

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO
KAEEL SANTOS OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR COM SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

Cajazeiras-PB
2022

JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO
KAEEL SANTOS OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR COM SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba-*Campus* Cajazeiras, sob orientação da
Prof^a Dra. Gracieli Louise Monteiro Brito
Vasconcelos e coorientação da Prof^a Me.
Susana Cristina Batista Lucena.

Cajazeiras-PB
2022

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Suellen Conceição Ribeiro CRB-2218

A162e Abreu Filho, José Francisco de

Elaboração de projeto hidrossanitário de uma residência Unifamiliar com sistema individual de tratamento de esgoto / José Francisco de Abreu Filho, Kaeel Santos Oliveira. – Cajazeiras/PB: IFPB, 2022.

87f.:il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Cajazeiras. Cajazeiras, 2022.

Orientador(a): Profa Dra. Gracieli Louise Monteiro Brito Vasconcelos, Coor. Profa. Me. Susana Cristina Batista Lucena.

1. Tratamento de esgoto. 2. Residência unifamiliar. 3. Projeto hidrossanitário. 4. Patos – Paraíba.

I. Abreu Filho, José Francisco de. II. Oliveira, Kaeel Santos. III. Título.

CDU: 628.2 A162e

JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO
KAEEL SANTOS OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR COM SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 26 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Gracieli Louise Monteiro Brito Vasconcelos
Orientadora – IFPB - *Campus* Patos

Profa. Me. Susana Cristina Batista Lucena
Coorientadora – IFPB - *Campus* Patos

Prof. Dr. Robson Arruda dos Santos
Examinador – IFPB - *Campus* Cajazeiras

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha irmã, por sempre terem dado suporte em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS JOSÉ FRANCISCO

Agradeço a Deus por permitir que tudo isso tenha sido possível.

Aos meus pais, Abreu e Nerivânia, e minha irmã, Karol, assim como toda a minha família, por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu tio, Paulo Soares, por ser a pessoa que sempre está me incentivando e auxiliando a buscar o melhor.

Aos meus amigos e colegas de curso, Kael, Iarley e Jocicleudo, a companhia e ajuda de vocês facilitou bastante a realização de todo o percurso.

Às minhas orientadoras, Gracieli e Susana, pelo tempo e disposição para fazer este trabalho ser possível.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos,
por sempre estarem comigo em todos os
momentos.

AGRADECIMENTOS KAEEL

Primeiro agradeço a Deus por proporcionar que tudo isso seja possível.

Agradeço a minha família, especialmente aos meus pais Ilza e João, meus irmãos Kaique e Mikaelly, ao meu avô Doca e minha madrinha Vânia, por terem feito tanto por mim, pelo apoio e incentivo desde sempre.

As professoras Gracieli e Susana pela confiança, atenção e dedicação na orientação deste trabalho. A todos os professores do curso que contribuíram para minha formação, compartilhando conhecimentos e experiências.

Aos meus colegas de curso, especialmente Abreu, Iarley, Jocicleudo e Izadora, pelo companheirismo nesses 5 anos, vocês fizeram a minha jornada ser mais leve e divertida.

A minhas amigas Camilla e Michelle pelo apoio e incentivo. A todos meus amigos que sempre estiveram comigo em todos os momentos.

A minha tia Mariana, seu esposo Edmilson e toda sua família, por ajudarem tanto no começo.

