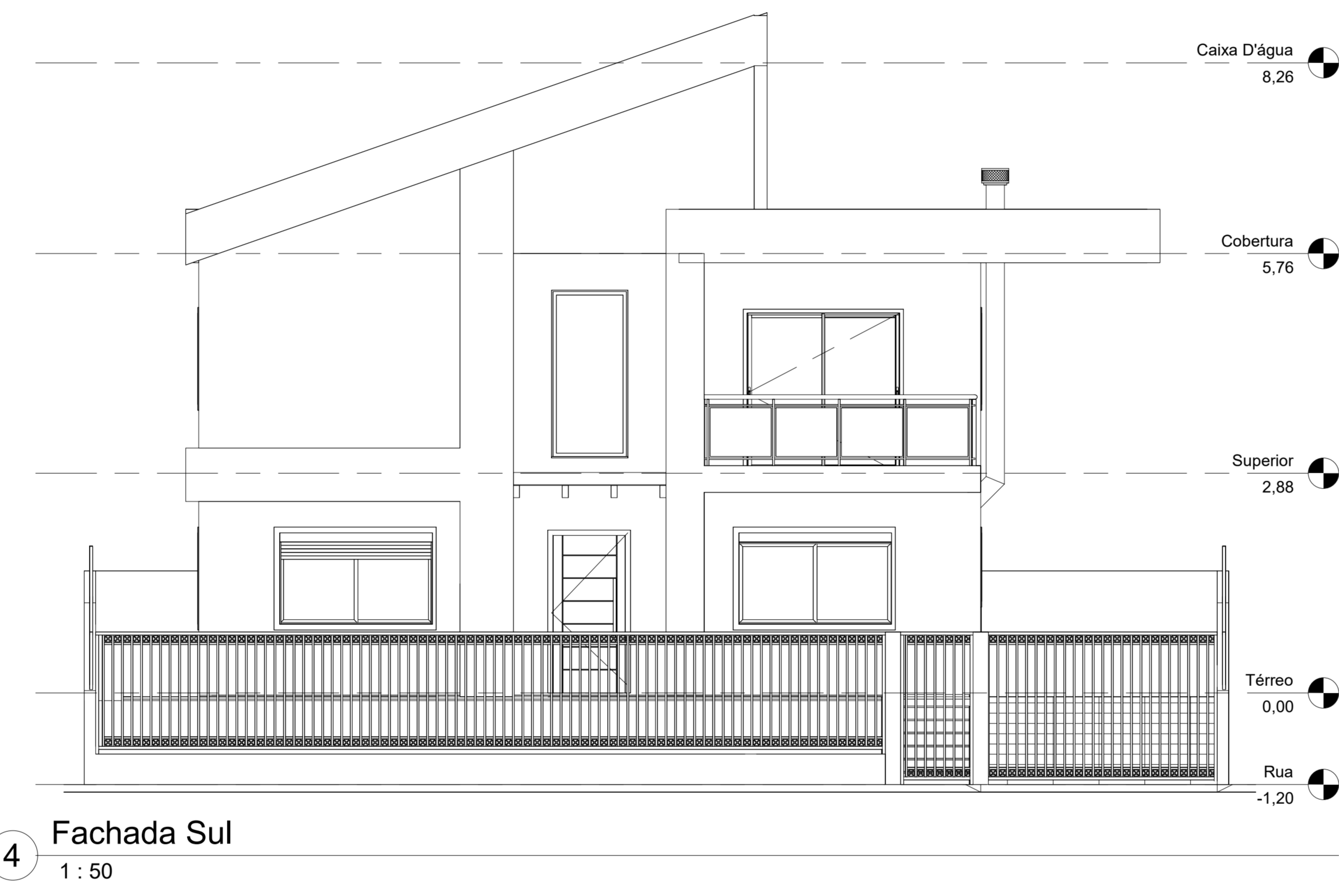
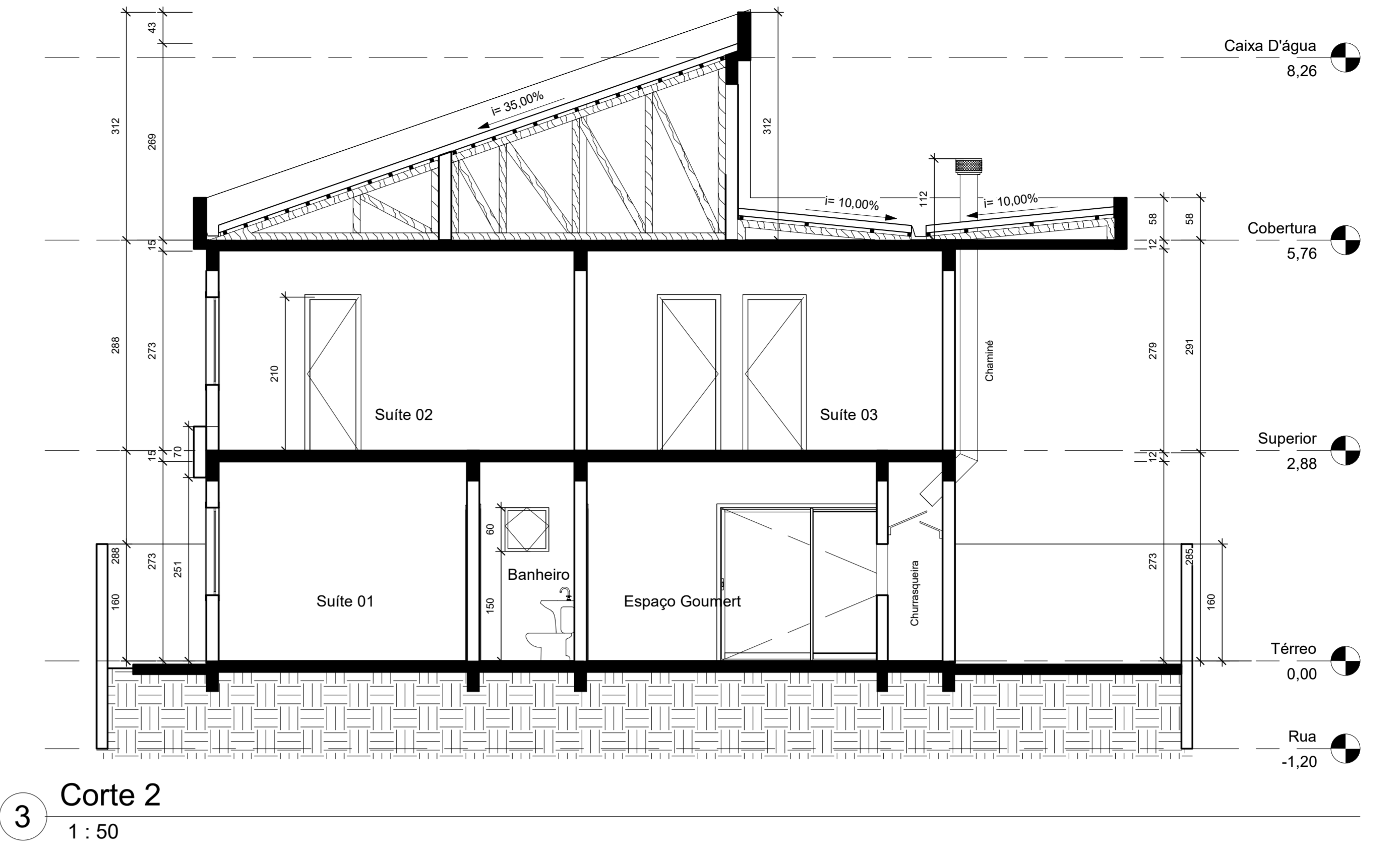
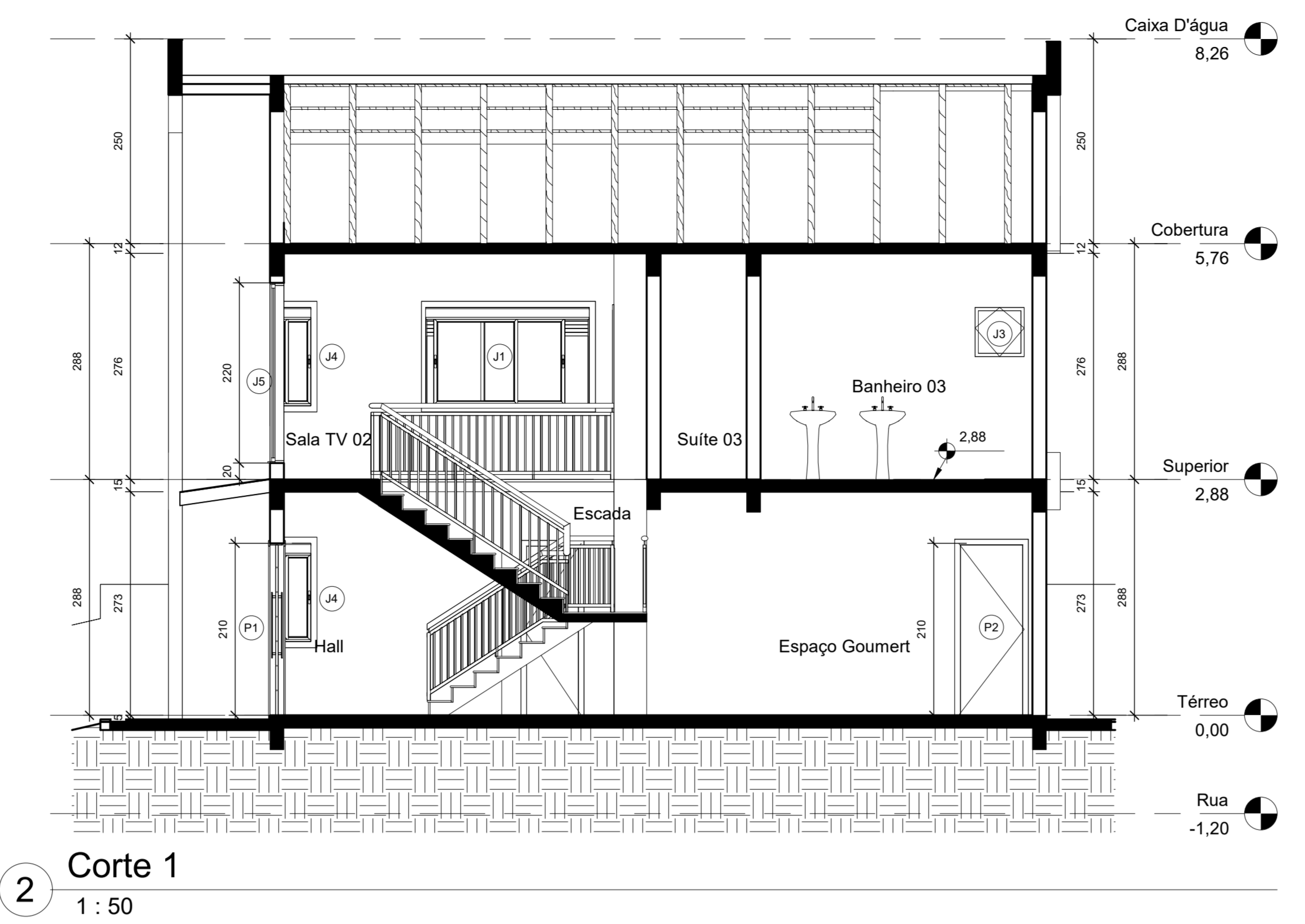
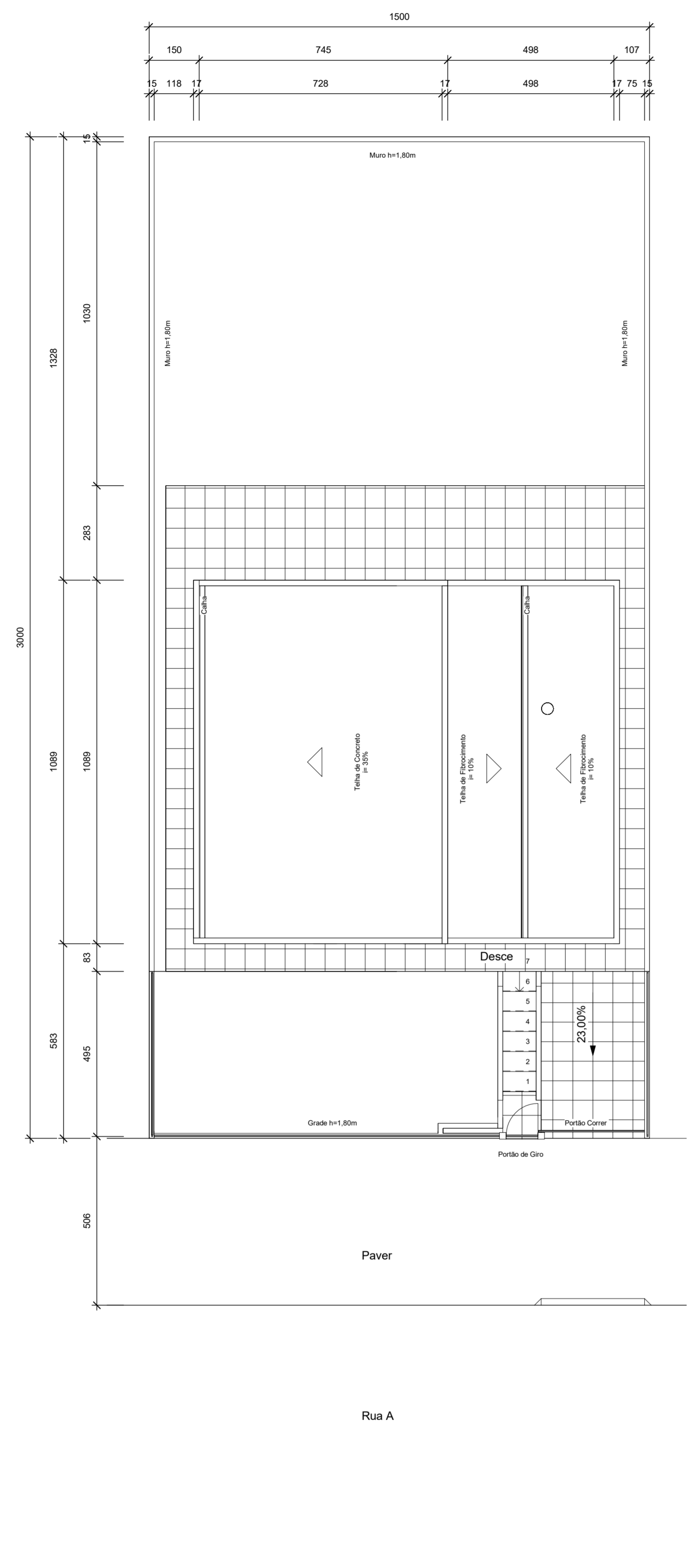
Identificador	Quantidade	Largura	Altura	Altura do peitoril	Tipo de construção	Descrição
J1	5	2,00	1,20	0,90	Alumínio	De correr 2 Folhas
J2	2	1,20	0,90	1,20	Alumínio	De correr 2 Folhas
J3	4	0,60	0,60	1,50	Alumínio	Maxin-Ar
J4	3	0,60	1,20	0,90	Alumínio	De correr 2 Folhas
J5	1	1,00	2,20	0,20	Alumínio	Fixa
J6	1	1,00	1,20	0,90	Alumínio	De correr 2 Folhas
J7	1	0,80	0,60	1,50	Alumínio	Maxin-Ar

Identificador	Quantidade	Largura	Altura	Descrição	Tipo de construção
P1	1	1,00	2,10	De Giro	Madeira
P2	7	0,80	2,10	De Giro	Madeira
P3	3	0,70	2,10	De Giro	Madeira
PJ1	2	2,00	2,10	De Correr 2 Folhas	Alumínio
PJ2	1	2,50	2,10	De Correr 2 Folhas	Alumínio

Área Construída em projeção	Área do Terreno	Taxa de Ocupação
139,18 m²	450,00 m²	30,93%

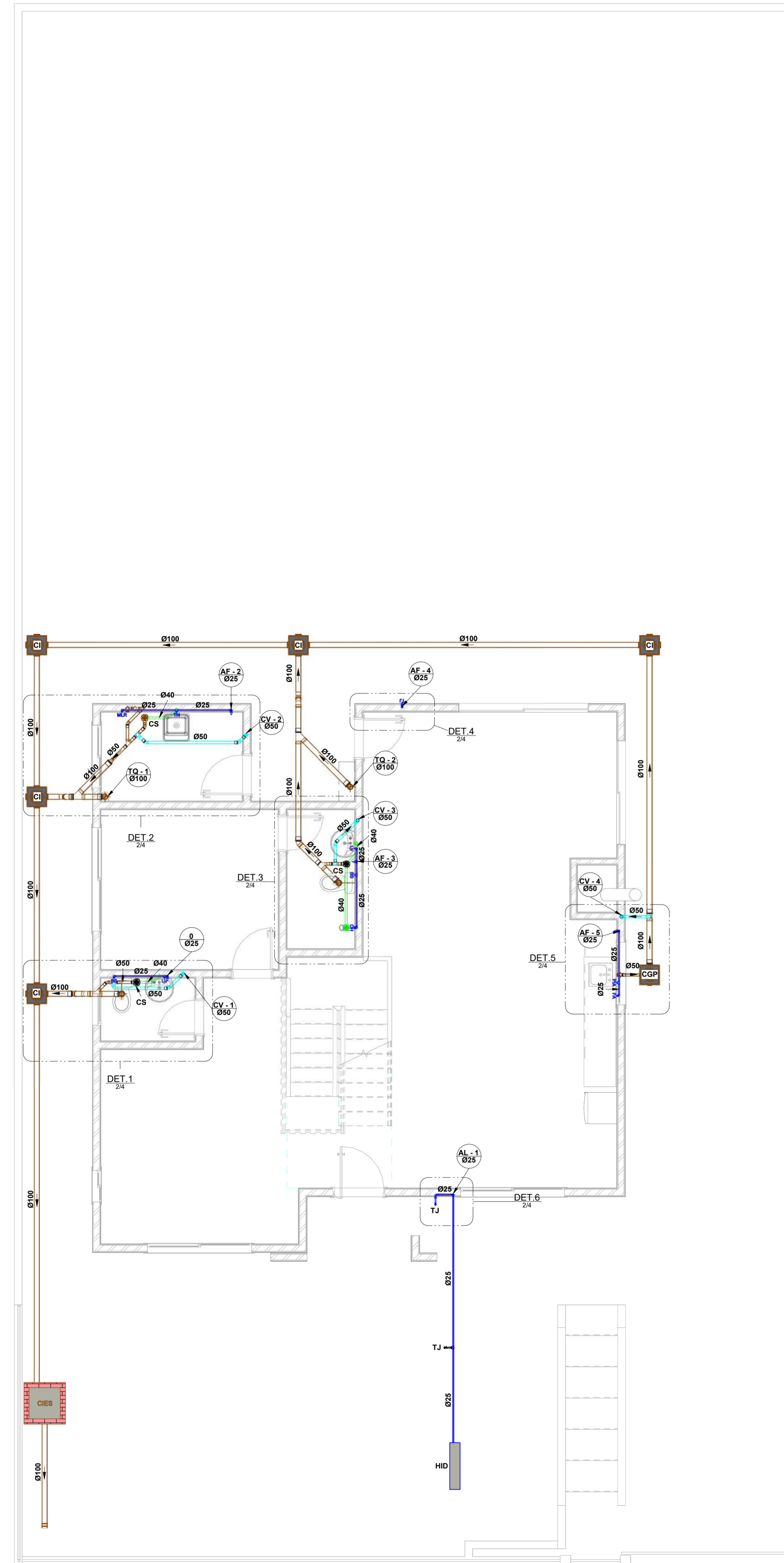
Pavimento	Área
Térreo	134,37 m²
Superior	102,99 m²
Total	237,36 m²

OBRA:	XXXX		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	William Wollmann CREA: XXXX		
PRANCHA:	Plantas Baixas - Térreo e Superior		
PAVIMENTO:	XXXX	UNIDADE:	XXXX
PROPRIETÁRIO:	XXXX		
DESENHO:	XXXX	DATA:	XXXX
		FOLHA:	1/2



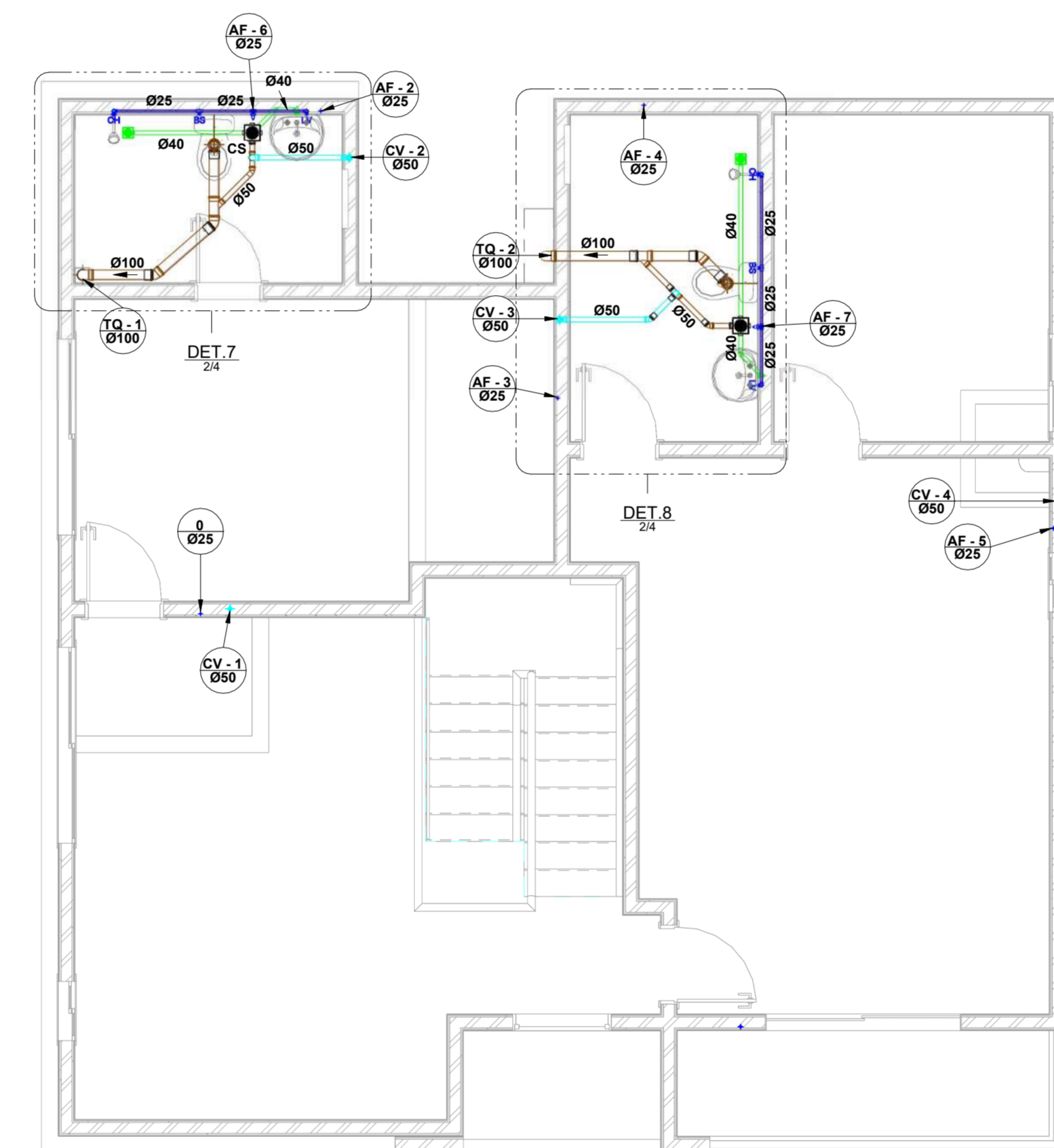
OBRA: XXXX		
RESPONSÁVEL TÉCNICO: William Wollmann CREA: XXXX		
PRANCHA: Implantação, Cortes e Fachadas		
PAVIMENTO: XXXX	UNIDADE: XXXX	CONJUNTO: XXXX
PROPRIETÁRIO: XXXX		
DESENHO: XXXX	DATA: XXXX	FOLHA: 2/2

APÊNDICE 2 – PROJETO HIDROSSANITÁRIO REVIT



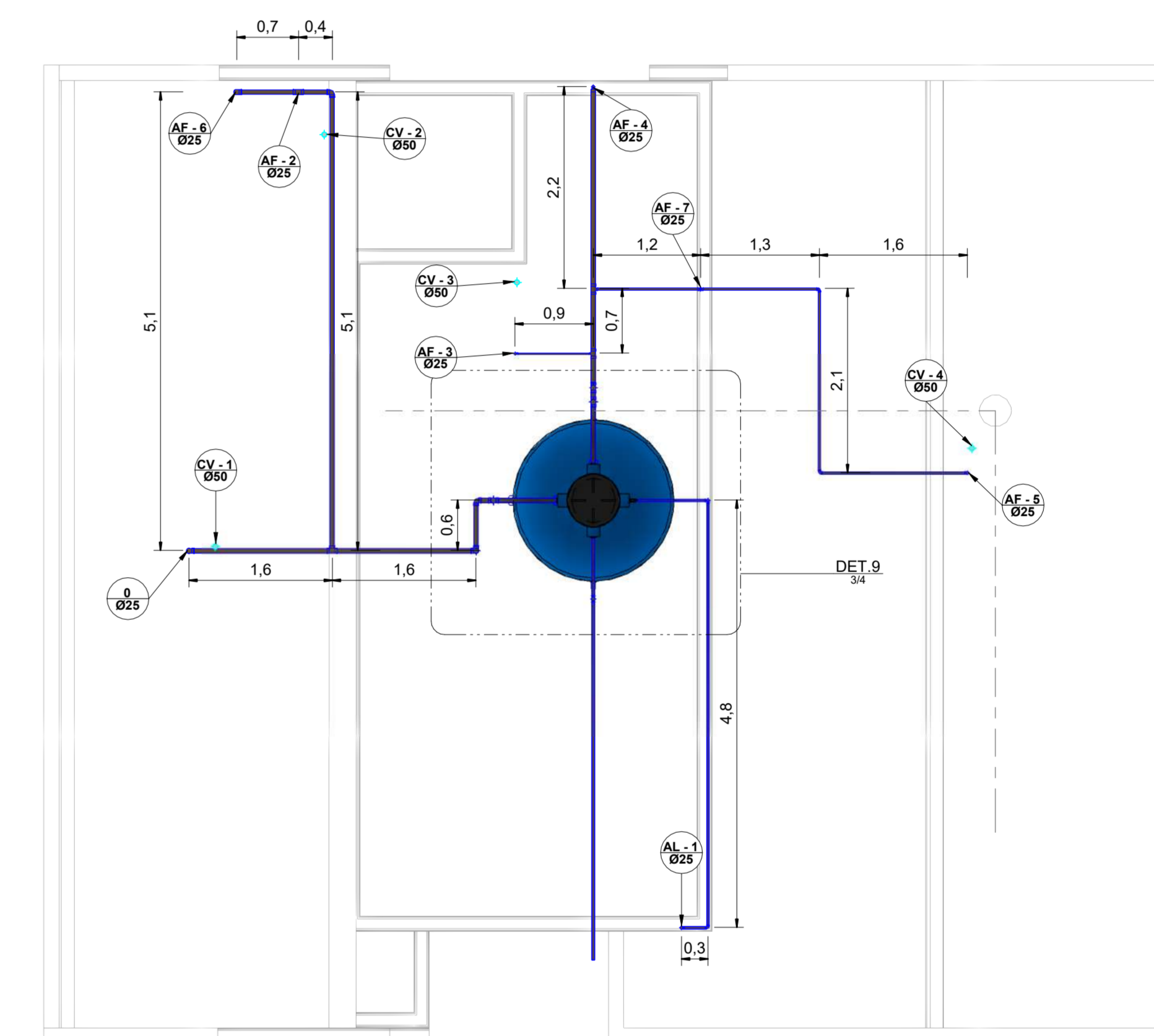
PLANTA DO TÉRREO

1 : 50



Superior

1 : 50



Cobertura

1 : 50

LEGENDA:

- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO PRIMÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO SECUNDÁRIO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - VENTILAÇÃO ESGOTO
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO COM GORDURA
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SR - ÁGUA FRIA
- TUBULAÇÃO CPVC - ÁGUA QUENTE
- TUBO DE QUEDA DE ESGOTO PRIMÁRIO
- TUBO DE QUEDA DE ESGOTO SECUNDÁRIO
- TUBO DE QUEDA DE GORDURA
- TUBO DE QUEDA DE ÁGUA PLUVIAL
- TUBO DE QUEDA DE ÁGUA FRIA
- TUBO DE QUEDA DE ÁGUA QUENTE
- POSIÇÃO DO ITEM NA LISTA DE MATERIAS

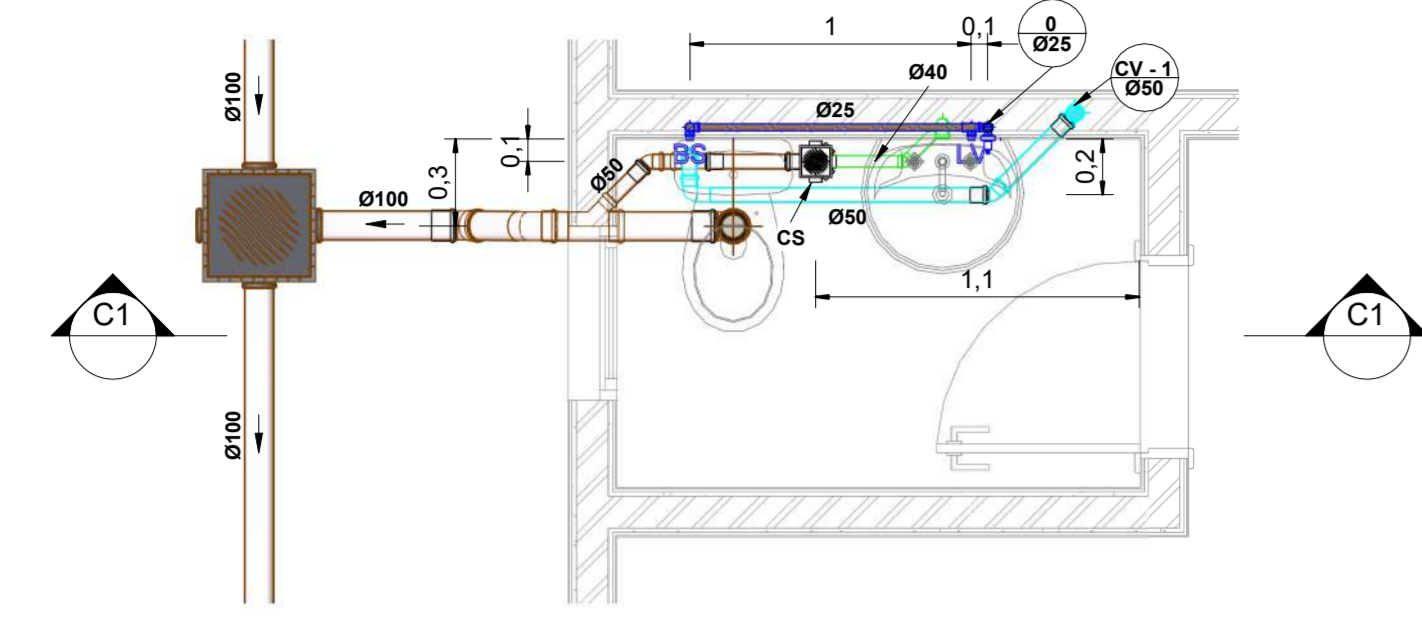
ABREVIACOES:

- BS - BACIA SANITÁRIA
- LV - LAVATÓRIO
- CH - CHUVEIRO
- TN - TANQUE
- ML - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
- MLL - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
- DU - DUCHA HIGIÊNICA
- CS - CAIXA SFONADA
- RF - RALO SECO
- TJ - TORNEIRA DE JARDIM
- RG - REGISTRO DE GAVETA
- RP - REGISTRO DE PRESSÃO
- RE - REGISTRO DE ESFERA
- CGP - CAIXA DE GORDURA PEQUENA
- CBP - CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ESGOTO
- CA - CAIXA DE ÁGUA
- RE - RESERVATÓRIO

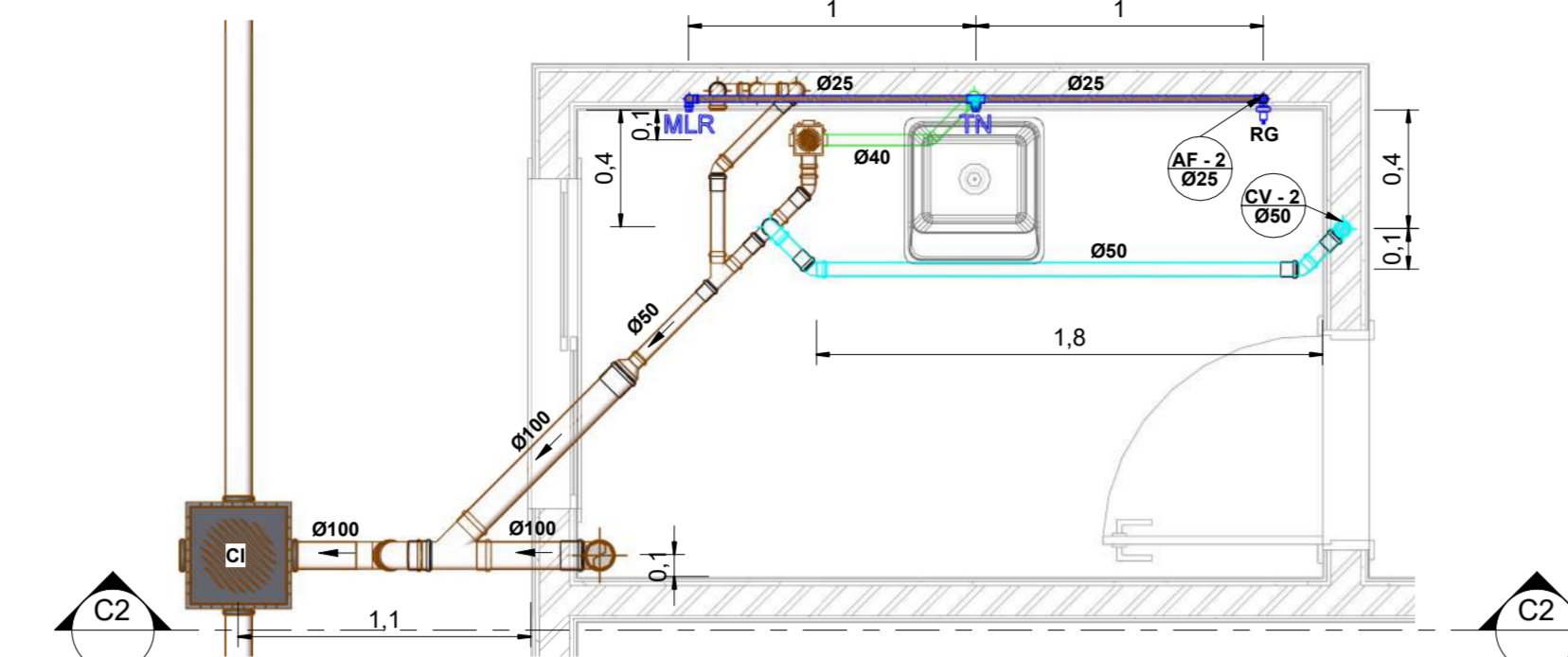
NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO;
- 2 - NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SEQUENTES DECLINAÇÕES: MNIMAS;
- 3 - PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU INFERIOR A 75mm;
- 4 - PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 75mm;
- 5 - UTILIZAR ANEL DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO;
- 6 - FORNECER TUBO FICADO NAS TUBULAÇÕES;
- 7 - OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEVEM PASSAR SOB A GUA DO TETO;
- 8 - UTILIZAR DISPOSITIVO ANTI-ESPUMA NA CAIXA SFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO;
- 9 - A TUBULAÇÃO DO EXTRAVASOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DEVE TER UM DIÂMETRO INDADEQUADAMENTE SUPERIOR AO ABASTECIMENTO;
- 10 - TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRAGAÇAS;
- 11 - TODAS AS SAÍDAS PARA CONSUMO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA DEVEM SER DO TIPO SOLDAVEL AZUL COM BUCHA DE LATAO;
- 12 - A BASE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA TEM QUE SER DE USO NIVELADA E BENTA DE SUIZERA OU MATERIAS PONTAGUADOS A BASE DEVE TER RESISTENCIA COMPATIVEL COM O PESO DA CAIXA CHUVA E DEVE SER MAIOR DO QUE A LARGURA DO FUNDO DA CAIXA.

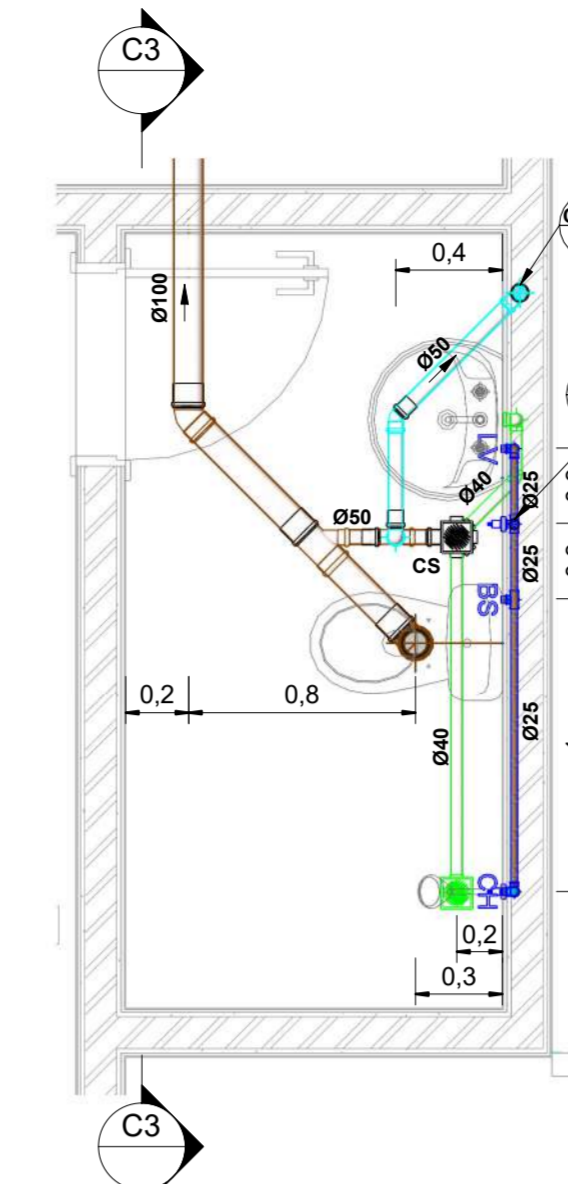
OBRA:	XXXX		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	William Wollmann CREA: XXXX		
PRANCHA:	Plantas Baixas - Água Fria e Esgoto Sanitário		
PAVIMENTO:	XXXX	UNIDADE:	XXXX
PROPRIETÁRIO:	XXXX		
DESENHO:	XXXX	DATA:	XXXX
		FOLHA:	1/4



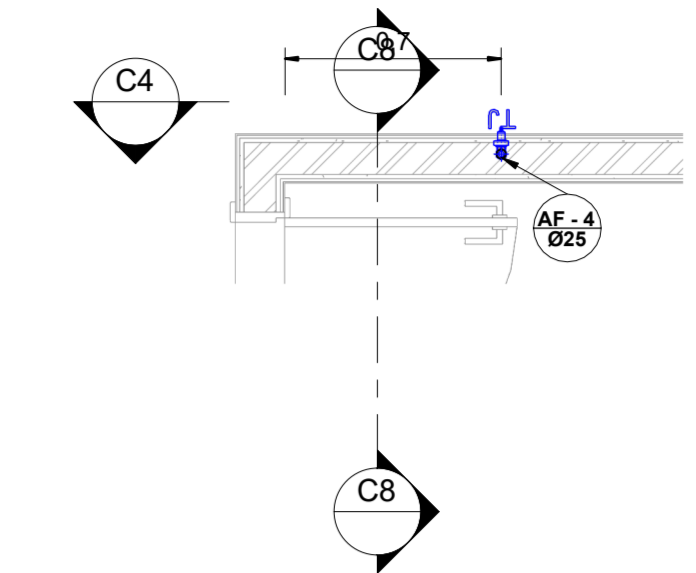
DETALHE 1
1 : 25



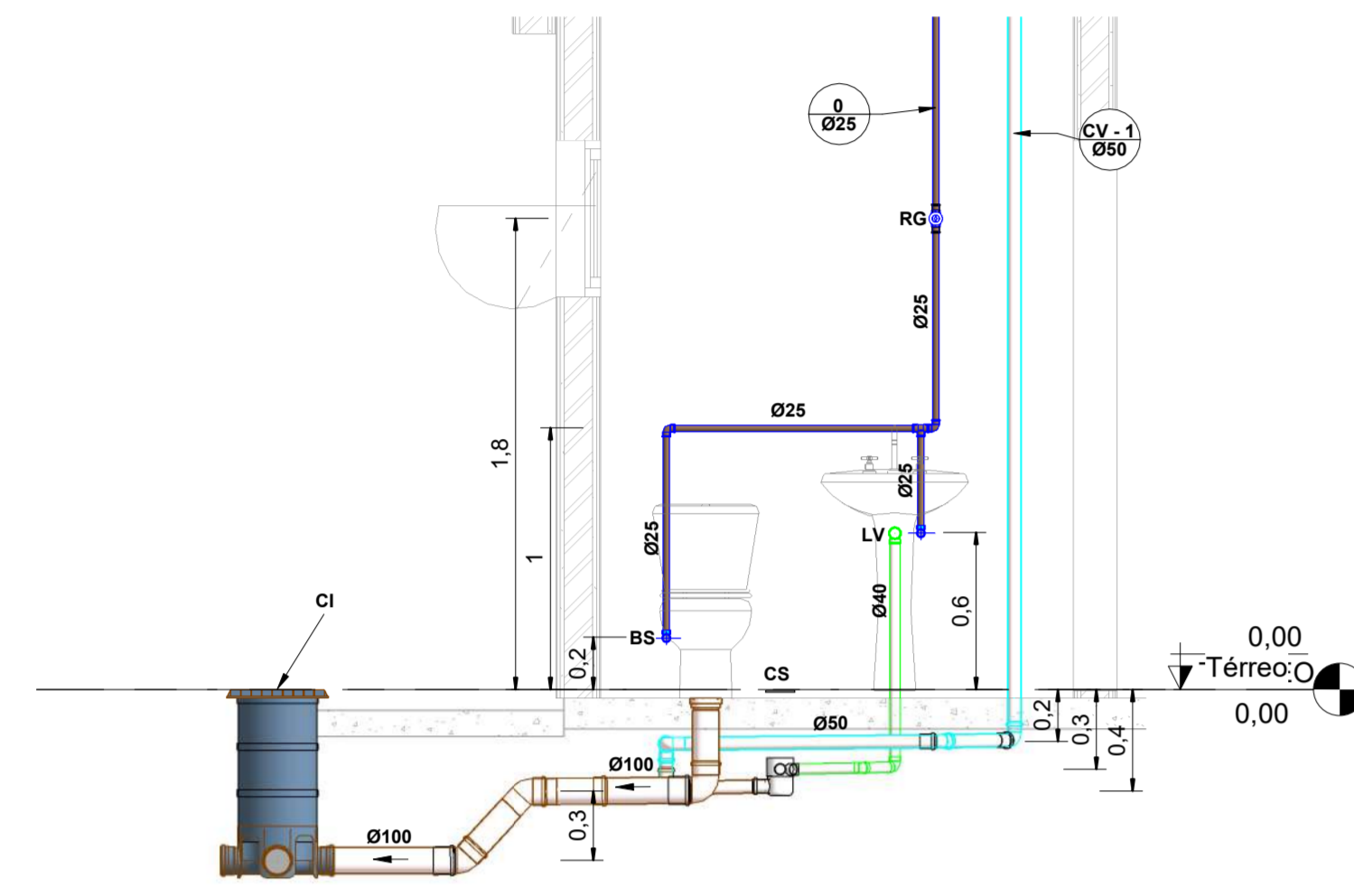
DETALHE 2
1 : 25



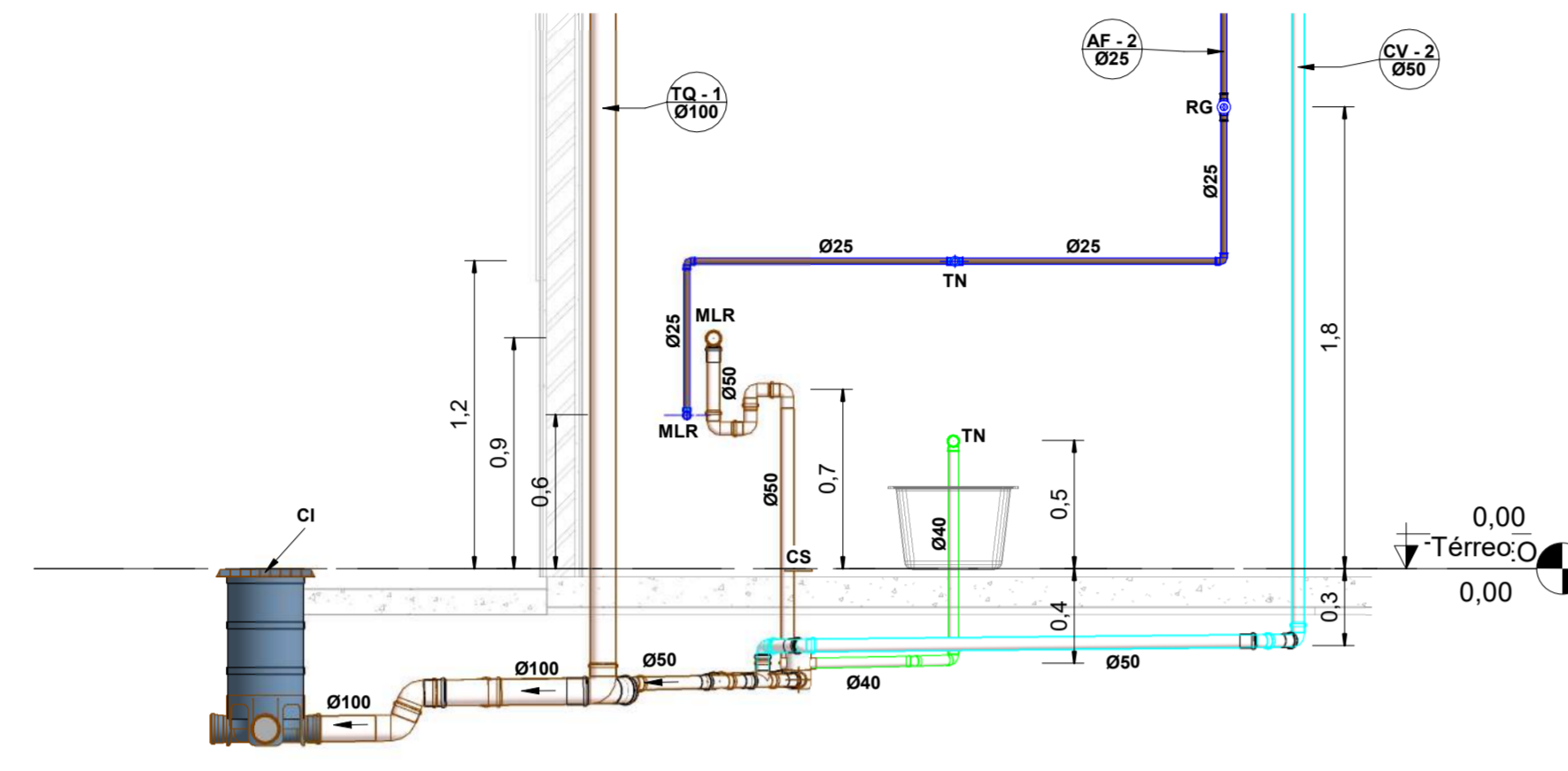
DETALHE 3
1 : 25



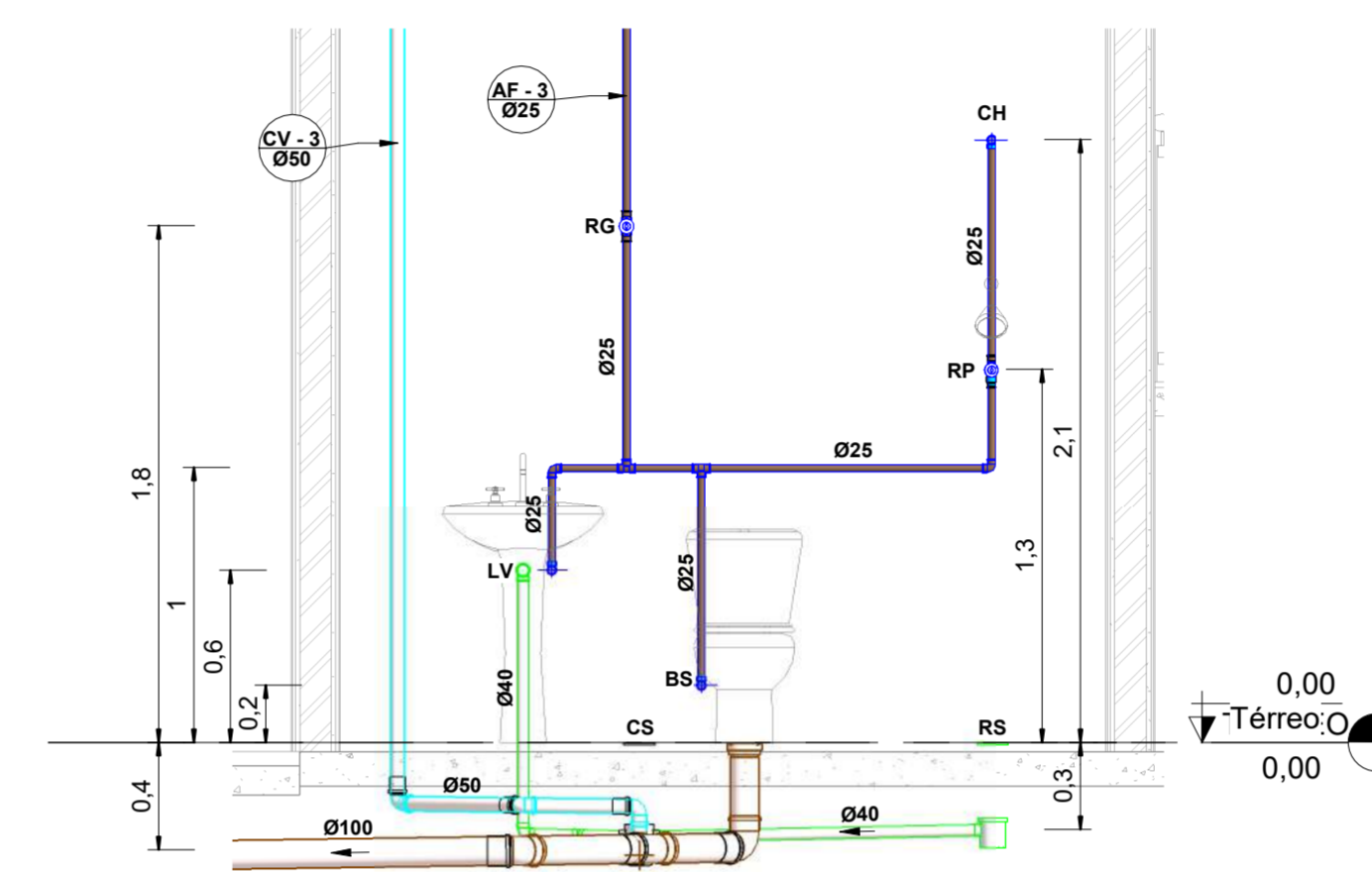
DETALHE 4
1 : 25



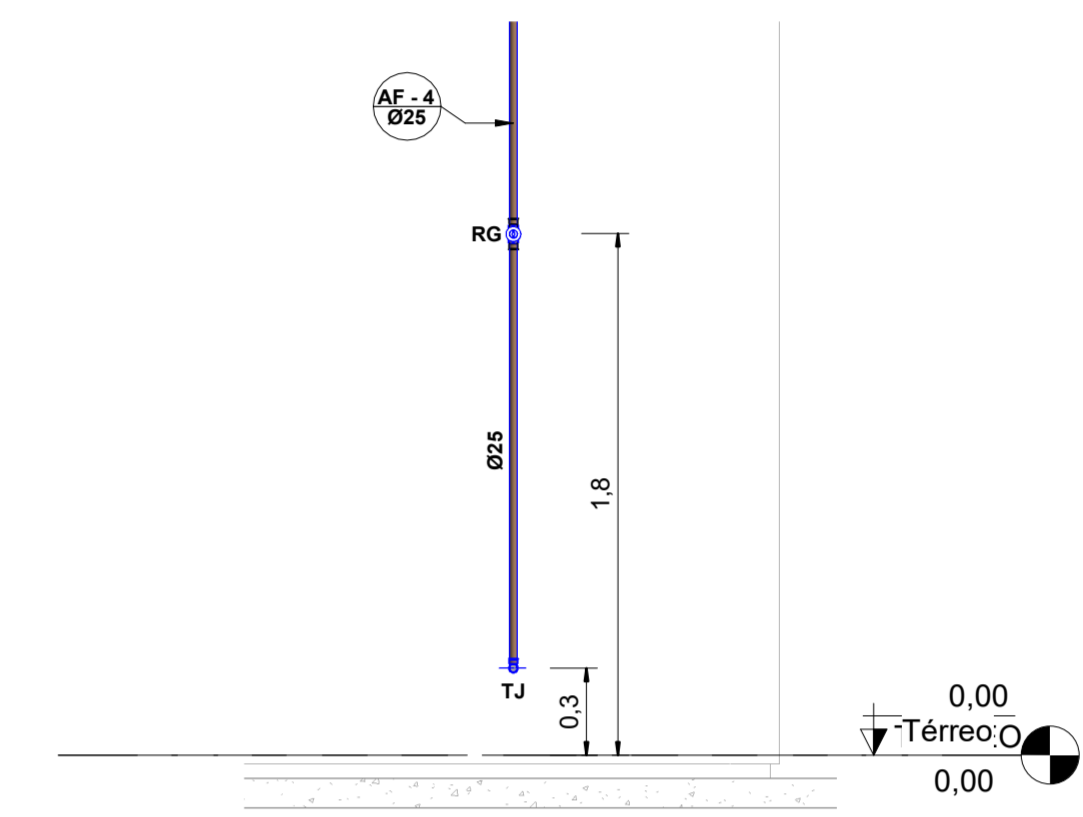
CORTE C1 - C1
1 : 25



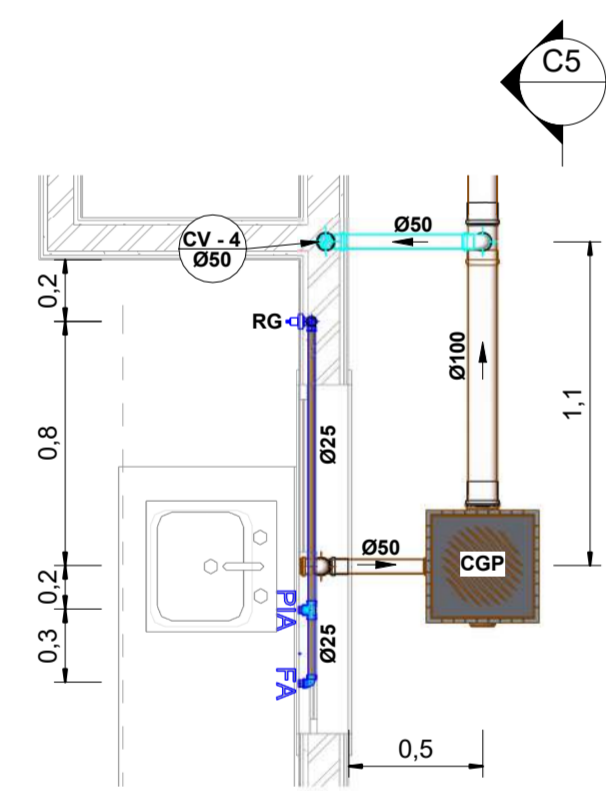
CORTE C2 - C2
1 : 25



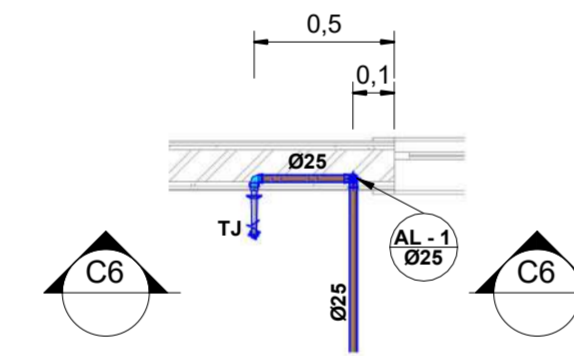
CORTE C3 - C3
1 : 25



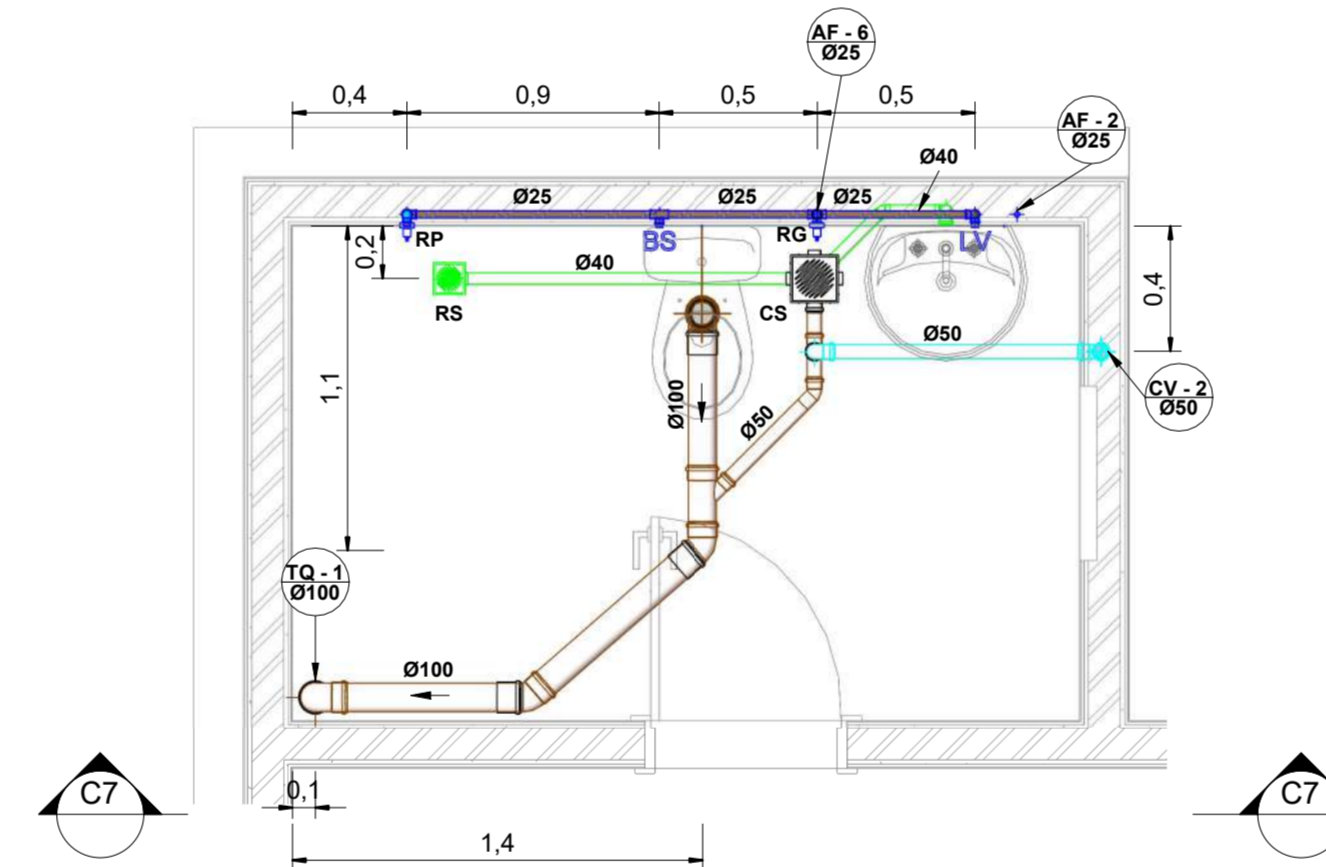
CORTE C4 - C4
1 : 25



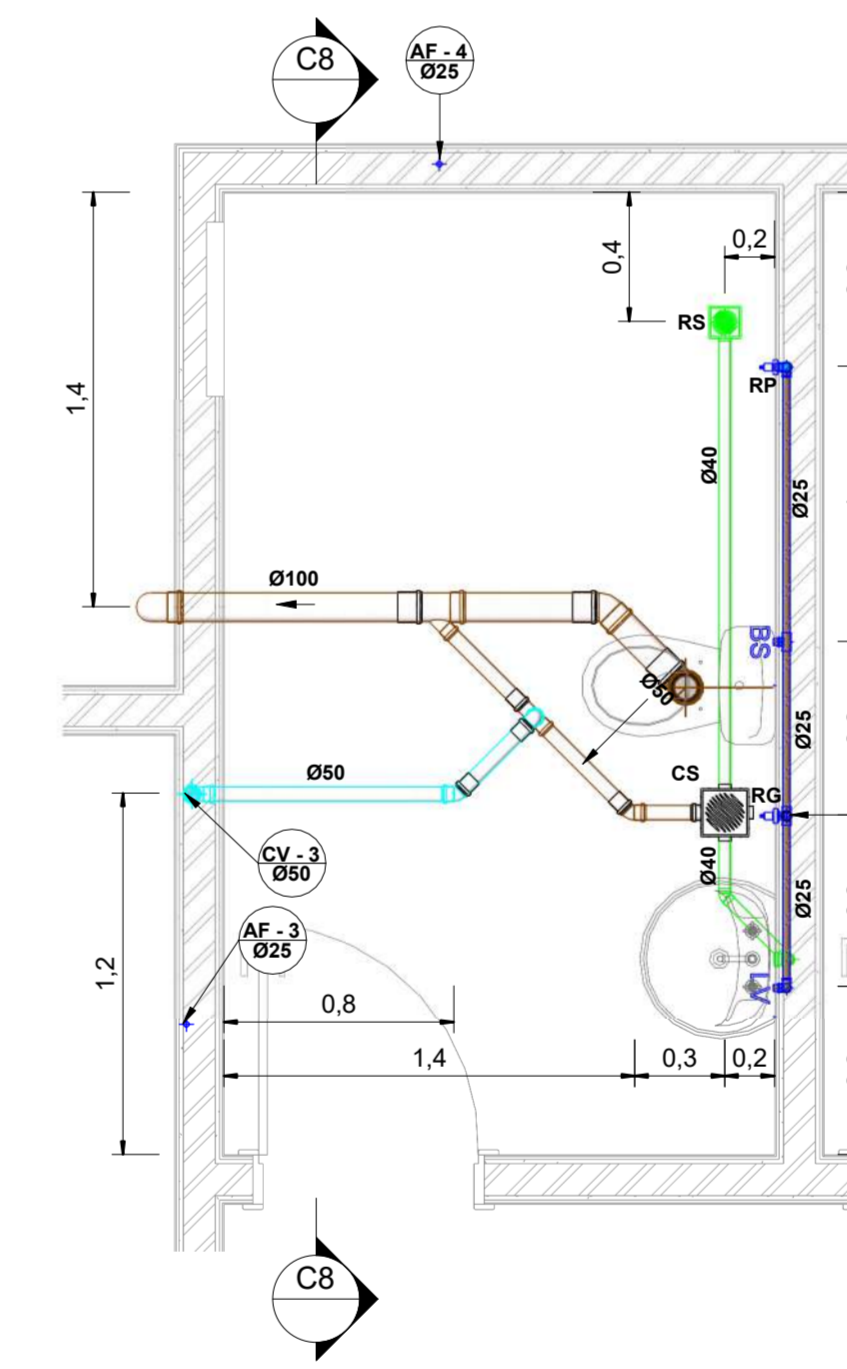
DETALHE 5
1 : 25



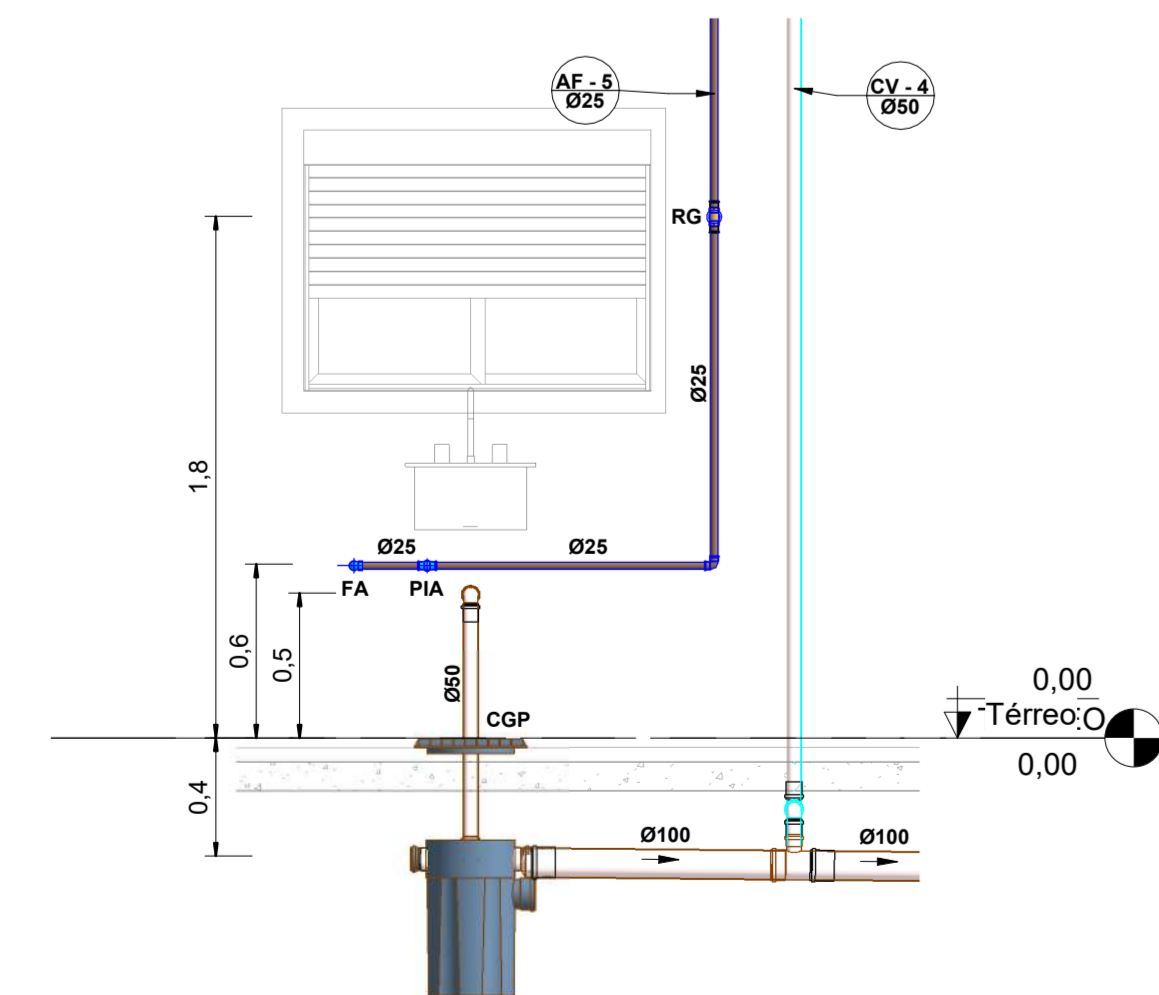
DETALHE 6
1 : 25



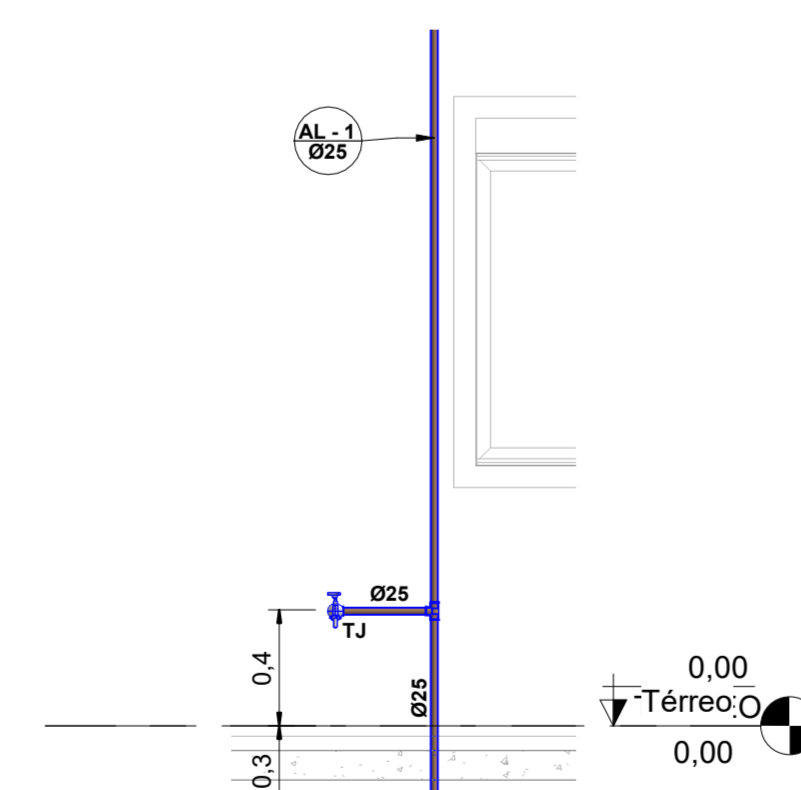
DETALHE 7
1 : 25



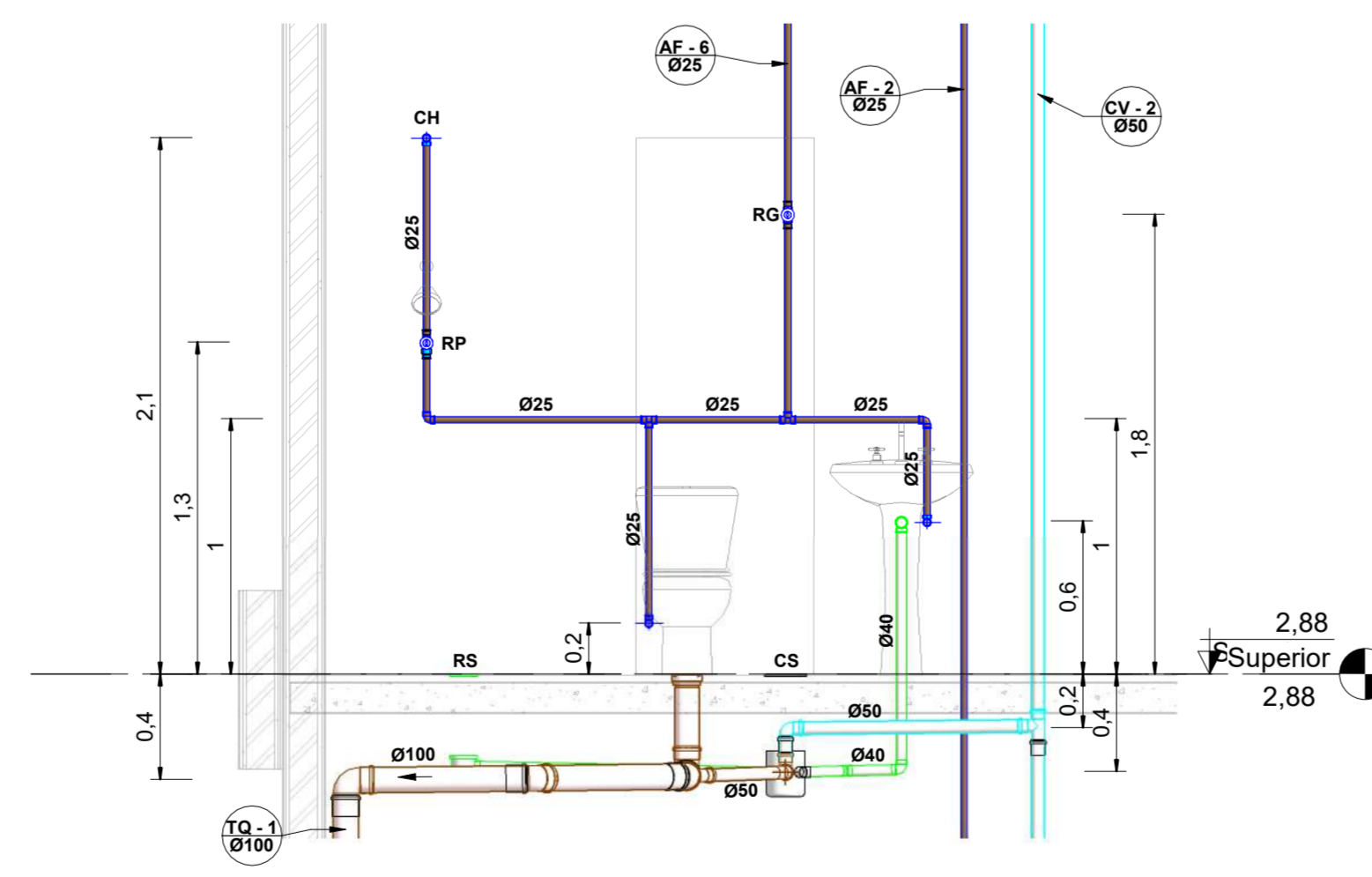
DETALHE 8
1 : 25



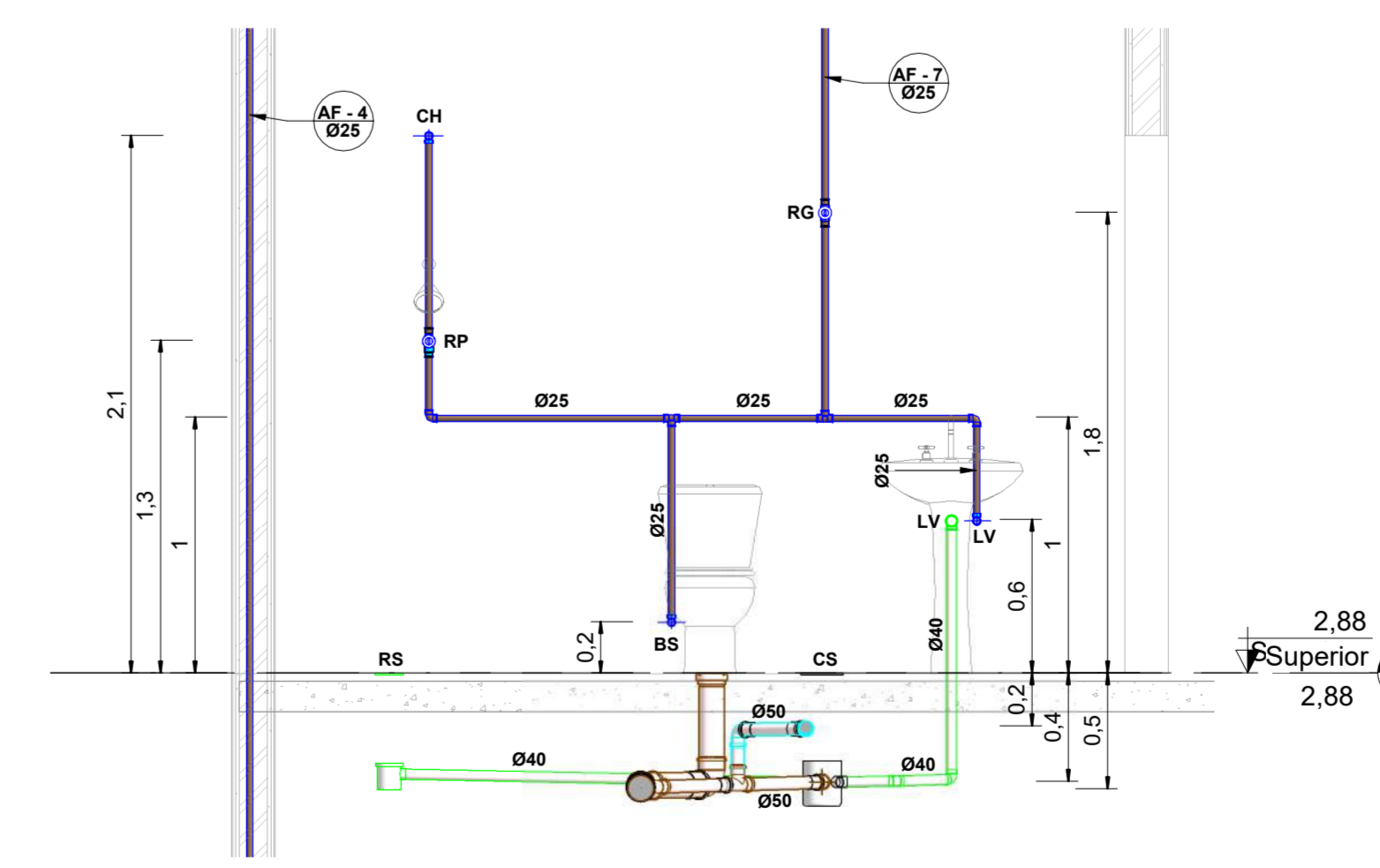
CORTE C5 - C5
1 : 25



CORTE C6 - C6
1 : 25



CORTE C7 - C7
1 : 25

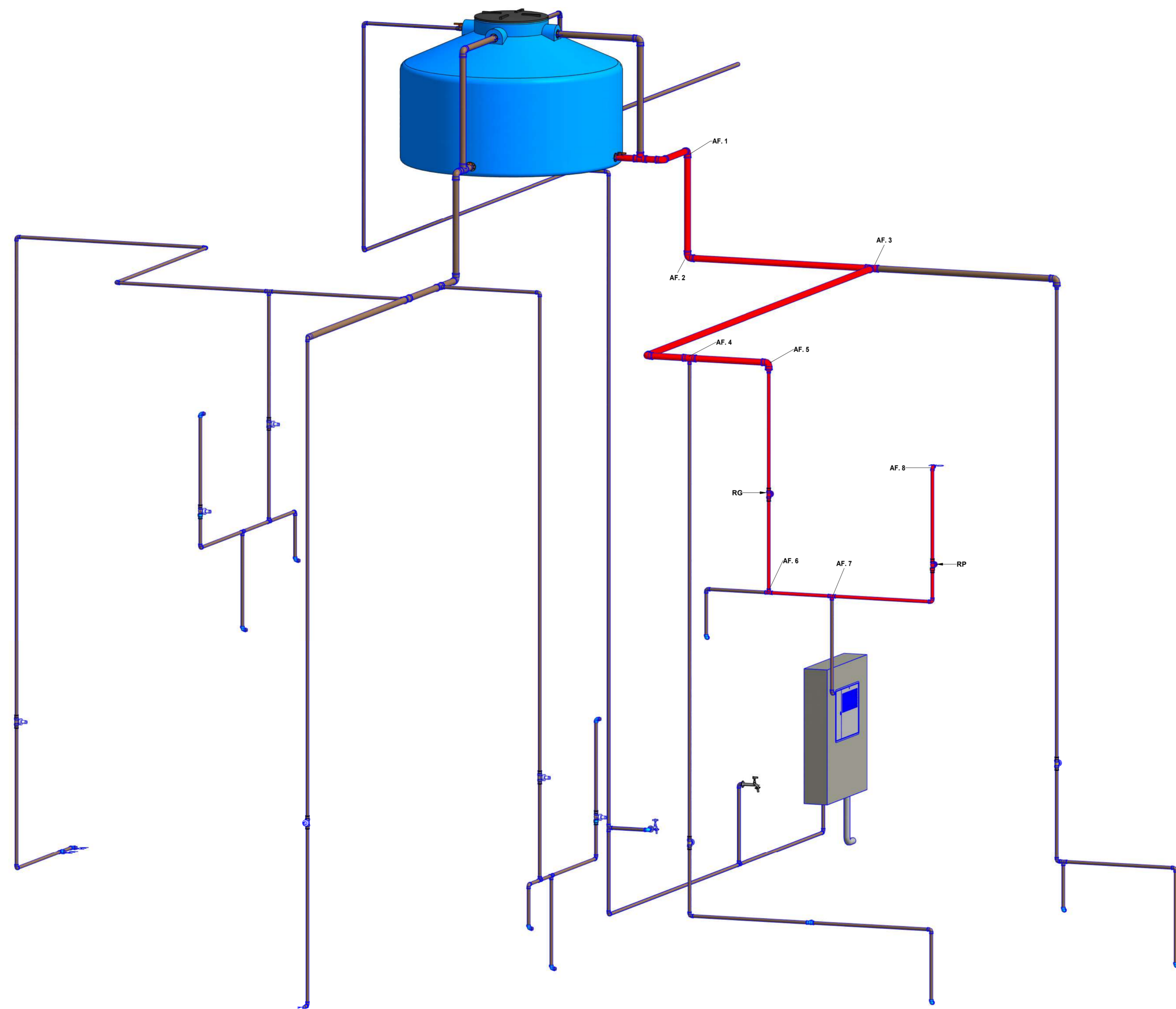


CORTE C8 - C8
1 : 25

- LEGENDA:**
- TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO PRIMÁRIO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO SECUNDÁRIO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - VENTILAÇÃO ESGOTO
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SN - ESGOTO COM GORDURA
 - TUBULAÇÃO PVC BRANCO SR - ÁGUA LUVIAL
 - TUBULAÇÃO PVC MARROM - ÁGUA FRIA
 - TUBULAÇÃO CPVC - ÁGUA QUENTE
 - TUBO DE QUEIDA DE ESGOTO PRIMÁRIO
 - TUBO DE QUEIDA DE ESGOTO SECUNDÁRIO
 - TUBO DE QUEIDA DE GORDURA
 - TUBO DE QUEIDA DE ÁGUA LUVIAL
 - COLUNA DE ÁGUA FRIA
 - COLUNA DE ÁGUA QUENTE
 - POSIÇÃO DO ITEM NA LISTA DE MATERIAS
- ABREVIACOES:**
- BS - BACIA SANITÁRIA
 - LV - LAVATORIO
 - CH - CHUVEIRO
 - TN - FREGES
 - MLR - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
 - ML - MÁQUINA DE LAVAR LOÇAS
 - CS - CAIXA SIFONADA
 - DJ - DUCHA HIGIÊNICA
 - RS - RALO SECO
 - TJ - TORNEIRA DE JARDIM
 - RP - REGISTRO DE GRVETA
 - RP - REGISTRO DE PRESSÃO
 - RS - REGISTRO DE ESFERA
 - OSP - CAIXA DE GORDURA PEQUENA
 - CS - CAIXA DE INSPIÇÃO PARA ESGOTO
 - CAI - CAIXA DE INSPIÇÃO ÁGUA LUVIAL
 - CA - CAIXA DE AREIA
 - HD - HIDROMETRO
 - RES - RESERVATORIO

- NOTAS:**
- 1 - DIMENSÕES E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO.
 - 2 - NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SIGUIENTES DECLIVIDADES MÍNIMAS:
 - 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 50mm;
 - 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 75mm;
 - 3 - UTILIZAR ANÉIS DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO.
 - 4 - PROIBIDO UTILIZAR FIOS NAS TUBULAÇÕES.
 - 5 - OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEVERÃO PASSAR SOBRE A CAIXA SIFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO.
 - 6 - UTILIZAR DISPOSITIVO ANTI-ESPUMA NA CAIXA SIFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO.
 - 7 - A TUBULAÇÃO DO EXTINTOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DEVE TER O DIÂMETRO NOMINAL SUPERIOR AO DO AGUETE/REGISTRO.
 - 8 - TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRANQUELAÇOS.
 - 9 - TODAS AS SAÍDAS PARA CONSUMO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA DEVERÃO SER DO TIPO SOLDADILHA COM SUPO DE LATÃO.
 - 10 - A BASE DO RESERVATÓRIO DEVERÁ TER UMA SUPERFÍCIE LISA, NÍVELADA E ISENTA DE BURACHOS OU MATERIAS POINTAGUADOS. A BASE DEVE TER RESISTÊNCIA COMPATIVEL COM O PESO DA CAIXA, CHEIA E DEVE SER MAIOR DO QUE A LARGURA DO FUNDO DA CAIXA.

OBRA:	XXXX	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	William Wollmann CREA: XXXX	
PRANCHA:	Detalhes e cortes - Água Fria e Esgoto	
PAVIMENTO:	XXXX	XXXX
UNIDADE:	XXXX	XXXX
CONJUNTO:	XXXX	XXXX
PROPRIETÁRIO:	XXXX	
DESENHO:	XXXX	XXXX
DATA:	XXXX	FOLHA:
		2/4



CAMINHO CRÍTICO (PERDA DE CARGA)

Caminho 1 - AF - Dimensionamento_Cálculo Perda de Carga - NBR 5626												
1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (m/100m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponível	1. Pressão Disponível Residual	Pressão Requerida
AF												
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 mPa	0,168 mPa	0,211 mPa	0,00	0,000 mPa	7,957 mPa	7,957 mPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 mPa	0,168 mPa	0,329 mPa	0,00	7,957 mPa	7,567 mPa	7,567 mPa
3-4	2,4	0,463 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,038 mPa	0,201 mPa	0,239 mPa	0,00	7,567 mPa	7,328 mPa	7,328 mPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 mPa	0,041 mPa	0,049 mPa	0,00	7,328 mPa	7,279 mPa	7,279 mPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø50	21,00	0,68 m/s	1,102 mPa	0,192 mPa	1,294 mPa	0,00	24,155 mPa	22,861 mPa	22,861 mPa
6-7	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,00	0,52 m/s	0,217 mPa	0,474 mPa	0,691 mPa	0,00	24,155 mPa	23,464 mPa	23,464 mPa
7-8	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,00	0,26 m/s	0,065 mPa	0,930 mPa	1,000 mPa	-1,10	23,320 mPa	11,270 mPa	11,270 mPa

Lista de Materiais - Conexões e Acessórios			
POS.	Descrição do Material	Quantidade (peças)	Referência de Fabricante
	Anel de Borracha, DN75mm, para linha de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Anel de Borracha, DN100mm, para linha de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	7	Tigre
	Cap. DN75mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Cap. DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	7	Tigre
	Terminal de Vazão, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2	Tigre
AF	Adaptador Caixa d'Água com Registro, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	3	Tigre
	Adaptador Caixa d'Água com Registro, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	1	Tigre
	Adaptador Sotável com Anel para Caixa d'Água, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	2	Tigre
	Adaptador Sotável com Anel para Caixa d'Água, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	1	Tigre
	Adaptador Sotável com Bucha e Rosca, DN25x3/4", PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	17	Tigre
	Base Registro de Gaveta, Água Fria, Ø3/4"	7	Docul
	Base para Registro de Pressão, Ø3/4"	3	Docul
	Bucha de Redução Longa, DN25 x 25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	4	Tigre
	Caixa de Proteção para Hidrômetro, fornecido completo, com hidrômetro, conexões e registro, DN 25mm	1	Tigre
	Insentorno	3	Tigre
	Joelho 90°, com Bucha de Lado, DN25x3/4", Linha PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	13	Tigre
	Joelho 90°, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	26	Tigre
	Joelho 90°, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	1	Tigre
	Joelho 90°, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	10	Tigre
	Linha Sotável com Bucha de Lado, DN25x3/4", na cor azul, Linha PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	3	Tigre
	Tanque Furado, 2500 Litros	1	ForLuv
	Terminação B3/4"	1	ForLuv
	Terminação de Juntas, 25mm x B3/4"	2	Docul
	Tê de Redução, DN25x25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	3	Tigre
	Tê Sotável 90° com Bucha de Lado Central, DN25x3/4", Linha PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	2	Tigre
	Tê, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	10	Tigre
	Tê, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	1	Tigre
	Tê, DN25mm, PVC Marrom Sotável, conforme NBR 5648	3	Tigre
Esgoto Sanitário	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	4	Tigre
	Anel de Borracha, DN75mm, para linha de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	90	Tigre
	Anel de Borracha, DN100mm, para linha de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Anel de Borracha, DN100mm, para linha de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	46	Tigre
	Caixa de Desbaste, em PVC, DN100mm, capacitada 18 litros, conforme NBR 8190	1	Tigre
	Caixa de Inspeção em PVC, DN100mm, conforme NBR 8190	5	Tigre
	Caixa de Inspeção de Esgoto em alvenaria com tampa de concreto Ø600mm	-	-
	Caixa Elevada Grátis Montada com Greixa e Porta Greixa Quadrada Branco 100x100x60mm, 5 Entradas, Esgoto	3	Tigre
	Caixa Elevada Montada com Greixa e Porta Greixa Quadrada Branco 100x100x60mm, 2 Entradas, Esgoto	2	Tigre
	Insentorno	2	Tigre
	Joelho 45°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	5	Tigre
	Joelho 45°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	9	Tigre
	Joelho 45°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	6	Tigre
	Joelho 90° com anel, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	5	Tigre
	Joelho 90°, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	5	Tigre
	Joelho 90°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	15	Tigre
	Joelho 90°, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	6	Tigre
	Junção 45° de Redução, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	4	Tigre
	Junção 45°, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Junção 45°, DN100x100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2	Tigre
	Linha Simples, DN40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	28	Tigre
	Linha Simples, DN100mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	20	Tigre
	Protetores em anel, Ø600, Esgoto, 10/80	13	Tigre
	Raiz, Saco Montado com Greixa e Porta Greixa Quadrada 100x100x40mm, Esgoto	3	Tigre
	Redução Lateral, DN100x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Redução Lateral, DN100x75mm, de PVC Rígido Branco Série Normal para Esgoto e Água Pluvial, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Terminal de Vazão, DN50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	2	Tigre
	Tê 90° de Redução, DN100x40mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	1	Tigre
	Tê 90°, DN25x50mm, de PVC Rígido Branco Série Normal, conforme NBR 5688	7	Tigre

Lista de Materiais - Tubos			
Descrição do Material	Dímetro Nominal (mm)	Comprimento (m)	Referência de Fabricante
AF			
Tubo de PVC Rígido Sotável Marrom, conforme NBR 5648	Ø50	19,82	Tigre
Tubo de PVC Rígido Sotável Marrom, conforme NBR 5648	Ø50	6,33	Tigre
Tubo de PVC Rígido Sotável Marrom, conforme NBR 5648	Ø25	80,71	Tigre
Esgoto Sanitário			
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR 5688, Linha Série Normal	Ø100	55,77	Tigre
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR 5688, Linha Série Normal	Ø40	47,87	Tigre
Tubo de PVC Rígido Branco, conforme NBR 5688, Linha Série Normal	Ø40	11,55	Tigre

LEGENDA:
 - CAMINHO CRÍTICO
 - TUBULAÇÃO PVC MARROM - ÁGUA FRIA
 AF - AF - COLUNA DE ÁGUA FRIA
 RD - REGISTRO DE PRESSÃO
 RP - REGISTRO DE PRESSÃO

ABREVIÇÕES:
 BS - BACIA SANITÁRIA
 LV - LAVATORIO
 CH - CHUVA-DEPO
 TN - TANQUE
 MLR - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
 ML - MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
 DS - DUCHA MÔDICA
 CS - CAIXA SIFONADA
 TS - TORNEIRA DE SANITÁRIA
 RD - REGISTRO DE PRESSÃO
 RP - REGISTRO DE PRESSÃO
 RE - RESERVATÓRIO

NOTAS:
 1 - DIMENSÕES E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, EXCETO ONDE INDICADO CONTRÁRIO.
 2 - NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SEGUINTES ESCALONADAS MÍNIMAS:
 -2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 100mm.
 -2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU INFERIOR A 100mm.
 3 - UTILIZAR ANEL DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO.
 4 - PROIBIDO UTILIZAR FUGOS NAS TUBULAÇÕES.
 5 - OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEBEM PASSAR COM O CALADO TELHADO.
 6 - UTILIZAR OBJETIVO ANTI-ESPUMA NA CAIXA SIFONADA DA ÁREA DE SERVIÇO.
 7 - A TUBULAÇÃO DO LIXIVADOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DEVE TER UM DIÂMETRO MEDIANTE SUPERIOR AO DO BRACOTEIRO.
 8 - TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRACOTEIRO.
 9 - TODAS AS SAÍDAS PARA CONDUZIR DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA DEVERÃO SER DO TIPO ROLANTE, AZUL, COM BUCHA DE LATA.
 10 - A BASE DO RESERVATÓRIO DEVERÁ TER UMA SUPERFÍCIE LISA, NIVELADA E ISENTA DE QUERRA OU MATERIAS POINTADOS. A BASE DEVE TER RESISTÊNCIA COMPATÍVEL COM O PESO DA CAIXA, CHEIA E DEVE SER MAIOR DO QUE A LARGURA DO FUNDO DA CAIXA.

OBRA: XXXX

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
 William Wollmann CREA: XXXX

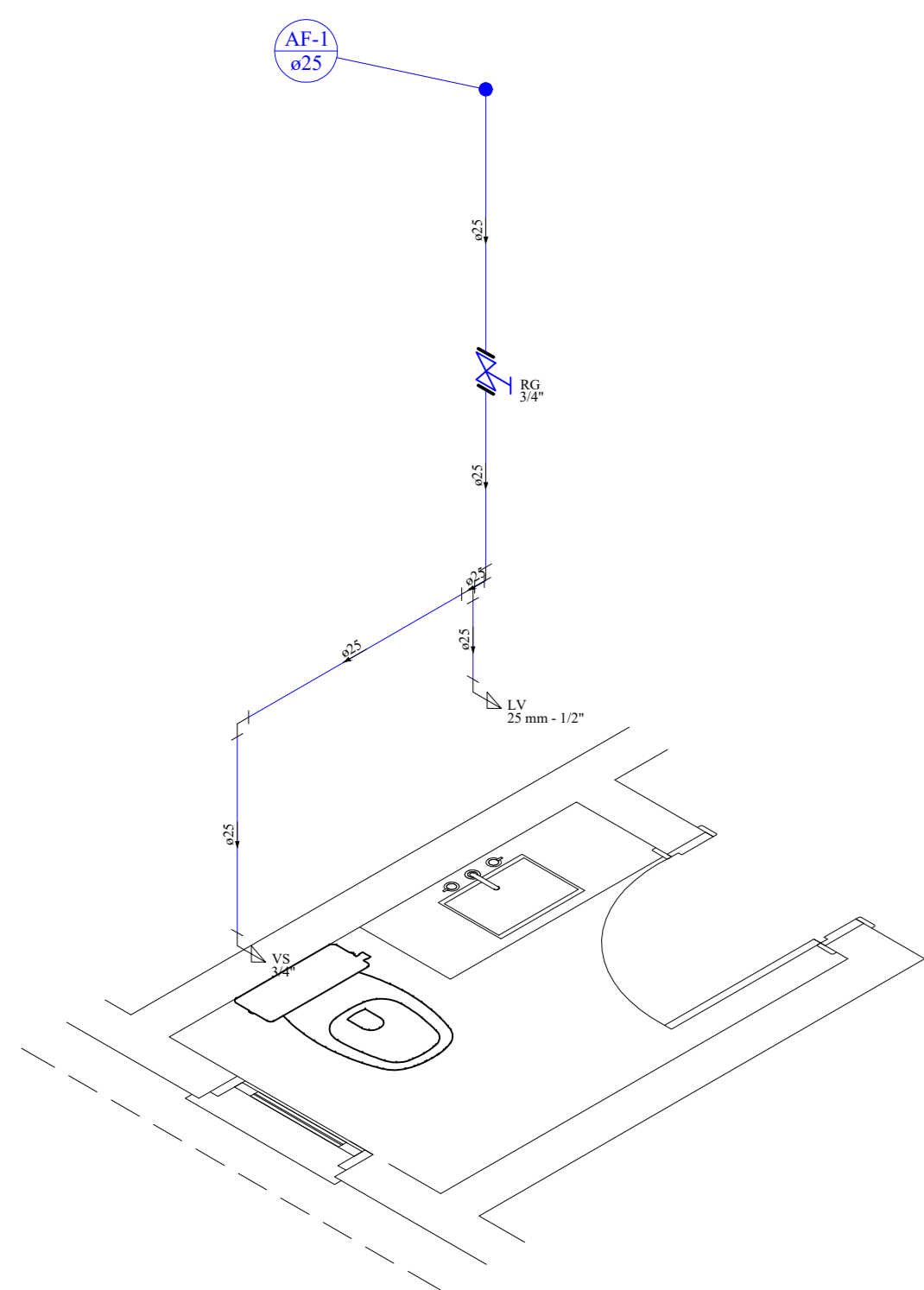
PRANCHA:
 Caminho crítico AF e Quantitativos

PAVIMENTO: XXXX	UNIDADE: XXXX	CONJUNTO: XXXX
--------------------	------------------	-------------------

PROPRIETÁRIO:
XXXX

DESENHO: XXXX	DATA: XXXX	FOLHA: 4/4
------------------	---------------	---------------

APÊNDICE 3 – PROJETO HIDROSSANITÁRIO QIBUILDER

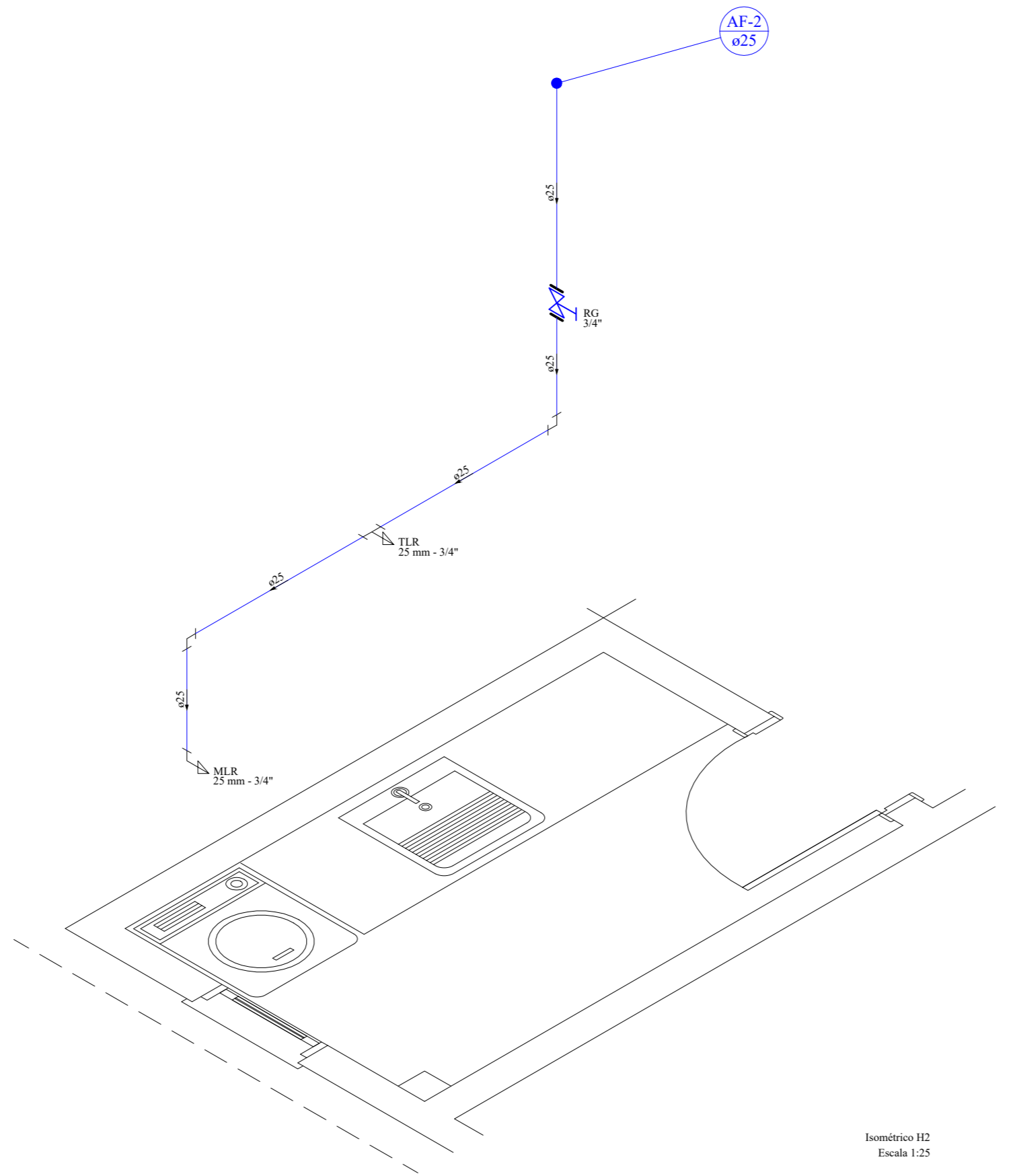


Lista de Materiais	
Aparelho	
Torneira de lavatório	1 pc
25 mm - 1/2"	
Vaso Sanitário c/ ex. acoplada	1 pc
1/2"	
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	1 pc
3/4"	
PVC Acessórios	
Bolsa de ligação p/ vaso sanitário	1 pc
1.1/2"	
Engate flexível cobre cromado com canopla	1 pc
1/2 - 30cm	
Engate flexível plástico	1 pc
1/2 - 30cm	
PVC rígido soldável	
Joelho de redução soldável c/ rosca	1 pc
25 mm - 1/2"	
PVC rígido soldável	
Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro	1 pc
25 mm - 3/4"	
Joelho 90° soldável	2 pc
25 mm	
Tubo	7.96 m
Tê 90° soldável	1 pc
25 mm	
PVC soldável azul c/ bucha latão	
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão	1 pc
25 mm - 1/2"	

Legenda das indicações
 LV Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2"
 RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - 3/4"
 VS Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4"

Legenda detalhada	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
Metais	
	Registro de gaveta bruto ABNT
	3/4"
PVC rígido soldável	
	Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro
	25 mm - 3/4"

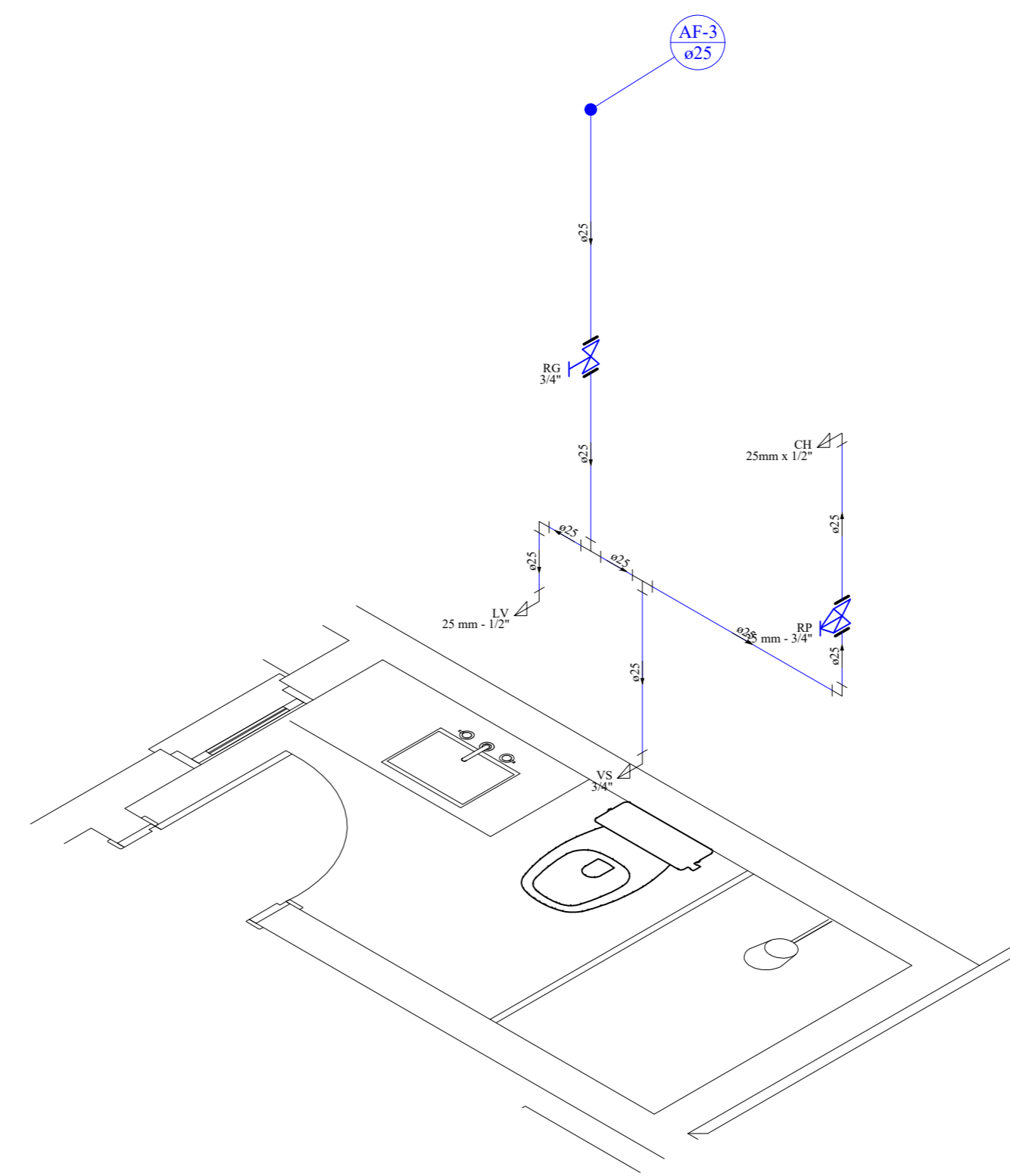
Isométrico 01
Escala 1:25



Lista de Materiais	
Aparelho	
Máquina de Lavar Louça	1 pc
25mm x 3/4"	
Torneira de Tanque de Lavar	1 pc
25mm x 3/4"	
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	1 pc
3/4"	
PVC rígido soldável	
Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro	2 pc
25 mm - 3/4"	
Joelho 90° soldável	2 pc
25 mm	
Lava de correr p/ tubo	1 pc
25 mm	
Tubo	8.38 m
PVC soldável azul c/ bucha latão	
Joelho 90° soldável com bucha de latão	1 pc
25 mm - 3/4"	
Tê sold c/ bucha latão bolsa central	1 pc
25 mm - 3/4"	

Legenda
 Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável

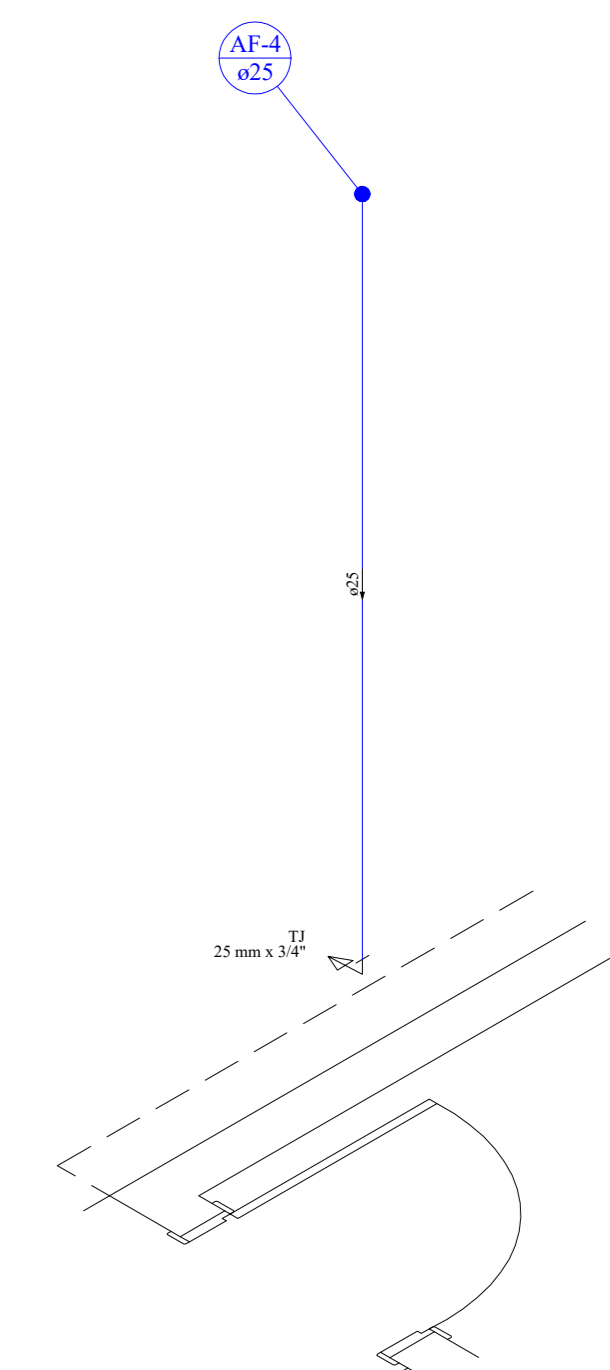
Isométrico 02
Escala 1:25



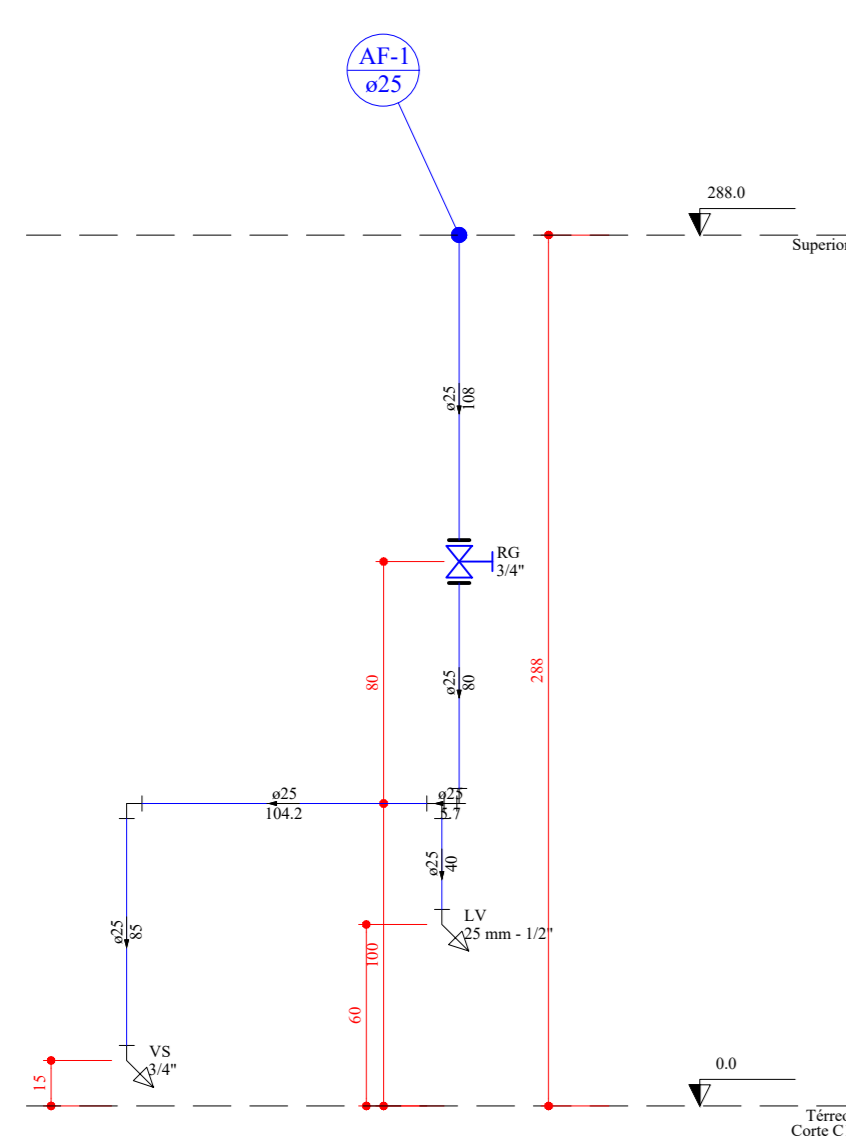
Lista de Materiais	
Aparelho	
Chuveiro	1 pc
25mm x 1/2"	
Torneira de lavatório	1 pc
25 mm - 1/2"	
Vaso Sanitário c/ ex. acoplada	1 pc
1/2"	
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	1 pc
3/4"	
Registro de pressão c/ canopla cromada	2 pc
3/4"	
PVC Acessórios	
Bolsa de ligação p/ vaso sanitário	1 pc
1.1/2"	
Engate flexível cobre cromado com canopla	1 pc
1/2 - 30cm	
Engate flexível plástico	1 pc
1/2 - 30cm	
PVC misto soldável	
Joelho de redução soldável c/ rosca	1 pc
25 mm - 1/2"	
Lava soldável c/ rosca	2 pc
25 mm - 3/4"	
PVC rígido soldável	
Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro	4 pc
25 mm - 3/4"	
Joelho 90° soldável	2 pc
25 mm	
Lava de correr p/ tubo	1 pc
25 mm	
Tubo	10.8 m
Tê 90° soldável	2 pc
25 mm	
PVC soldável azul c/ bucha latão	
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão	2 pc
25 mm - 1/2"	

Legenda
 Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
 Registro de Pressão com PVC soldável

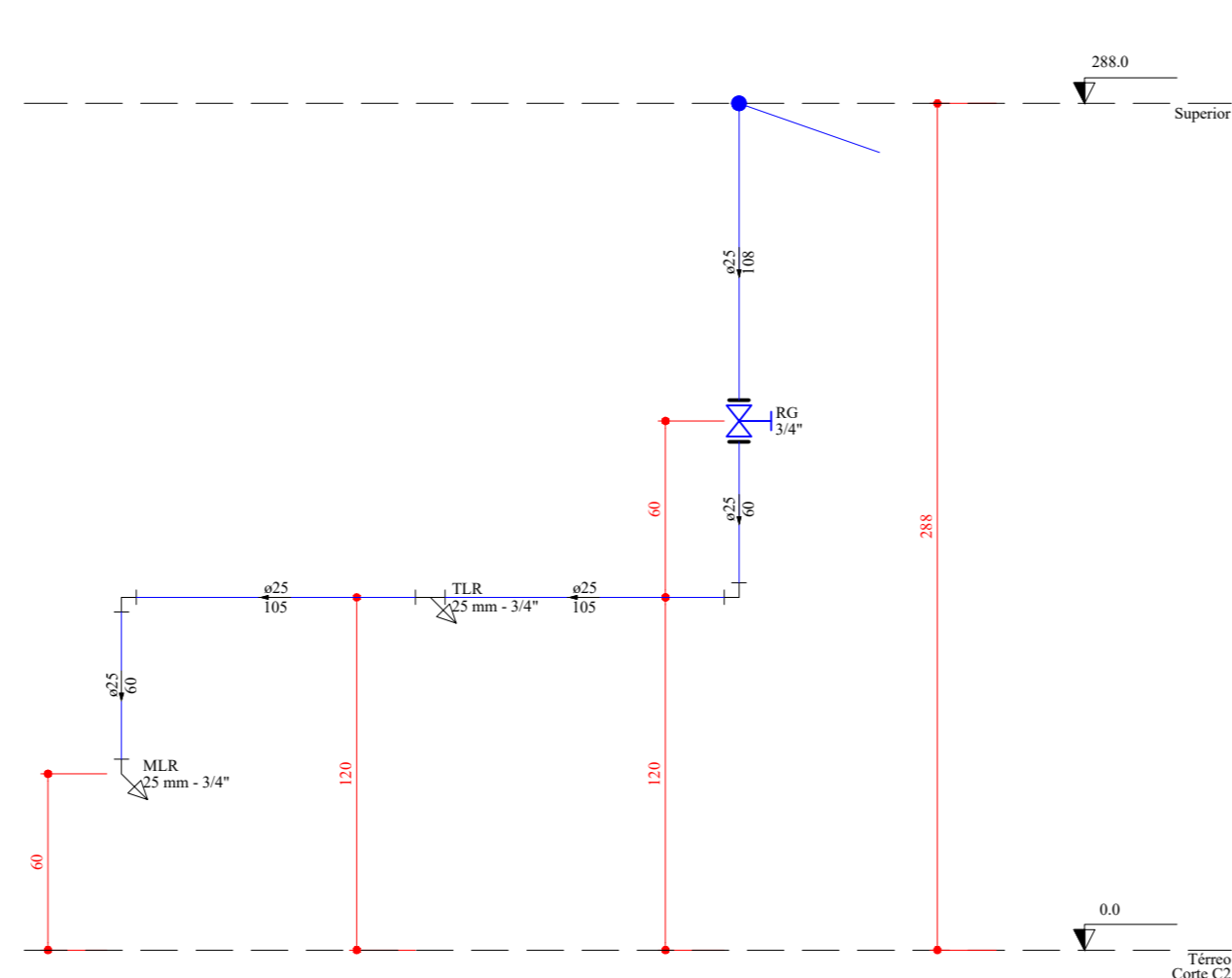
Isométrico 03
Escala 1:25



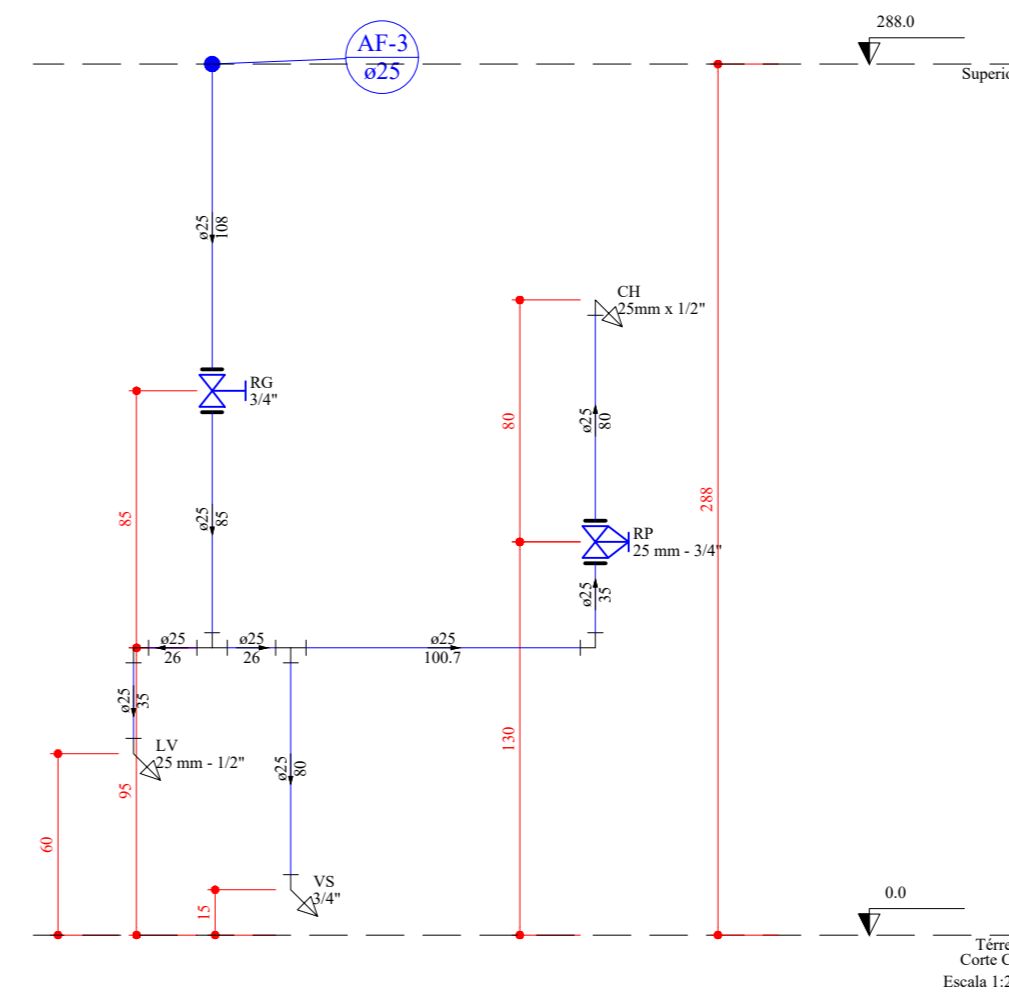
Isométrico 04
Escala 1:25



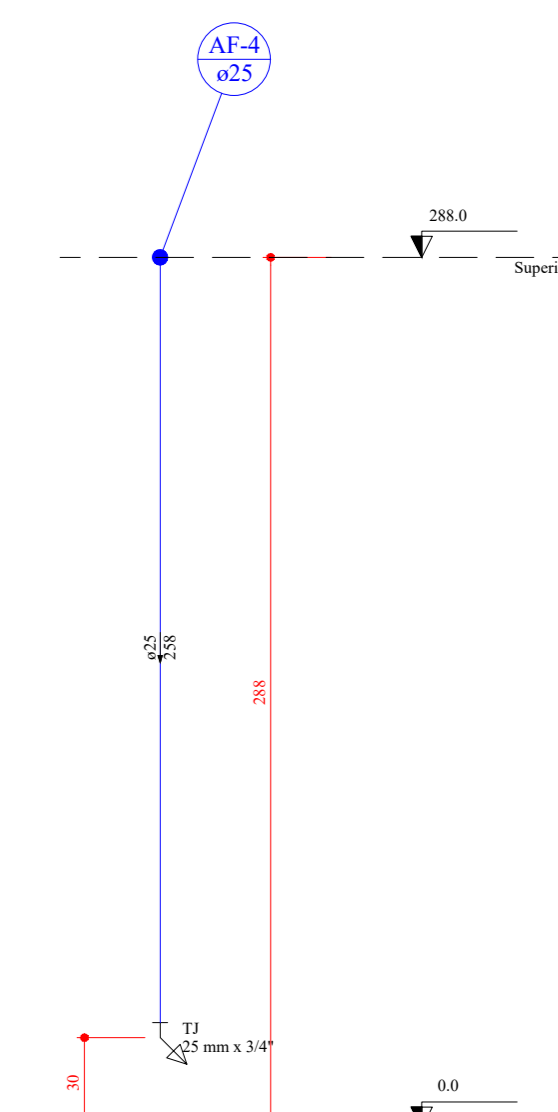
Isométrico 05
Escala 1:25



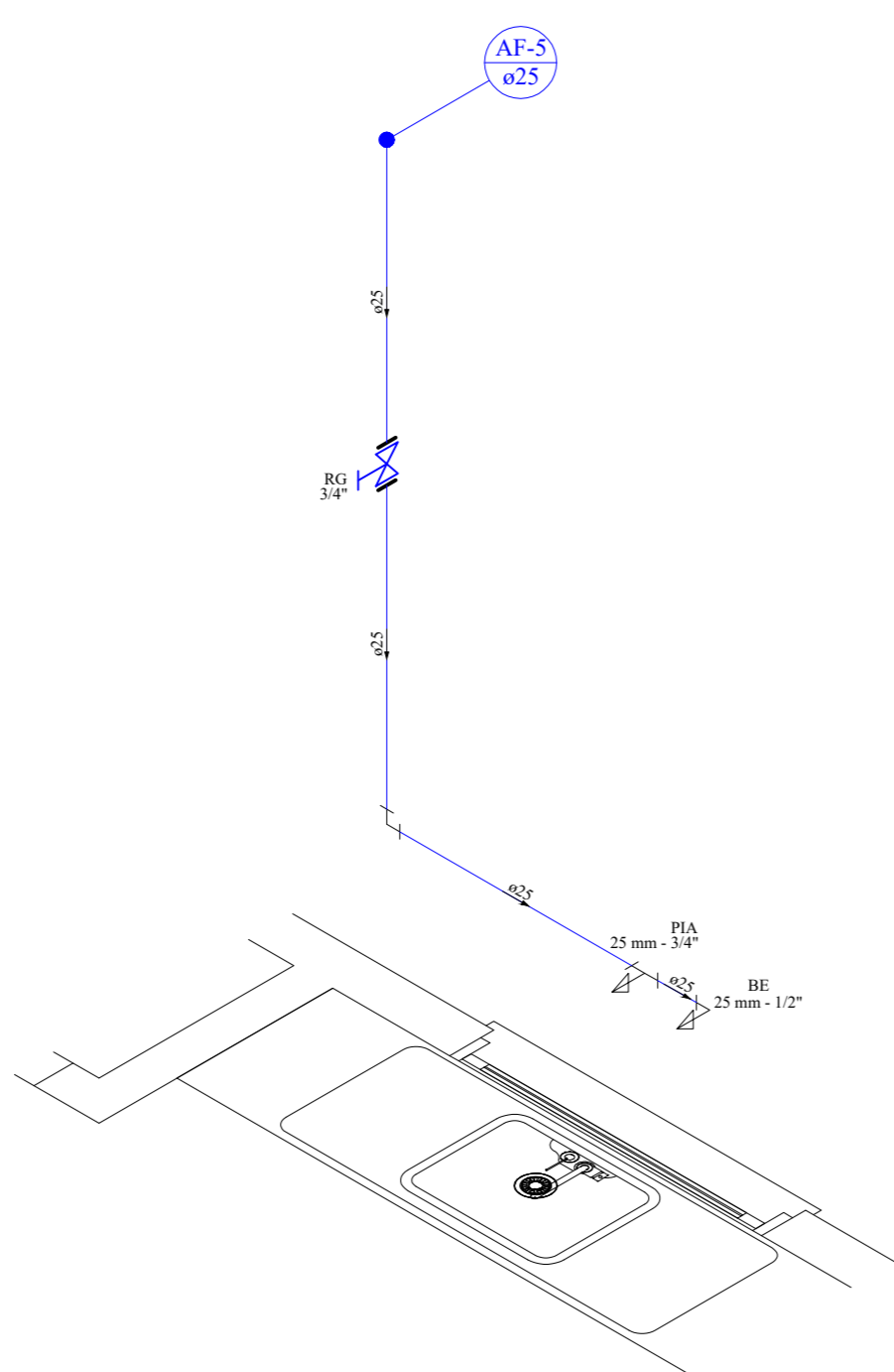
Isométrico 06
Escala 1:25



Isométrico 07
Escala 1:25



Isométrico 08
Escala 1:25

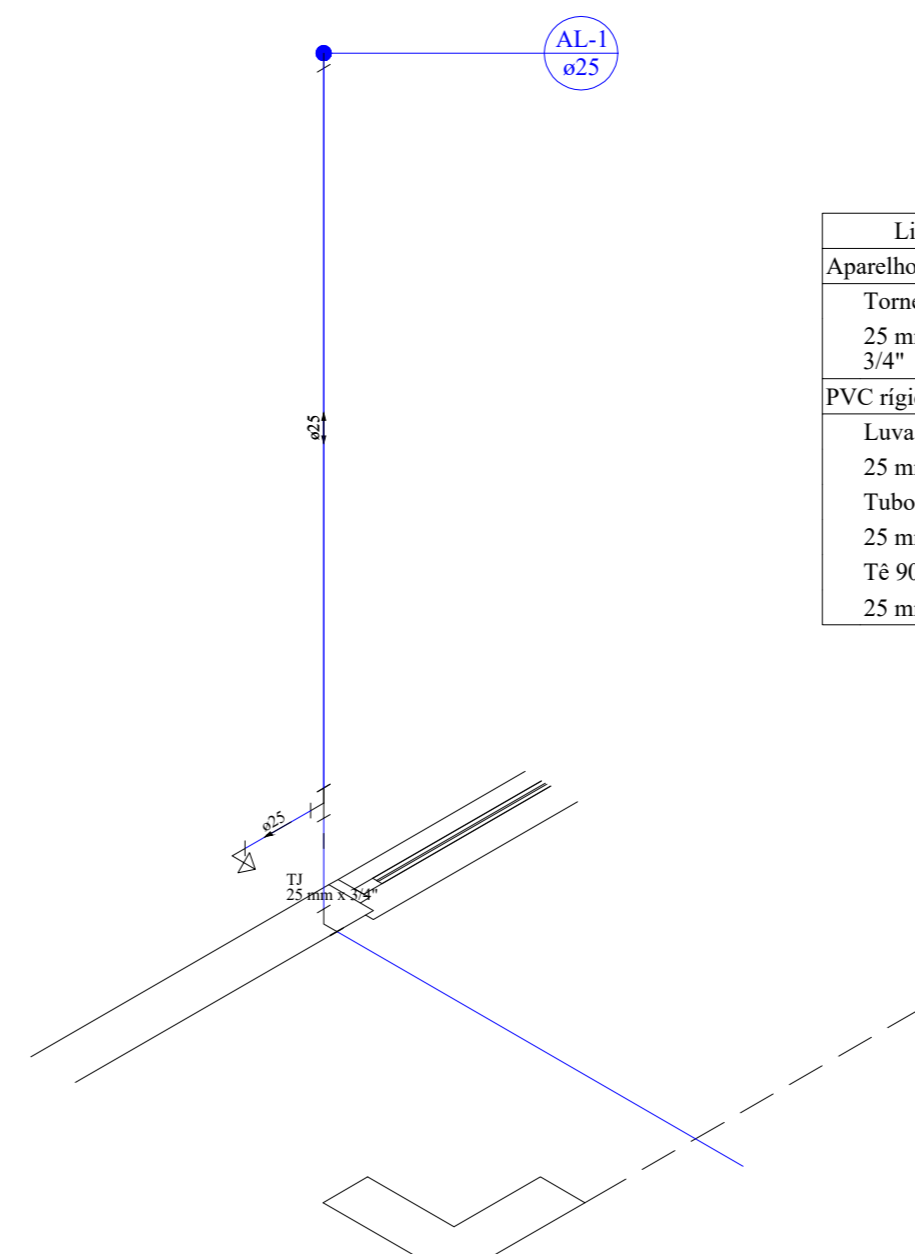


Lista de Materiais	
Aparelho	
Bebidouro	1 pc
25mm x 1/2"	
Torneira de Pia de Cozinha	1 pc
25mm - 3/4"	
Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	1 pc
3/4"	
PVC Acessórios	
Engate flexível plástico	1 pc
1/2 - 30cm	
PVC rígido soldável	
Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro	2 pc
25 mm - 3/4"	
Joelho 90° soldável	1 pc
25 mm	
Lava de correr p/ tubo	1 pc
25 mm	
Tubo	6.74 m
25 mm	
PVC soldável azul c/ bucha latão	
Joelho de redução 90° soldável com bucha de latão	1 pc
25 mm - 1/2"	
Tê sold c/ bucha latão bolsa central	1 pc
25 mm - 3/4"	

Legenda
 Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável

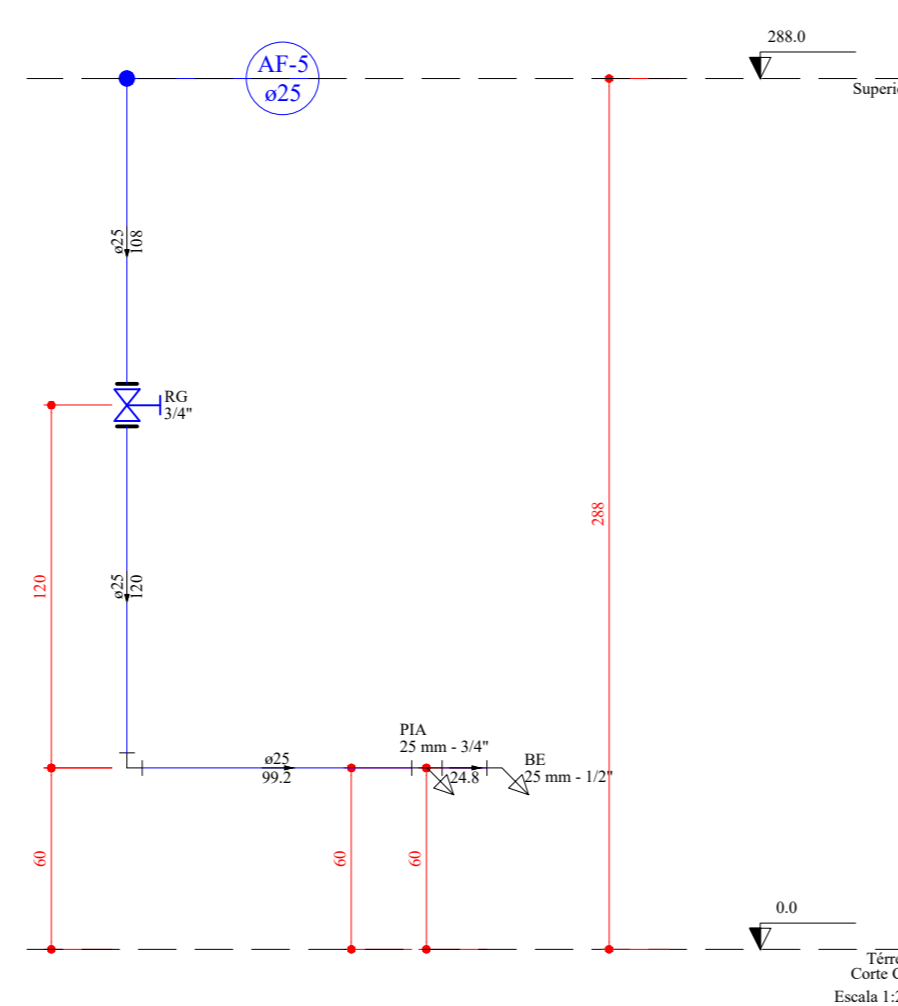
Legenda detalhada	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável
Metais	
	Registro de gaveta bruto ABNT
	3/4"
PVC rígido soldável	
	Adapt sold.corto c/bolsa-rosca p registro
	25 mm - 3/4"

Isométrico 09
Escala 1:25

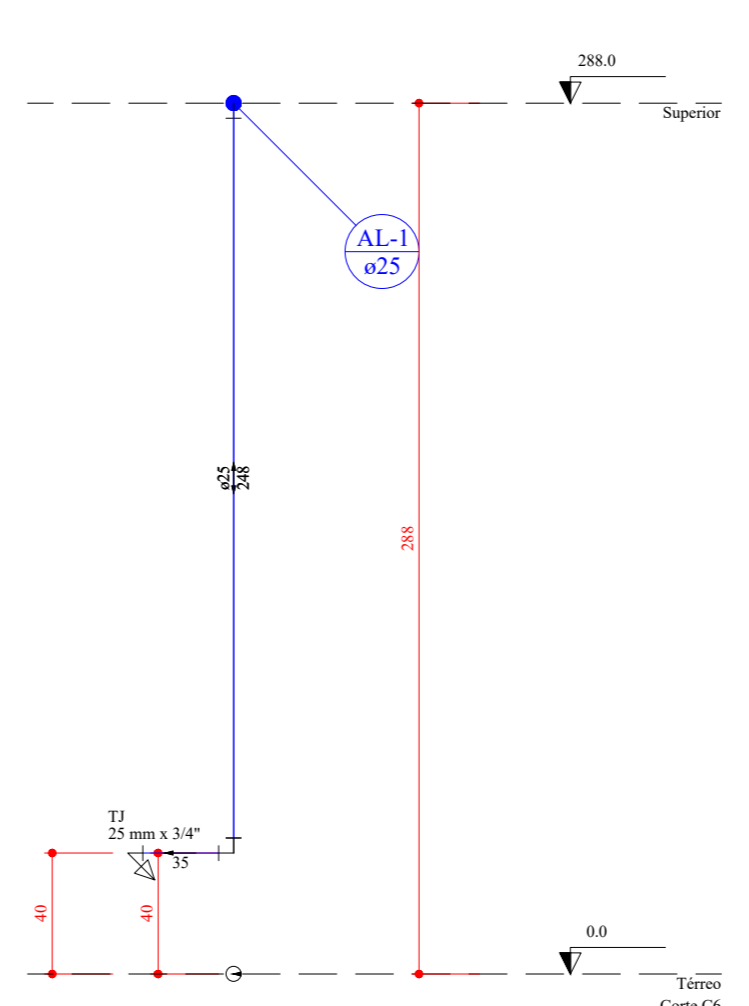


Lista de Materiais	
Aparelho	
Torneira de Jardim	1 pc
25 mm x 3/4"	
PVC rígido soldável	
Lava de correr p/ tubo	1 pc
25 mm	
Tubo	18.05 m
Tê 90° soldável	1 pc
25 mm	

Isométrico 10
Escala 1:25

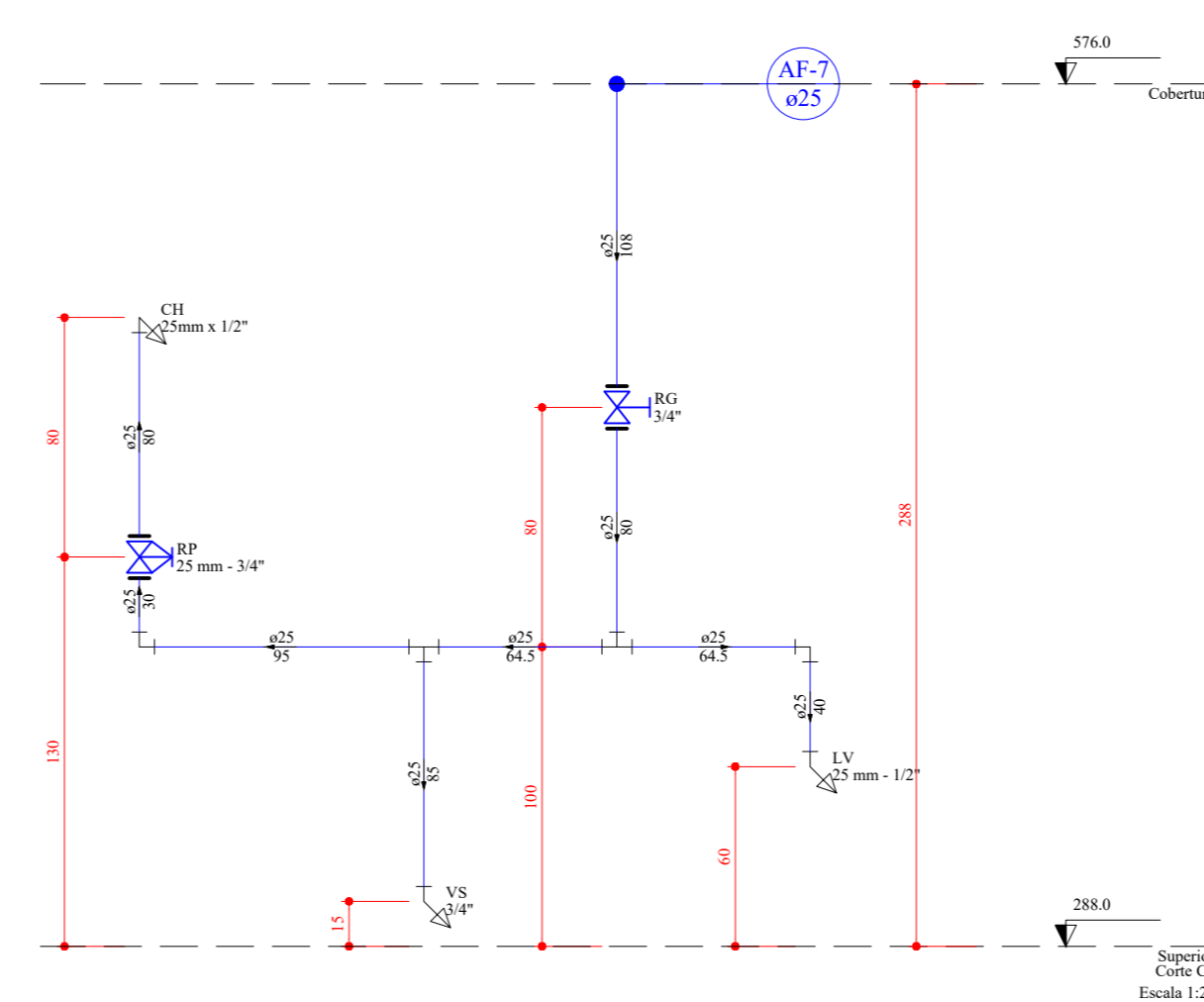
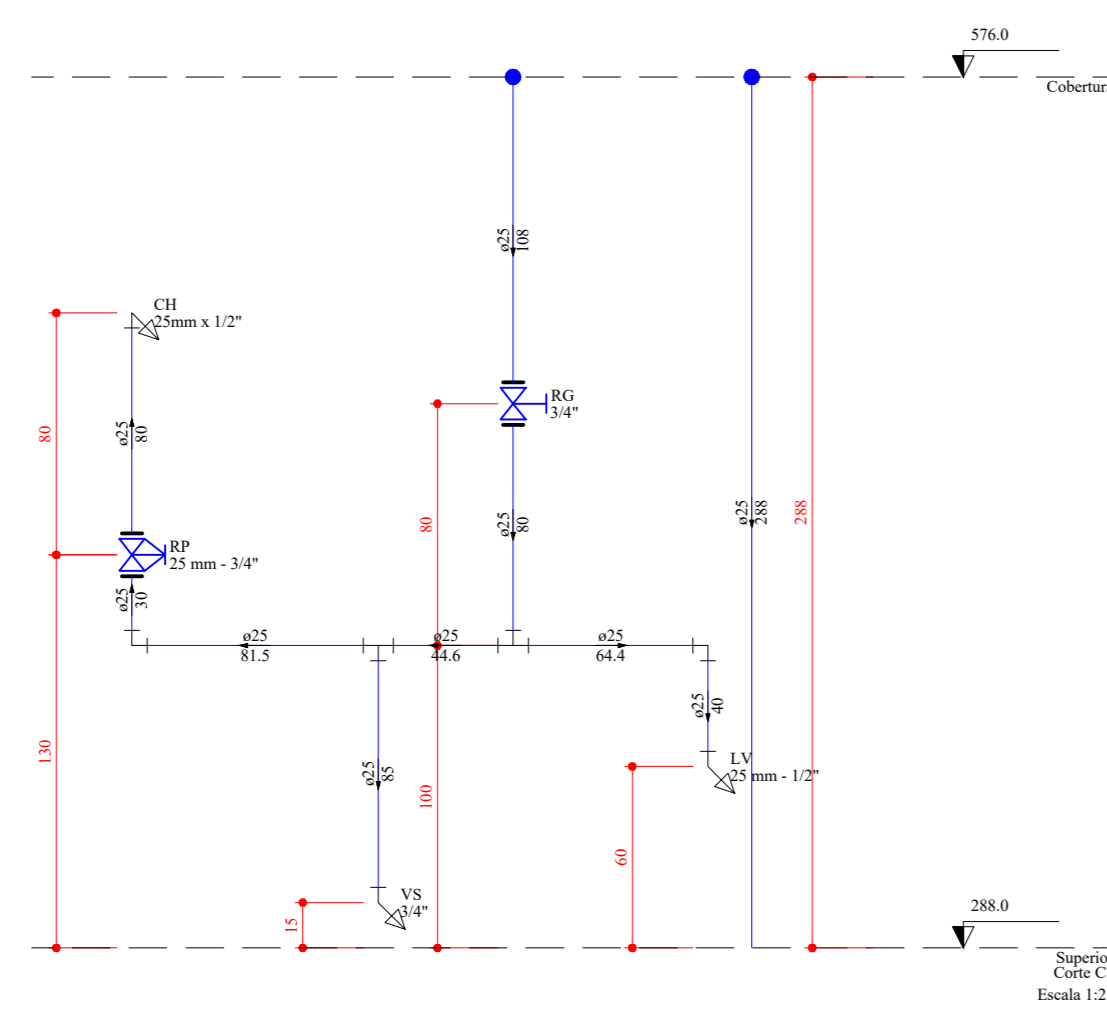
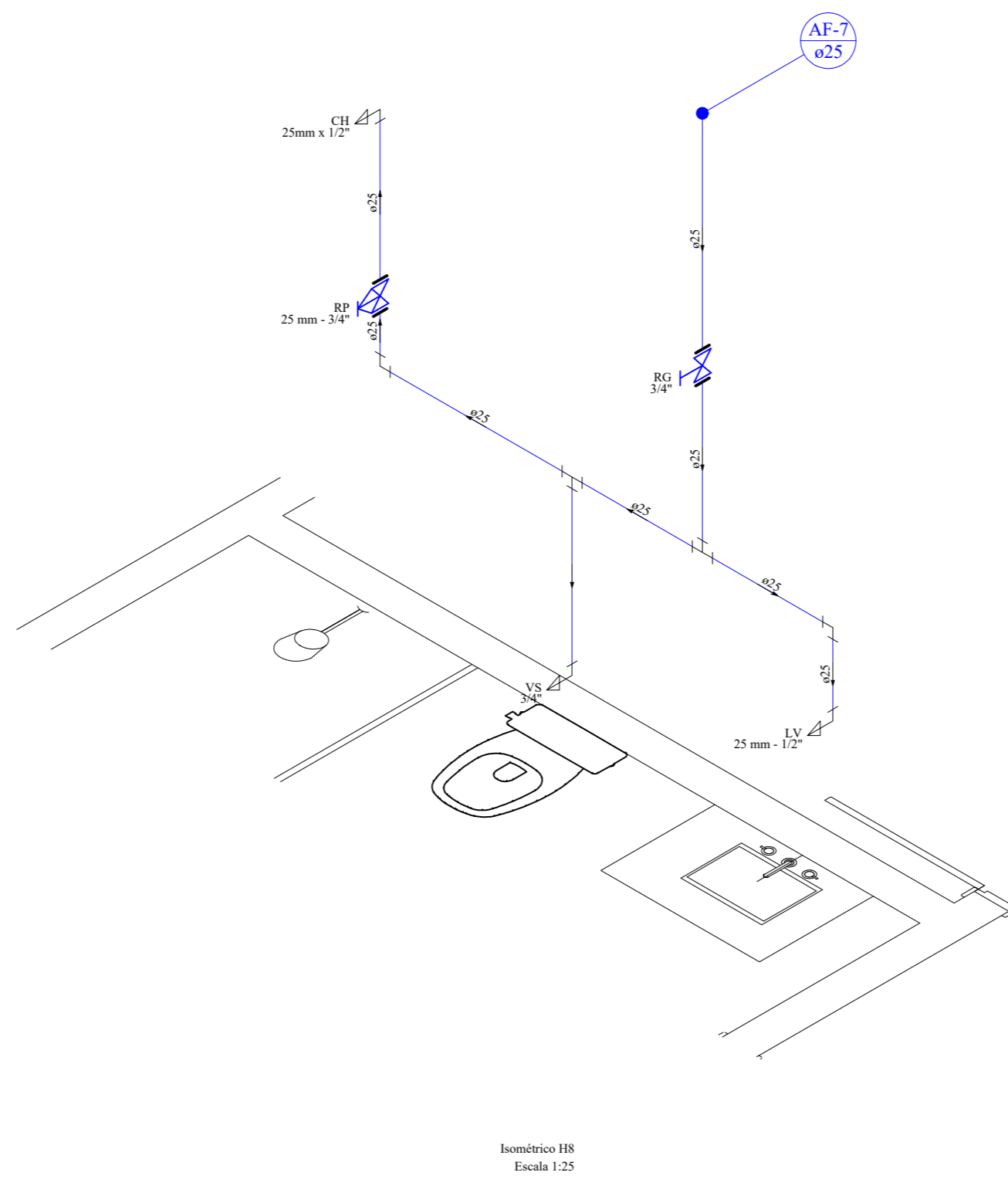
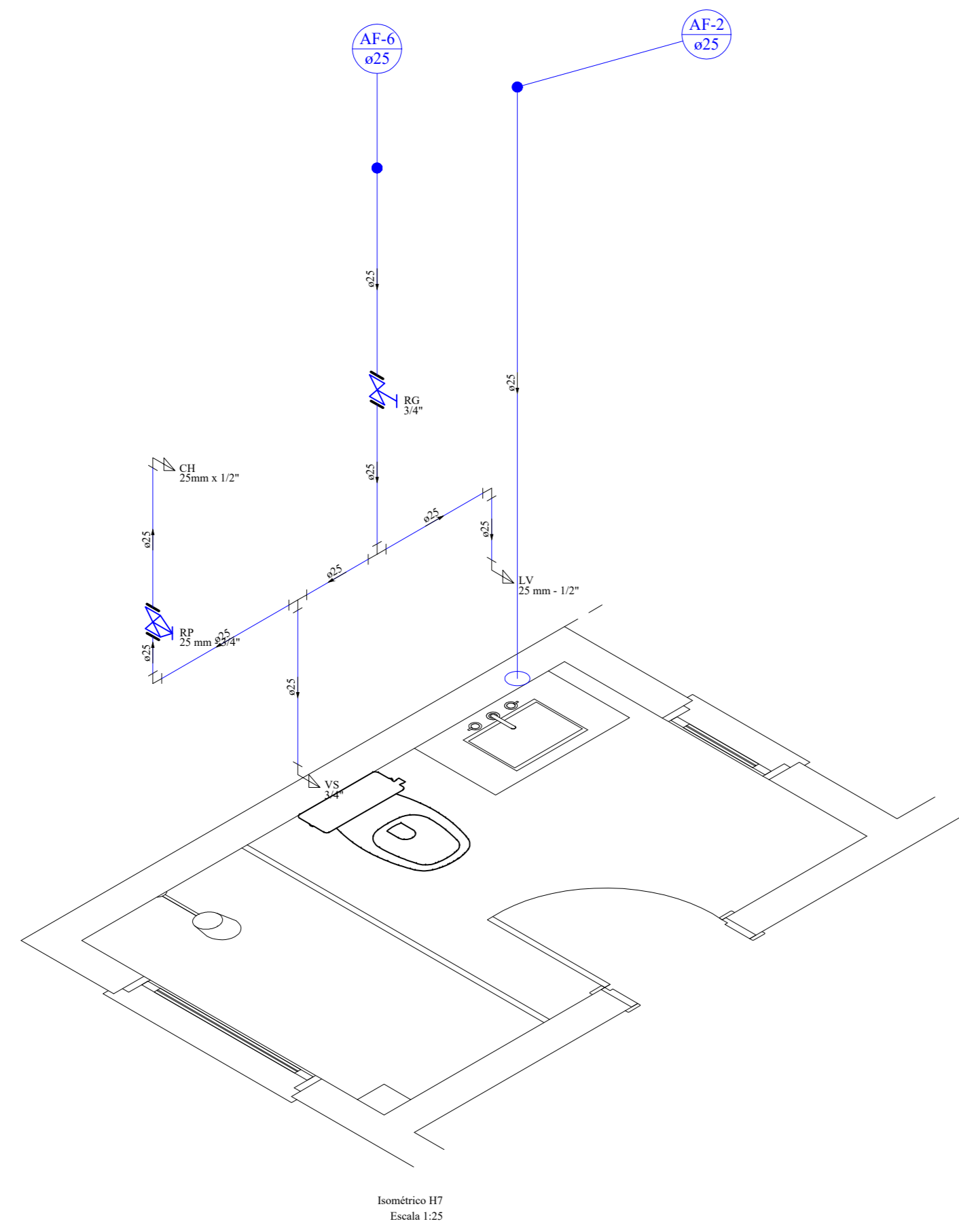


Isométrico 11
Escala 1:25



Isométrico 12
Escala 1:25

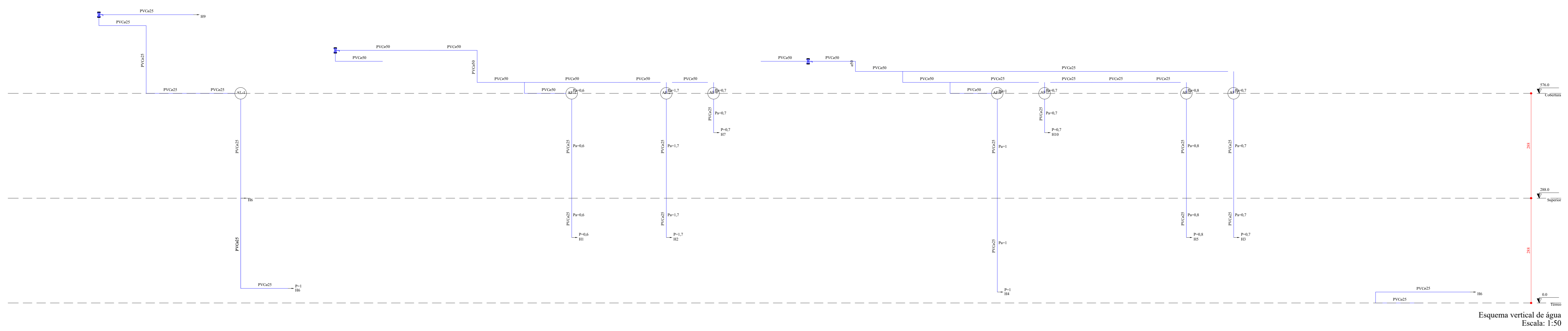
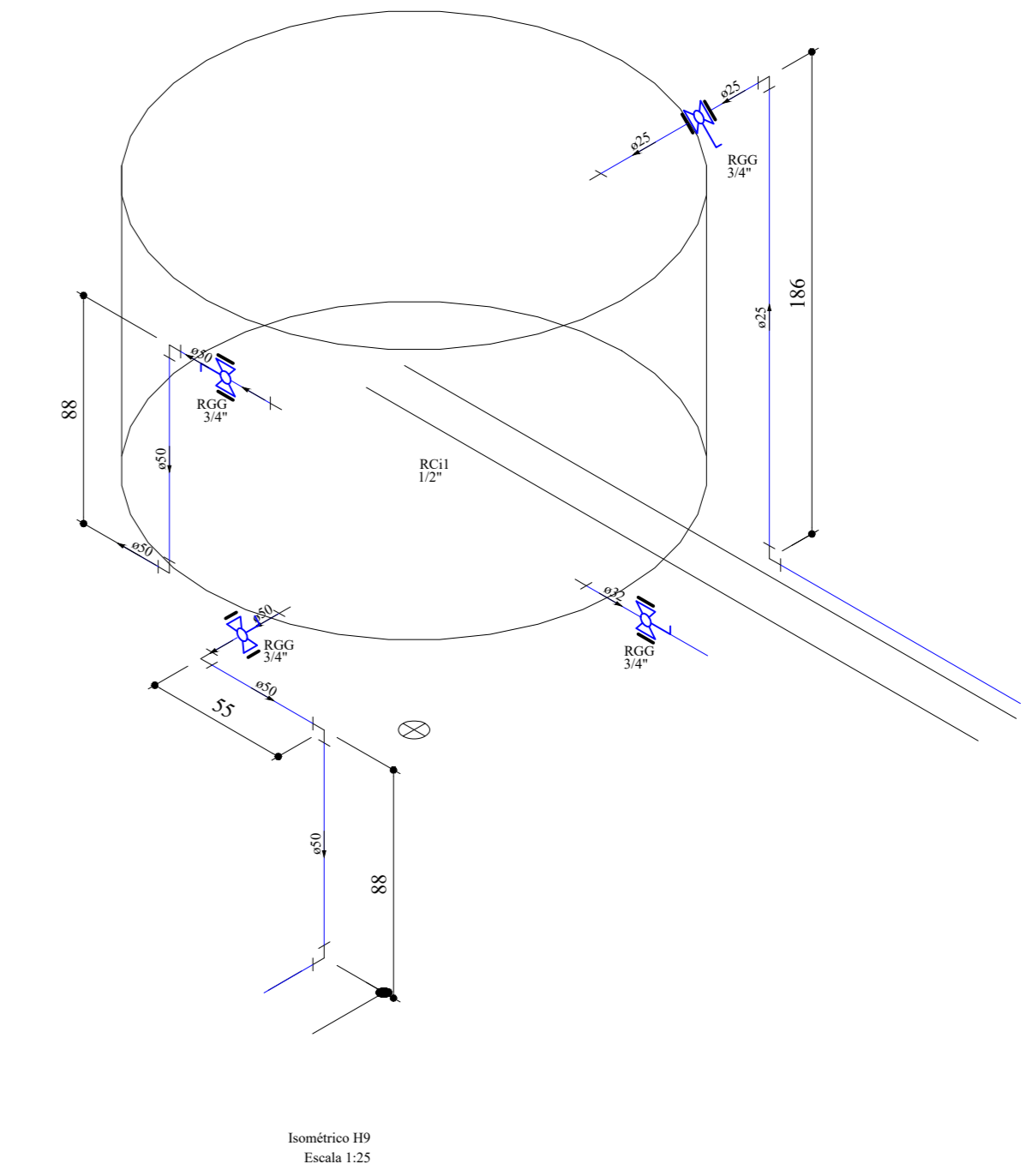
OBRA: XXXXX	
RESPONSÁVEL TÉCNICO: William Wolmann	
CREA: XXXXX	
PROPOSTA: XXXXX	
UNIDADE: XX	
CONJUNTO: X	
PROPRIETÁRIO: XXXXX	
FOLHA: 2 / 5	
DESENHO: XXXXX	
DATA: XXXXXXX	



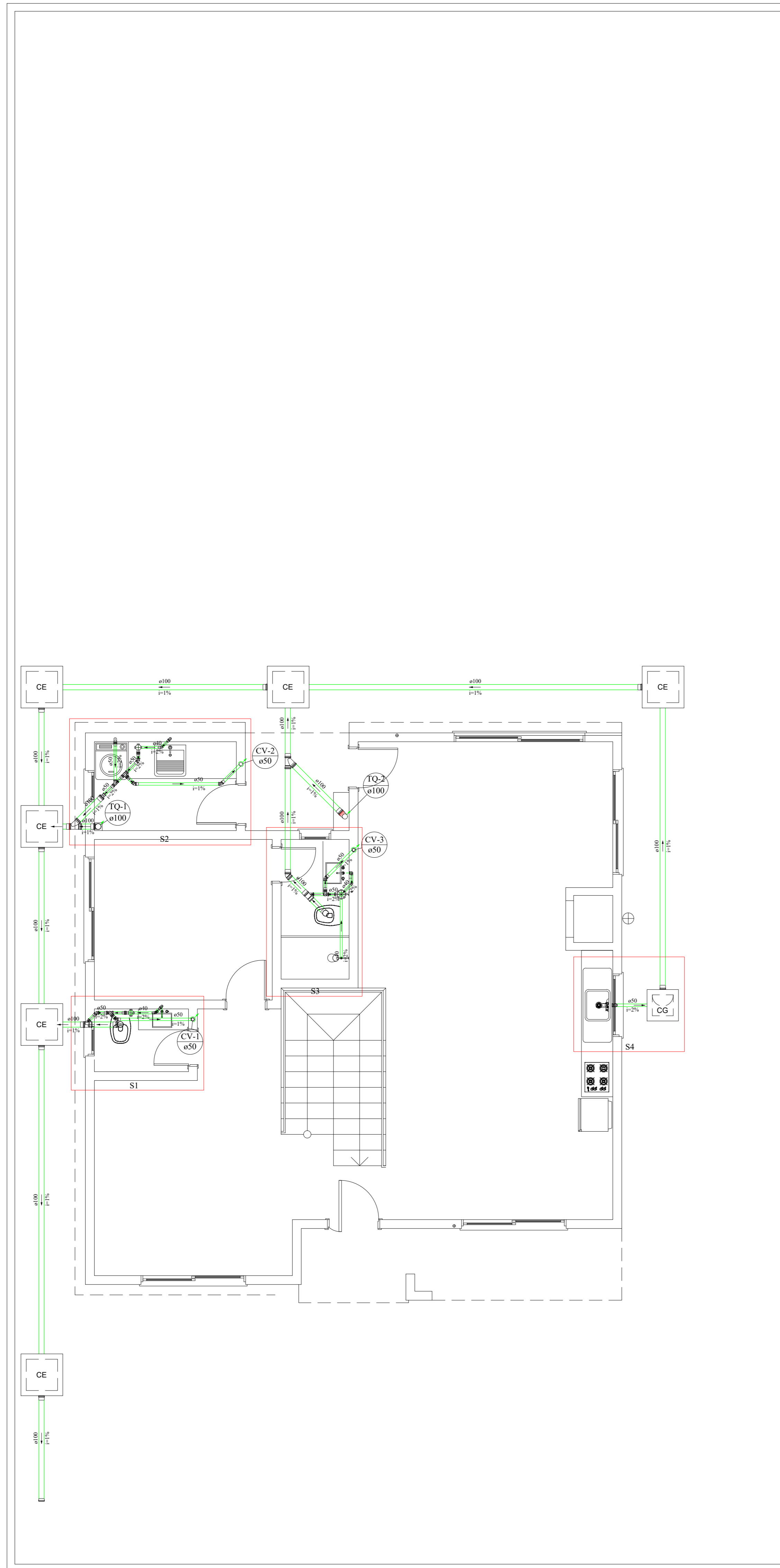
Lista de Materiais	
Metais	
Registro Globo	3/4"
PVC rígido soldável	3/4"
Adapt. sold. c/ flange livre p/ cx. d'água	25 mm - 3/4"
Adapt. sold. longo c/ flange p/ cx. d'água	20 mm - 1/2"
Adapt. sold. curto c/bola-esca p registro	25 mm - 3/4"
Joelho 90° soldável	3/4"
25 mm	2 pc
50 mm	3 pc
25 mm	14,45 m
32 mm	4,22 m
50 mm	4,82 m
Reservatório cilíndrico	
Sistema	2000 L
	1 pc

Legenda das indicações
RGG Registro globo c/ PVC soldável - 3/4"

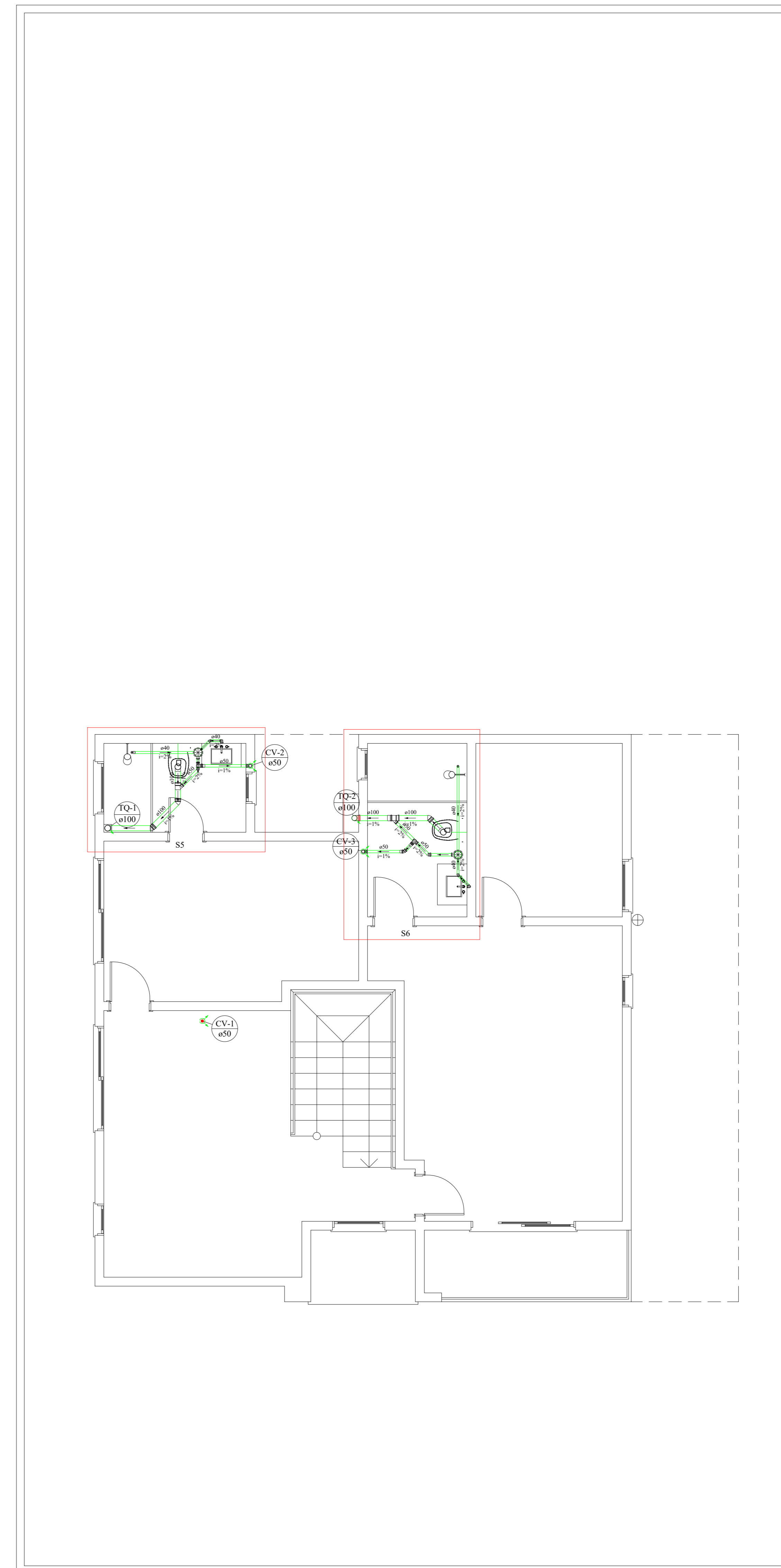
Legenda detalhada	
RGG	Registro globo c/ PVC soldável
Metais	
Registro Globo	3/4"
PVC rígido soldável	
Adapt. sold. curto c/bola-esca p registro	25 mm - 3/4"
	2 pc



OBRA	XXXXXX
RESPONSÁVEL TÉCNICO	XXXXXX
PROJETA	William Wolmann
PROPRIETÁRIO	XXXXXX
DESENHO	XXXXXX
DATA	XXXXXXXX
CONJUNTO	X
FOLHA	3 / 5

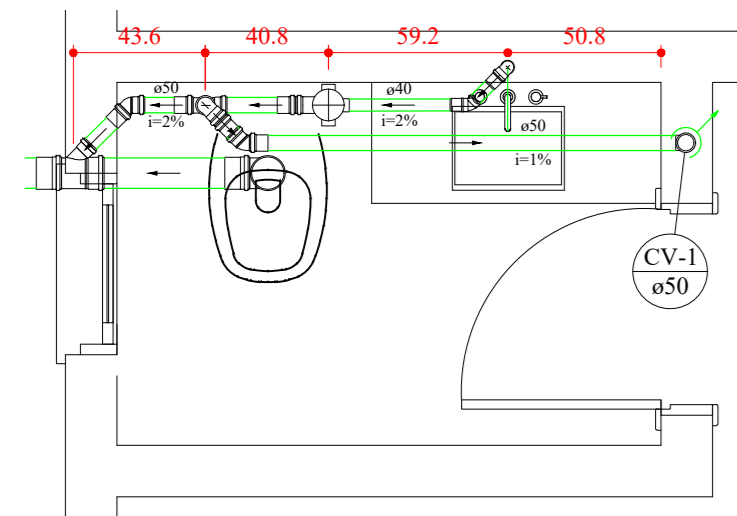


PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO
Escala 1:50



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR
Escala 1:50

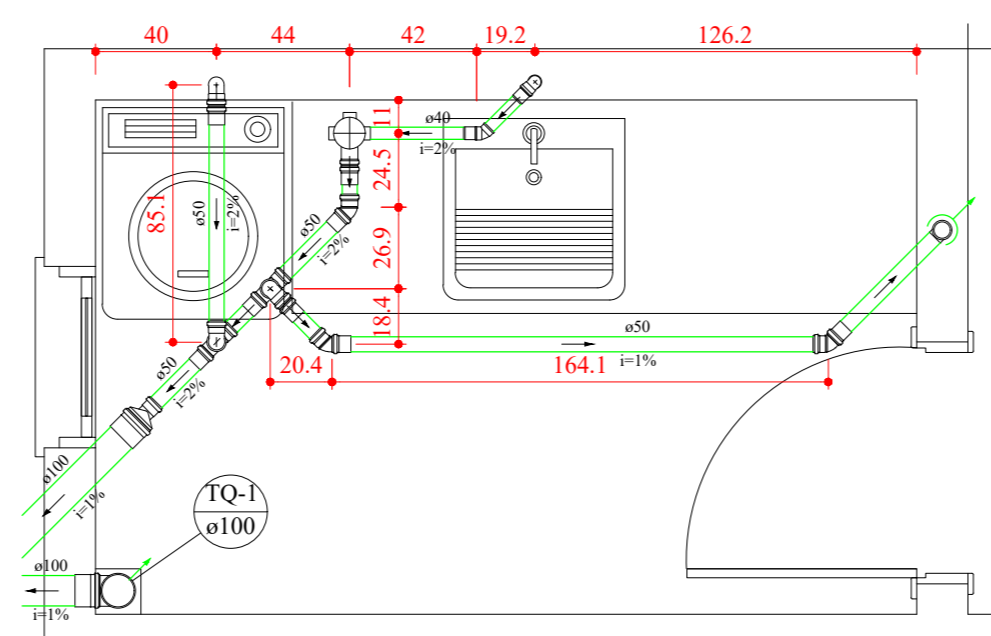
OBRA: XXXXX		
RESPONSÁVEL TÉCNICO: William Wolmann		
CREA: XXXXX		
PROJETO: Plantas Baixas - Esgoto Sanitário		
PAVIMENTO: XXXXX	UNIDADE: XX	CONJUNTO: X
PROPRIETÁRIO: XXXXX	DATA: XXXXXXX	FOLHA: 4 / 5



DETALHE S1
Escala 1:50

Lista de Materiais	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada inativada 100x100x50	1 pc
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 40 mm	2 pc
Joelho 45 40 mm	1 pc
50 mm	2 pc
Joelho 90 100 mm	1 pc
50 mm	2 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	2 pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	1.27 m
50 mm - 2"	2.14 m
Tubo rígido c/ ponta e bolsa soldável 40 mm	0.58 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm	1.2 m
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	1 pc

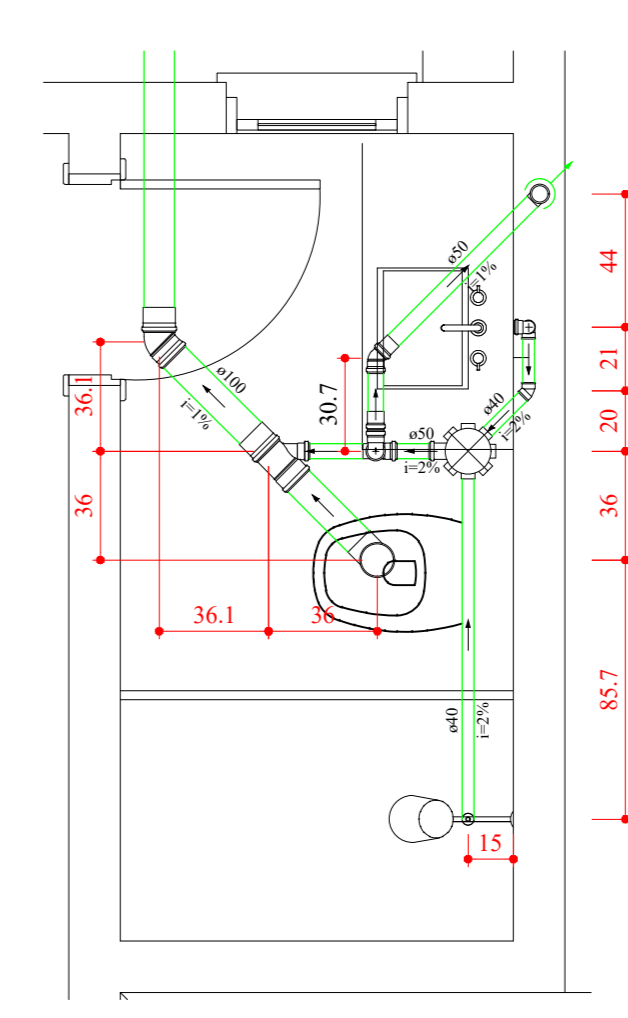
Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Joelho 45
	Joelho 90 - coluna
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Ramais de Ventilação
	Vaso Sanitário c/ 90°



DETALHE S2
Escala 1:50

Lista de Materiais	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada inativada 100x100x50	1 pc
Sifão flexível c/ Adaptador 1.1/2" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ tanque 1.1/2"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 40 mm	2 pc
Joelho 45 40 mm	1 pc
50 mm	3 pc
Joelho 90 100 mm	1 pc
50 mm	7 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	2 pc
Redução excêntrica 100 mm - 50 mm	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	0.93 m
50 mm - 2"	3.91 m
Tubo rígido c/ ponta e bolsa soldável 40 mm	0.62 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 40 mm	1.2 m
50 mm - 2"	1.2 m
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	2 pc

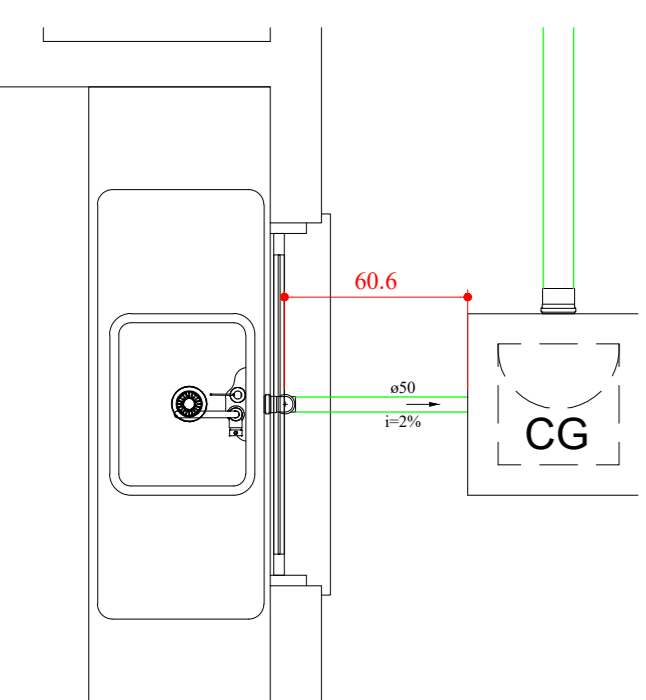
Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Joelho 45
	Joelho 90 - coluna
	Máquina de Lavar Roupas DN 50mm
	Ramais de Ventilação
	Redução excêntrica - superior
	Tanque de Lavar Roupas DN 40mm



DETALHE S3
Escala 1:50

Lista de Materiais	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada 150x150x50	2 pc
Rabo sifonado alt. reg. saída 40 100 mm - 40 mm	2 pc
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 100 mm	2 pc
40 mm	4 pc
Joelho 45 100 mm	1 pc
40 mm	1 pc
50 mm	1 pc
Joelho 90 50 mm	2 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	2 pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	2.46 m
50 mm - 2"	0.93 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	0.56 m
40 mm	4.21 m
50 mm - 2"	0.75 m
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	1 pc

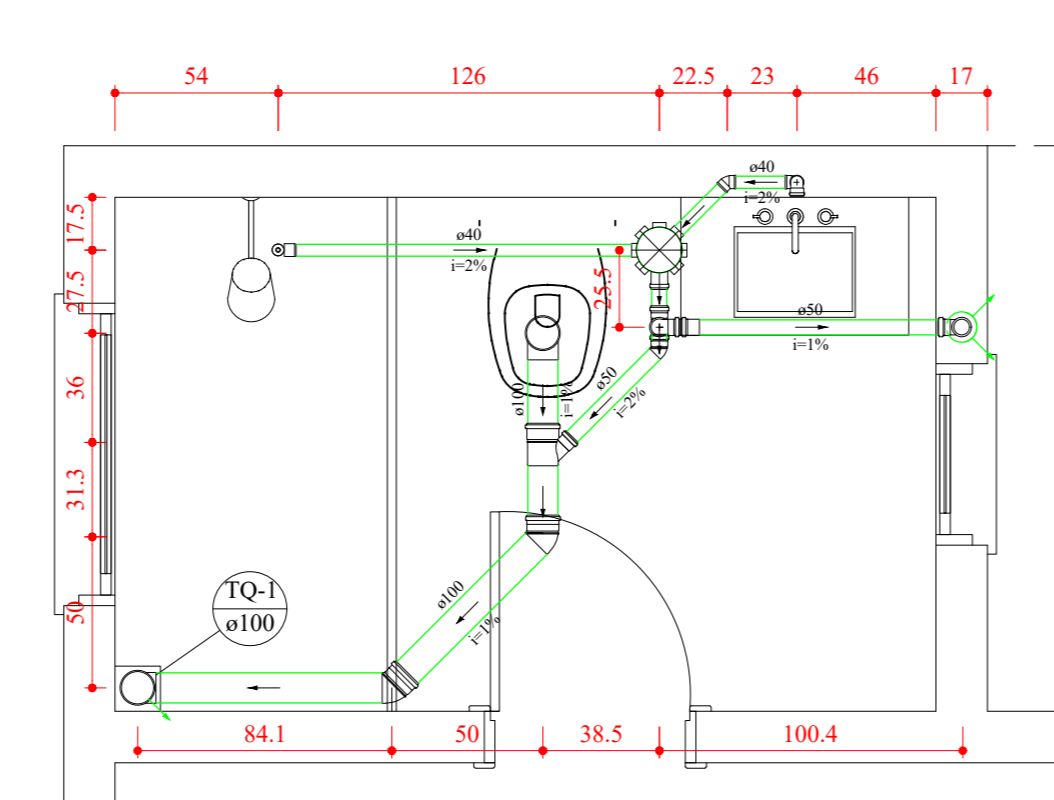
Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Chuveiro Residencial
	Joelho 45
	Joelho 90 - coluna
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Ramais de Ventilação
	Vaso Sanitário c/ curva 90°



DETALHE S4
Escala 1:50

Lista de Materiais	
Caixas de Passagem	
Caixa de passagem CG 60x60x60	1 pc
PVC Acessórios	
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 2"	1 pc
Válvula p/ pia 1"	1 pc
PVC Esgoto	
Joelho 90 50 mm	2 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	6.08 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 50 mm - 2"	2.41 m

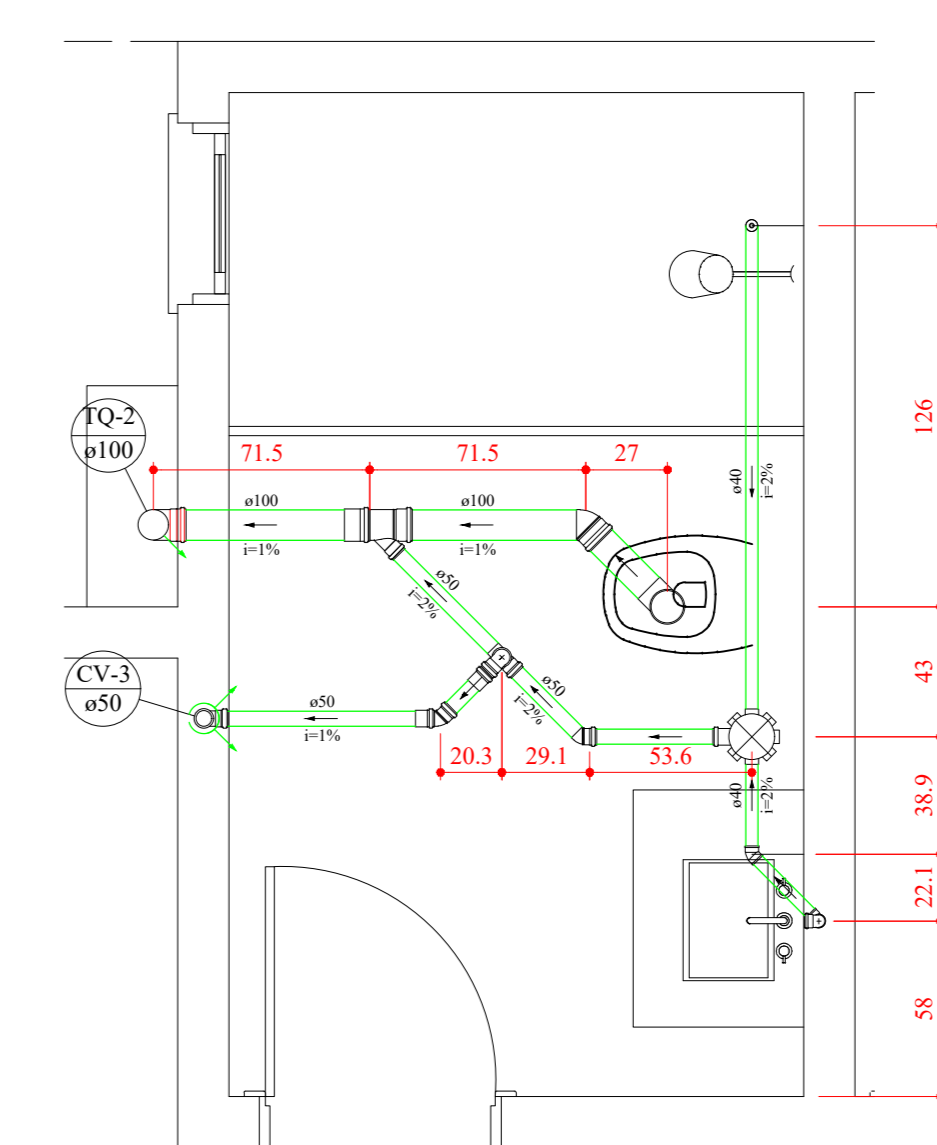
Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixas de Goedura
	Pia de Cerâmica Residencial com Sifão 50mm



DETALHE S5
Escala 1:50

Lista de Materiais	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada 150x150x50	2 pc
Rabo sifonado alt. reg. saída 40 100 mm - 40 mm	2 pc
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 100 mm	2 pc
40 mm	4 pc
Joelho 45 100 mm	2 pc
50 mm	1 pc
Joelho 90 100 mm	1 pc
50 mm	1 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	2 pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	10.62 m
50 mm - 2"	9.32 m
Tubo rígido c/ ponta e bolsa soldável 40 mm	1.15 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	3.4 m
40 mm	2.11 m
50 mm - 2"	1.02 m
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	2 pc

Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Chuveiro Residencial
	Joelho 45
	Joelho 90 - coluna
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Ramais de Ventilação
	Tê sanitário - coluna
	Vaso Sanitário c/ curva 90°



DETALHE S6
Escala 1:50

Lista de Materiais	
PVC Acessórios	
Caixa sifonada 150x150x50	2 pc
Rabo sifonado alt. reg. saída 40 100 mm - 40 mm	2 pc
Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 1.1/2"	2 pc
Válvula p/ lavatório e tanque 1"	2 pc
PVC Esgoto	
Curva 90 curta 100 mm	2 pc
40 mm	4 pc
Joelho 45 100 mm	1 pc
40 mm	1 pc
50 mm	2 pc
Joelho 90 100 mm	1 pc
50 mm	1 pc
Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40 mm - 1.1/2"	2 pc
Junção simples 100 mm - 50 mm	1 pc
Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100 mm - 4"	6.90 m
50 mm - 2"	6.90 m
Tubo rígido c/ ponta lisa 100 mm - 4"	1.58 m
40 mm	5.56 m
50 mm - 2"	2.38 m
Tê sanitário 50 mm - 50 mm	2 pc

Legenda das indicações	
Legenda	
	Caixa Sifonada
	Chuveiro Residencial
	Joelho 45
	Joelho 90 - coluna bobu
	Junção simples
	Lavatório Residencial com sifão
	Ramais de Ventilação
	Tê sanitário - coluna
	Vaso Sanitário c/ curva 90°

APÊNDICE 4 – MEMORIAL DE CÁLCULO QIBUILDER

LAVATÓRIO – LAVABO - TÉRREO

Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.60 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.23	40	0.18	1.44	2.20	3.64	0.0015	0.01	5.76	0.00	0.79	0.78
6-7	0.23	20	0.74	0.00	0.06	0.06	0.0386	0.00	5.76	0.00	0.78	0.78
7-8	0.23	20	0.74	2.88	1.20	4.08	0.0386	0.16	5.76	2.88	3.66	3.51
8-9	0.23	20	0.74	1.08	1.20	2.28	0.0386	0.09	2.88	1.08	4.59	4.50
9-10	0.23	20	0.74	0.80	0.20	1.00	0.0386	0.04	1.80	0.80	5.30	5.26
10-11	0.23	20	0.74	0.06	1.20	1.26	0.0386	0.05	1.00	0.00	5.26	5.21
11-12	0.16	20	0.52	0.40	2.40	2.80	0.0212	0.06	1.00	0.40	5.61	5.55
12-13	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	0.60	0.00	5.55	5.53

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	0.51	5.53	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	3	3.20	9.60
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	3	1.20	3.60
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	2.40	2.40
PVC	Lavatório com joelho de 90°	25 mm - 1/2"	1	1.20	1.20

VASO SANITÁRIO – LAVABO – TÉRREO

Conexão analisada

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.15 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.23	40	0.18	1.44	2.20	3.64	0.0015	0.01	5.76	0.00	0.79	0.78
6-7	0.23	20	0.74	0.00	0.06	0.06	0.0386	0.00	5.76	0.00	0.78	0.78
7-8	0.23	20	0.74	2.88	1.20	4.08	0.0386	0.16	5.76	2.88	3.66	3.51
8-9	0.23	20	0.74	1.08	1.20	2.28	0.0386	0.09	2.88	1.08	4.59	4.50
9-10	0.23	20	0.74	0.80	0.20	1.00	0.0386	0.04	1.80	0.80	5.30	5.26
10-11	0.23	20	0.74	0.06	1.20	1.26	0.0386	0.05	1.00	0.00	5.26	5.21
11-12	0.16	20	0.52	1.04	0.80	1.84	0.0212	0.04	1.00	0.00	5.21	5.17
12-13	0.16	20	0.52	0.85	1.20	2.05	0.0212	0.04	1.00	0.85	6.02	5.98
13-14	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	0.15	0.00	5.98	5.95

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.49	0.53	5.95	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	3	3.20	9.60
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	4	1.20	4.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.80	0.80
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	1.20	1.20

VASO SANITÁRIO – BANHEIRO 1 - TÉRREO

Conexão analisada

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.15 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.25	20	0.80	0.86	7.30	8.16	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.82	0.76
5-6	0.25	20	0.80	0.00	1.20	1.20	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.76	0.71
6-7	0.25	20	0.80	2.88	0.01	2.89	0.0442	0.13	5.76	2.88	3.59	3.46
7-8	0.25	20	0.80	1.08	0.01	1.09	0.0442	0.05	2.88	1.08	4.54	4.50
8-9	0.25	20	0.80	0.85	0.20	1.05	0.0442	0.05	1.80	0.85	5.35	5.30
9-10	0.19	20	0.60	0.26	2.40	2.66	0.0272	0.07	0.95	0.00	5.30	5.23
10-11	0.16	20	0.52	0.80	2.40	3.20	0.0212	0.07	0.95	0.80	6.03	5.96
11-12	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	0.15	0.00	5.96	5.93

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.49	0.55	5.93	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	1	1.20	1.20
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	2.40	4.80
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	1.20	1.20

LAVATÓRIO – BANHEIRO 1 – TÉRREO

Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.60 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.25	20	0.80	0.86	7.30	8.16	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.82	0.76
5-6	0.25	20	0.80	0.00	1.20	1.20	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.76	0.71
6-7	0.25	20	0.80	2.88	0.01	2.89	0.0442	0.13	5.76	2.88	3.59	3.46
7-8	0.25	20	0.80	1.08	0.01	1.09	0.0442	0.05	2.88	1.08	4.54	4.50
8-9	0.25	20	0.80	0.85	0.20	1.05	0.0442	0.05	1.80	0.85	5.35	5.30
9-10	0.16	20	0.52	0.26	2.40	2.66	0.0212	0.06	0.95	0.00	5.30	5.24
10-11	0.16	20	0.52	0.35	1.20	1.55	0.0212	0.03	0.95	0.35	5.59	5.56
11-12	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	0.60	0.00	5.56	5.53

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	0.50	5.53	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	2.40	2.40
PVC	Lavatório com joelho de 90°	25 mm - 1/2"	1	1.20	1.20

CHUVEIRO- BANHEIRO 1 - TÉRREO

Conexão analisada

Chuveiro - 25mm x 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 2.10 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.25	20	0.80	0.86	7.30	8.16	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.82	0.76
5-6	0.25	20	0.80	0.00	1.20	1.20	0.0442	0.05	5.76	0.00	0.76	0.71
6-7	0.25	20	0.80	2.88	0.01	2.89	0.0442	0.13	5.76	2.88	3.59	3.46
7-8	0.25	20	0.80	1.08	0.01	1.09	0.0442	0.05	2.88	1.08	4.54	4.50
8-9	0.25	20	0.80	0.85	0.20	1.05	0.0442	0.05	1.80	0.85	5.35	5.30
9-10	0.19	20	0.60	0.26	2.40	2.66	0.0272	0.07	0.95	0.00	5.30	5.23
10-11	0.10	20	0.32	1.01	0.80	1.81	0.0090	0.02	0.95	0.00	5.23	5.21
11-12	0.10	20	0.32	0.35	1.20	1.55	0.0090	0.01	0.95	-0.35	4.86	4.85
12-13	0.10	20	0.32	0.80	0.20	1.00	0.0090	0.01	1.30	-0.80	4.05	4.04
13-14	0.10	20	0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	2.10	0.00	4.04	4.03

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
4.54	0.51	4.03	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	2.40	2.40
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.80	0.80
PVC	Registro de Pressão com PVC soldável	25 mm - 3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Chuveiro	25mm x 1/2"	1	1.20	1.20

MÁQUINA DE LAVAR – ÁREA DE SERVIÇO – TÉRREO

Conexão analisada

Máquina de lavar roupa com joelho de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)

Pavimento Térreo

Nível geométrico: 0.60 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 6.64 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.46	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.79	0.73
6-7	0.46	40	0.37	0.38	3.20	3.58	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.73	0.71
7-8	0.39	20	1.25	0.00	7.30	7.30	0.0960	0.03	5.76	0.00	0.71	0.69
8-9	0.39	20	1.25	2.88	0.01	2.89	0.0960	0.28	5.76	2.88	3.57	3.29
9-10	0.39	20	1.25	1.08	0.01	1.09	0.0960	0.10	2.88	1.08	4.37	4.26
10-11	0.39	20	1.25	0.60	0.20	0.80	0.0960	0.08	1.80	0.60	4.86	4.79
11-12	0.39	20	1.25	1.05	1.20	2.25	0.0960	0.22	1.20	0.00	4.79	4.57
12-13	0.30	20	0.95	1.05	0.80	1.85	0.0603	0.11	1.20	0.00	4.57	4.46
13-14	0.30	20	0.95	0.60	1.20	1.80	0.0603	0.11	1.20	0.60	5.06	4.95
14-15	0.30	20	0.95	0.00	1.20	1.20	0.0603	0.07	0.60	0.00	4.95	4.88

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	1.16	4.88	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	4	3.20	12.80
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Tanque de lavar com Te de 90°	25 mm - 3/4"	1	0.80	0.80
PVC	Máquina de lavar roupa com joelho de 90°	25 mm - 3/4"	1	1.20	1.20

TANQUE DE LAVAR – ÁREA DE SERVIÇO - TÉRREO

Conexão analisada

Tanque de lavar com Te de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 1.20 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.46	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.79	0.73
6-7	0.46	40	0.37	0.38	3.20	3.58	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.73	0.71
7-8	0.39	20	1.25	0.00	7.30	7.30	0.0960	0.03	5.76	0.00	0.71	0.69
8-9	0.39	20	1.25	2.88	0.01	2.89	0.0960	0.28	5.76	2.88	3.57	3.29
9-10	0.39	20	1.25	1.08	0.01	1.09	0.0960	0.10	2.88	1.08	4.37	4.26
10-11	0.39	20	1.25	0.60	0.20	0.80	0.0960	0.08	1.80	0.60	4.86	4.79
11-12	0.39	20	1.25	1.05	1.20	2.25	0.0960	0.22	1.20	0.00	4.79	4.57
12-13	0.39	20	1.25	0.00	2.40	2.40	0.0960	0.23	1.20	0.00	4.57	4.34

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
5.44	0.97	4.34	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	4	3.20	12.80
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	1	1.20	1.20
PVC	Tanque de lavar com Te de 90°	25 mm - 3/4"	1	2.40	2.40

PIA – COZINHA – TÉRREO

Conexão analisada

Pia de cozinha com Te de 90° - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.60 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.37	20	1.17	1.20	7.30	8.50	0.0860	0.13	5.76	0.00	0.80	0.67
6-7	0.27	20	0.85	1.32	0.80	2.12	0.0497	0.11	5.76	0.00	0.67	0.57
7-8	0.27	20	0.85	1.95	1.20	3.15	0.0497	0.16	5.76	0.00	0.57	0.41
8-9	0.27	20	0.85	1.65	1.20	2.85	0.0497	0.14	5.76	0.00	0.41	0.27
9-10	0.27	20	0.85	0.00	1.20	1.20	0.0497	0.06	5.76	0.00	0.27	0.21
10-11	0.27	20	0.85	2.88	1.20	4.08	0.0497	0.20	5.76	2.88	3.09	2.89
11-12	0.27	20	0.85	1.08	0.01	1.09	0.0497	0.05	2.88	1.08	3.97	3.91
12-13	0.27	20	0.85	1.20	0.20	1.40	0.0497	0.07	1.80	1.20	5.11	5.04
13-14	0.27	20	0.85	0.99	1.20	2.19	0.0497	0.11	0.60	0.00	5.04	4.94
14-15	0.27	20	0.85	0.00	2.40	2.40	0.0497	0.12	0.60	0.00	4.94	4.82

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	1.21	4.82	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.80	0.80
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	5	1.20	6.00
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	1	0.01	0.01
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Pia de cozinha com Te de 90°	25 mm - 3/4"	1	2.40	2.40

FILTRO DE ÁGUA –COZINHA - TÉRREO

Conexão analisada

Bebedouro com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.60 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.37	20	1.17	1.20	7.30	8.50	0.0860	0.13	5.76	0.00	0.80	0.67
6-7	0.27	20	0.85	1.32	0.80	2.12	0.0497	0.11	5.76	0.00	0.67	0.57
7-8	0.27	20	0.85	1.95	1.20	3.15	0.0497	0.16	5.76	0.00	0.57	0.41
8-9	0.27	20	0.85	1.65	1.20	2.85	0.0497	0.14	5.76	0.00	0.41	0.27
9-10	0.27	20	0.85	0.00	1.20	1.20	0.0497	0.06	5.76	0.00	0.27	0.21
10-11	0.27	20	0.85	2.88	1.20	4.08	0.0497	0.20	5.76	2.88	3.09	2.89
11-12	0.27	20	0.85	1.08	0.01	1.09	0.0497	0.05	2.88	1.08	3.97	3.91
12-13	0.27	20	0.85	1.20	0.20	1.40	0.0497	0.07	1.80	1.20	5.11	5.04
13-14	0.27	20	0.85	0.99	1.20	2.19	0.0497	0.11	0.60	0.00	5.04	4.94
14-15	0.10	20	0.32	0.25	0.80	1.05	0.0090	0.01	0.60	0.00	4.94	4.93
15-16	0.10	20	0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	0.60	0.00	4.93	4.92

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.04	1.12	4.92	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.80	0.80
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	5	1.20	6.00
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	1	0.01	0.01
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20

TORNEIRA DE JARDIM – EDÍCULA – TÉRREO

Conexão analisada

Torneira de Jardim - 25 mm x 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Térreo
 Nível geométrico: 0.30 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.30	40	0.24	2.31	2.20	4.51	0.0023	0.01	5.76	0.00	0.80	0.79
6-7	0.30	20	0.95	0.00	0.06	0.06	0.0603	0.00	5.76	0.00	0.79	0.79
7-8	0.30	20	0.95	2.88	0.01	2.89	0.0603	0.17	5.76	2.88	3.67	3.50
8-9	0.30	20	0.95	2.58	0.01	2.59	0.0603	0.16	2.88	2.58	6.08	5.92
9-10	0.30	20	0.95	0.00	1.20	1.20	0.0603	0.07	0.30	0.00	5.92	5.85

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
6.34	0.49	5.85	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	2	2.20	4.40
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Luva de correr p/ tubo	25 mm	2	0.01	0.02
PVC	Torneira de Jardim	25 mm x 3/4"	1	1.20	1.20

LAVATÓRIO – BANHEIRO 2 – SUPERIOR

Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Superior
 Nível geométrico: 3.48 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.46	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.79	0.73
6-7	0.46	40	0.37	0.38	3.20	3.58	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.73	0.71
7-8	0.25	40	0.20	0.79	2.20	2.99	0.0017	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
8-9	0.25	20	0.80	0.00	0.06	0.06	0.0442	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
9-10	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.79	1.69
10-11	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.49	2.44
11-12	0.16	20	0.52	0.64	2.40	3.04	0.0212	0.06	3.88	0.00	2.44	2.38
12-13	0.16	20	0.52	0.40	1.20	1.60	0.0212	0.03	3.88	0.40	2.78	2.74
13-14	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	3.48	0.00	2.74	2.72

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
3.16	0.44	2.72	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	4	3.20	12.80
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	2.40	2.40
PVC	Lavatório com joelho de 90°	25 mm - 1/2"	1	1.20	1.20

VASO SANITÁRIO –BANHEIRO 2 - SUPERIOR

Conexão analisada

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Superior
 Nível geométrico: 3.03 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.46	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.79	0.73
6-7	0.46	40	0.37	0.38	3.20	3.58	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.73	0.71
7-8	0.25	40	0.20	0.79	2.20	2.99	0.0017	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
8-9	0.25	20	0.80	0.00	0.06	0.06	0.0442	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
9-10	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.79	1.69
10-11	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.49	2.44
11-12	0.19	20	0.60	0.45	2.40	2.85	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.44	2.36
12-13	0.16	20	0.52	0.85	2.40	3.25	0.0212	0.07	3.88	0.85	3.21	3.15
13-14	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	3.03	0.00	3.15	3.12

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
3.61	0.49	3.12	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	4	3.20	12.80
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	1	1.20	1.20
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	2.40	4.80
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	1.20	1.20

CHUVEIRO – BANHEIRO 2 – SUPERIOR

Conexão analisada

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Superior
 Nível geométrico: 3.03 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.52	40	0.41	0.40	2.30	2.70	0.0059	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.52	40	0.41	0.55	3.20	3.75	0.0059	0.02	6.64	0.00	-0.02	-0.04
3-4	0.52	40	0.41	0.88	3.20	4.08	0.0059	0.02	6.64	0.88	0.84	0.82
4-5	0.52	40	0.41	1.76	3.20	4.96	0.0059	0.03	5.76	0.00	0.82	0.79
5-6	0.46	40	0.37	5.11	7.30	12.41	0.0048	0.06	5.76	0.00	0.79	0.73
6-7	0.46	40	0.37	0.38	3.20	3.58	0.0048	0.02	5.76	0.00	0.73	0.71
7-8	0.25	40	0.20	0.79	2.20	2.99	0.0017	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
8-9	0.25	20	0.80	0.00	0.06	0.06	0.0442	0.00	5.76	0.00	0.71	0.71
9-10	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.79	1.69
10-11	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.49	2.44
11-12	0.19	20	0.60	0.45	2.40	2.85	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.44	2.36
12-13	0.16	20	0.52	0.85	2.40	3.25	0.0212	0.07	3.88	0.85	3.21	3.15
13-14	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	3.03	0.00	3.15	3.12

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
3.61	0.49	3.12	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	4	3.20	12.80
PVC	Te 90 soldável	50 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	50 mm - 25 mm	1	0.06	0.06
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	1	1.20	1.20
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	2.40	4.80
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	1.20	1.20

LAVATÓRIO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

Conexão analisada

Lavatório com joelho de 90° - 25 mm - 1/2" (PVC rígido soldável)

Pavimento Superior

Nível geométrico: 3.48 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 6.64 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.37	20	1.17	1.20	7.30	8.50	0.0860	0.13	5.76	0.00	0.80	0.67
6-7	0.25	20	0.80	0.00	2.40	2.40	0.0442	0.11	5.76	0.00	0.67	0.57
7-8	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.65	1.55
8-9	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.35	2.30
9-10	0.16	20	0.52	0.64	2.40	3.04	0.0212	0.06	3.88	0.00	2.30	2.24
10-11	0.16	20	0.52	0.40	1.20	1.60	0.0212	0.03	3.88	0.40	2.64	2.60
11-12	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	3.48	0.00	2.60	2.58

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
3.16	0.58	2.58	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	2.40	4.80
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Lavatório com joelho de 90°	25 mm - 1/2"	1	1.20	1.20

VASO SANITÁRIO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

Conexão analisada

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Superior
 Nível geométrico: 3.03 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.37	20	1.17	1.20	7.30	8.50	0.0860	0.13	5.76	0.00	0.80	0.67
6-7	0.25	20	0.80	0.00	2.40	2.40	0.0442	0.11	5.76	0.00	0.67	0.57
7-8	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.65	1.55
8-9	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.35	2.30
9-10	0.19	20	0.60	0.64	2.40	3.04	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.30	2.22
10-11	0.16	20	0.52	0.85	2.40	3.25	0.0212	0.07	3.88	0.85	3.07	3.00
11-12	0.16	20	0.52	0.00	1.20	1.20	0.0212	0.03	3.03	0.00	3.00	2.98

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
3.61	0.63	2.98	0.50

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas d'água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	25 mm	3	2.40	7.20
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	1	1.20	1.20
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	1.20	1.20

CHUVEIRO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

Conexão analisada

Chuveiro - 25mm x 1/2" (PVC rígido soldável)
 Pavimento Superior
 Nível geométrico: 4.98 m
 Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)
 Nível geométrico: 6.64 m
 Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

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	0.54	40	0.43	0.50	2.30	2.80	0.0062	0.02	6.64	0.00	0.00	-0.02
2-3	0.54	40	0.43	0.88	3.20	4.08	0.0062	0.03	6.64	0.88	0.86	0.84
3-4	0.54	40	0.43	0.36	3.20	3.56	0.0062	0.02	5.76	0.00	0.84	0.82
4-5	0.47	40	0.38	0.67	2.20	2.87	0.0050	0.01	5.76	0.00	0.82	0.80
5-6	0.37	20	1.17	1.20	7.30	8.50	0.0860	0.13	5.76	0.00	0.80	0.67
6-7	0.25	20	0.80	0.00	2.40	2.40	0.0442	0.11	5.76	0.00	0.67	0.57
7-8	0.25	20	0.80	1.08	1.20	2.28	0.0442	0.10	5.76	1.08	1.65	1.55
8-9	0.25	20	0.80	0.80	0.20	1.00	0.0442	0.04	4.68	0.80	2.35	2.30
9-10	0.19	20	0.60	0.64	2.40	3.04	0.0272	0.08	3.88	0.00	2.30	2.22
10-11	0.10	20	0.32	0.95	0.80	1.75	0.0090	0.02	3.88	0.00	2.22	2.20
11-12	0.10	20	0.32	0.30	1.20	1.50	0.0090	0.01	3.88	-0.30	1.90	1.89
12-13	0.10	20	0.32	0.80	0.20	1.00	0.0090	0.01	4.18	-0.80	1.09	1.08
13-14	0.10	20	0.32	0.00	1.20	1.20	0.0090	0.01	4.98	0.00	1.08	1.07

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
1.66	0.59	1.07	1.00

Situação: Pressão suficiente

Conexões				L equivalente (m)	
Material	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
PVC	Tomadas água- saídas curtas	1 1/2"	1	2.30	2.30
PVC	Joelho 90 soldável	50 mm	2	3.20	6.40
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	2.20	2.20
PVC	Te de redução 90 soldável	50 mm - 25 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	2.40	4.80
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.80	0.80
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.20	2.40
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Registro de Pressão com PVC soldável	25 mm - 3/4"	1	0.20	0.20
PVC	Chuveiro	25mm x 1/2"	1	1.20	1.20

APÊNDICE 5 – MEMORIAL DE CÁLCULO REVIT

LAVATÓRIO – LAVABO – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,768 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,328 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	0,6	0,23 L/s	Ø50	44,00	0,15 m/s	0,011 kPa	0,036 kPa	0,052 kPa	0,00	7,567 kPa	7,515 kPa
4-5	0,6	0,23 L/s	Ø25	21,60	0,63 m/s	0,310 kPa	1,487 kPa	2,931 kPa	4,76	7,515 kPa	52,184 kPa
5-6	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,253 kPa	0,320 kPa	0,40	52,184 kPa	55,864 kPa

VASO SANITÁRIO – LAVABO – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	0,6	0,23 L/s	Ø50	44,00	0,15 m/s	0,011 kPa	0,052 kPa	0,00	7,567 kPa	7,515 kPa
4-5	0,6	0,23 L/s	Ø25	21,60	0,63 m/s	0,310 kPa	2,931 kPa	4,76	7,515 kPa	52,184 kPa
5-6	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,800 kPa	0,80	52,184 kPa	59,385 kPa

MÁQUINA DE LAVAR – ÁREA DE SERVIÇO – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	1,7	0,39 L/s	Ø25	21,60	1,07 m/s	0,771 kPa	7,929 kPa	4,56	7,146 kPa	44,817 kPa
5-6	1	0,30 L/s	Ø25	21,60	0,82 m/s	0,485 kPa	2,234 kPa	0,60	44,817 kPa	48,583 kPa

TANQUE DE LAVAR – ÁREA DE SERVIÇO – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,768 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,328 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,231 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,702 kPa	3,657 kPa	4,56	7,146 kPa	49,089 kPa

LAVATÓRIO – BANHEIRO 1 – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,570 kPa	0,88	<varia>	8,230 kPa
2-3	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	3,673 kPa	4,80	8,230 kPa	52,576 kPa
3-4	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,605 kPa	0,36	52,576 kPa	55,551 kPa

VASO SANITÁRIO – BANHEIRO 1 – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,570 kPa	0,88	0,000 kPa	8,230 kPa
2-3	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	3,673 kPa	4,80	8,230 kPa	52,576 kPa
3-4	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,723 kPa	0,00	52,576 kPa	51,853 kPa
4-5	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,381 kPa	0,76	51,853 kPa	59,052 kPa

CHUVEIRO – BANHEIRO 1 – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,436 kPa	0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
2-3	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,230 kPa	0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
3-4	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 kPa	0,041 kPa	0,051 kPa	0,00	8,093 kPa	8,042 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	0,071 kPa	1,729 kPa	4,80	8,042 kPa	54,333 kPa
5-6	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	1,347 kPa	1,397 kPa	0,00	54,333 kPa	52,936 kPa
6-7	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,60	0,26 m/s	0,065 kPa	0,930 kPa	1,064 kPa	-1,14	52,936 kPa	40,453 kPa

TORNEIRA DE JARDIM – EDÍCULA – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,436 kPa	0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
2-3	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,230 kPa	0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
3-4	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,158 kPa	0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
4-5	0,4	0,19 L/s	Ø50	44,00	0,12 m/s	0,007 kPa	0,011 kPa	0,027 kPa	0,00	7,922 kPa	7,895 kPa
5-6	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,369 kPa	1,553 kPa	5,46	7,895 kPa	60,942 kPa

PIA – COZINHA – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,570 kPa	0,88	0,000 kPa	8,230 kPa
2-3	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,078 kPa	0,00	8,230 kPa	8,152 kPa
3-4	0,9	0,28 L/s	Ø25	21,60	0,78 m/s	0,442 kPa	1,876 kPa	0,00	8,152 kPa	6,275 kPa
4-5	0,2	0,13 L/s	Ø25	21,60	0,37 m/s	0,119 kPa	1,922 kPa	5,16	6,275 kPa	55,953 kPa
5-6	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,60	0,26 m/s	0,119 kPa	0,484 kPa	0,00	55,953 kPa	55,469 kPa
5-6	0,2	0,13 L/s	Ø25	21,60	0,37 m/s	0,119 kPa	0,484 kPa	0,00	55,953 kPa	55,469 kPa

FILTRO DE ÁGUA – COZINHA – TÉRREO

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,436 kPa	0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
2-3	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,230 kPa	0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
3-4	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,158 kPa	0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
4-5	0,9	0,28 L/s	Ø50	44,00	0,19 m/s	0,015 kPa	0,047 kPa	0,064 kPa	0,00	7,922 kPa	7,858 kPa
5-6	0,2	0,13 L/s	Ø50	44,00	0,09 m/s	0,004 kPa	0,034 kPa	0,053 kPa	0,00	7,858 kPa	7,805 kPa
6-7	0,2	0,13 L/s	Ø25	21,60	0,37 m/s	0,119 kPa	0,569 kPa	1,286 kPa	5,16	7,805 kPa	58,119 kPa
7-8	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,60	0,26 m/s	0,065 kPa	0,097 kPa	0,113 kPa	0,00	58,119 kPa	58,007 kPa

LAVATÓRIO – BANHEIRO 2 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 kPa	0,049 kPa	0,00	7,146 kPa	7,097 kPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,792 kPa	1,88	7,097 kPa	24,105 kPa
6-7	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,660 kPa	0,40	24,105 kPa	27,445 kPa

VASO SANITÁRIO – BANHEIRO 2 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 kPa	0,049 kPa	0,00	7,146 kPa	7,097 kPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,792 kPa	1,88	7,097 kPa	24,105 kPa
6-7	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,785 kPa	0,00	24,105 kPa	23,320 kPa
7-8	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,384 kPa	0,80	23,320 kPa	30,936 kPa

CHUVEIRO – BANHEIRO 2 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,768 kPa	0,838 kPa	0,88	0,000 kPa	7,962 kPa
2-3	3	0,52 L/s	Ø50	44,00	0,34 m/s	0,043 kPa	0,328 kPa	0,394 kPa	0,00	7,962 kPa	7,567 kPa
3-4	2,4	0,46 L/s	Ø50	44,00	0,31 m/s	0,036 kPa	0,231 kPa	0,421 kPa	0,00	7,567 kPa	7,146 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø50	44,00	0,17 m/s	0,012 kPa	0,018 kPa	0,025 kPa	0,00	7,146 kPa	7,121 kPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,170 kPa	1,812 kPa	1,88	7,121 kPa	24,108 kPa
6-7	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,674 kPa	0,785 kPa	0,00	24,108 kPa	23,323 kPa
7-8	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,60	0,26 m/s	0,065 kPa	0,930 kPa	1,052 kPa	-1,10	23,323 kPa	11,271 kPa

LAVATÓRIO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,570 kPa	0,88	0,000 kPa	8,230 kPa
2-3	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,078 kPa	0,00	8,230 kPa	8,152 kPa
3-4	0,9	0,28 L/s	Ø25	21,60	0,78 m/s	0,442 kPa	1,876 kPa	0,00	8,152 kPa	6,275 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,813 kPa	1,88	6,275 kPa	23,263 kPa
5-6	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,668 kPa	0,40	23,263 kPa	26,595 kPa

VASO SANITÁRIO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF										
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,570 kPa	0,88	0,000 kPa	8,230 kPa
2-3	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,078 kPa	0,00	8,230 kPa	8,152 kPa
3-4	0,9	0,28 L/s	Ø25	21,60	0,78 m/s	0,442 kPa	1,876 kPa	0,00	8,152 kPa	6,275 kPa
4-5	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,813 kPa	1,88	6,275 kPa	23,263 kPa
5-6	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,797 kPa	0,00	23,263 kPa	22,466 kPa
6-7	0,3	0,16 L/s	Ø25	21,60	0,45 m/s	0,169 kPa	0,388 kPa	0,80	22,466 kPa	30,078 kPa

CHUVEIRO – BANHEIRO 3 – SUPERIOR

1. Trecho	Pesos	Vazão	DN (mm)	DI (mm)	Vel. (m/s)	Perda de Carga Unitária (kPa/m)	Perda de Carga Localizada	Perda de Carga Total	Diferença de Cota (m)	1. Pressão Disponiv	1. Pressão Disponível Residua
AF											
1-2	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,436 kPa	0,467 kPa	0,88	0,000 kPa	8,333 kPa
2-3	2	0,42 L/s	Ø50	44,00	0,28 m/s	0,030 kPa	0,230 kPa	0,240 kPa	0,00	8,333 kPa	8,093 kPa
3-4	1,3	0,34 L/s	Ø50	44,00	0,22 m/s	0,021 kPa	0,158 kPa	0,171 kPa	0,00	8,093 kPa	7,922 kPa
4-5	0,9	0,28 L/s	Ø50	44,00	0,19 m/s	0,015 kPa	0,047 kPa	0,064 kPa	0,00	7,922 kPa	7,858 kPa
5-6	0,7	0,25 L/s	Ø25	21,60	0,68 m/s	0,355 kPa	1,170 kPa	1,806 kPa	1,88	7,858 kPa	24,852 kPa
6-7	0,4	0,19 L/s	Ø25	21,60	0,52 m/s	0,217 kPa	0,674 kPa	0,797 kPa	0,00	24,852 kPa	24,055 kPa
7-8	0,1	0,09 L/s	Ø25	21,60	0,26 m/s	0,065 kPa	0,930 kPa	1,057 kPa	-1,10	24,055 kPa	11,999 kPa

ANEXOS

ANEXO 1 – DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS E BARRILETES DE VENTILAÇÃO

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto <i>DN</i>	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido m							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1 100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2 000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2 900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1 800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3 400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5 600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7 600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4 000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7 200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11 000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15 000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7 300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13 000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20 000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26 000	-	-	-	-	5	22	70	152

Fonte: ABNT (1999)