RESUMO

Devido aos inúmeros problemas gerados por patologias nos sistemas hidráulicos, e também buscando gerar cortes nos gastos e aumentar a qualidade da edificação, vem sendo, cada vez mais, fundamental o desenvolvimento do projeto hidrossanitário. Por isso, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar a importância da elaboração de um projeto hidrossanitário para uma residência unifamiliar na cidade de Patos-PB e apresentar uma forma de sistema de tratamento individual de esgoto, composto por tanque séptico e filtro anaeróbio, tendo como finalidade realizar o encaminhamento final dos dejetos de esgoto, após todo o processo de tratamento, para um córrego próximo à residência, devido na localidade não possuir uma rede pública de esgoto disponível. A metodologia do trabalho se deu através de um levantamento bibliográfico, levando em consideração as principais NBR relacionadas ao desenvolvimento de um projeto hidrossanitário. O sistema individual de tratamento, composto por tanque séptico e filtro anaeróbio, precisa atender uma contribuição de esgoto diária de 130 litros/pessoa, como na região as temperaturas são, em média, superiores a 20°C foi definido que a limpeza acontecerá a cada 2 anos, pois a taxa de acumulação de lodo está diretamente associada à temperatura do ambiente. Utilizando o filtro anaeróbio possibilitará uma redução da carga orgânica contida no material que será lançado no corpo d'água. A partir disso, o tanque séptico e o filtro anaeróbio possuem um volume total de 2.362 L e 1.248 L, respectivamente. O reservatório de água foi dimensionado visando atender uma demanda de 200 litros per capita diários, para uma residência de padrão médio com população total de 6 pessoas, possuindo um volume total de 4.000 litros. A modelagem do projeto foi feita no Revit MEP hidrossanitário e todos os cálculos de dimensionamento foram realizados com o auxílio do Excel.

Palavras-chave: Projeto hidrossanitário; Esgoto; Tanque séptico; Filtro anaeróbio

ABSTRACT

Due to the numerous problems generated by pathologies in hydraulic systems, and also seeking to generate cuts in spending and increase the quality of the building, more and more the development of the hydrosanitary project has been fundamental. Therefore, the present work aims to demonstrate the importance of the elaboration of a hydrosanitary project for a single-family residence in the city of Patos-PB and to present a form of a individual sewage treatment system, composed of septic tank and anaerobic filter, with the purpose of performing the final referral of sewage waste, after the entire treatment process, to a stream near the residence, due to the non-locality having a public sewage network available. The methodology of the work was carried out through a bibliographic survey, taking into account as main NBR related to the development of a hydrosanitary project. The individual treatment system, composed of septic tank and anaerobic filter, needs to meet a daily sewage contribution of 130 liter/person as in the region the temperatures are, on average, above 20°C it was defined that the cleaning will take place every 2 years, because the rate of sludge accumulation is directly associated with the temperature of the environment. Using the anaerobic filter will allow a reduction of the organic load contained in the material that will be released into the water body. From this, the septic tank and the anaerobic filter have a total volume of 2,362 L and 1,248 L, respectively. The water reservoir was sized to meet a demand of 200 liters per capita per day, for a residence of average standard with a total population of 6 people, with a total volume of 4,000 liters. The modeling of the project was done in the hydrosanitary Revit MEP and all sizing calculations were performed with the aid of Excel.

Keywords: Hydrosanitary project; Sewer; Septic tank; Anaerobic filter

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Barrilete, coluna, ramal e sub-ramal.....	21
Figura 2 – Ramal de descarga, ramal de esgoto e tubo de queda.....	22
Figura 3 – Caixa de gordura e caixa de inspeção.....	23
Figura 4 – Ramal e coluna de ventilação.....	23
Figura 5 – Tanque séptico e filtro anaeróbio.....	24
Figura 6 – Calha, condutor vertical, condutor horizontal e caixa de areia.....	25
Figura 7 – Planta baixa térreo.....	26
Figura 8 – Planta baixa superior.....	27
Figura 9 – Normograma de pesos, vazões e diâmetros.....	32
Figura 10 – Cobertura da residência.....	41
Figura 11 – Áreas de contribuição da residência.....	43
Figura 12 – Indicações para cálculos das áreas de contribuição.....	43
Figura 13 – Calha com saída em aresta viva.....	45
Figura 14 – Barrilete e colunas de água fria.....	48
Figura 15 – Planta baixa do banheiro 1.....	48
Figura 16 – Isométrico da coluna 1.....	49
Figura 17 – Isométrico da coluna 2.....	50
Figura 18 – Isométrico da coluna 3.....	51
Figura 19 – Isométrico da coluna 4.....	52
Figura 20 – Isométrico do barrilete.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.....	28
Tabela 2 – Consumo predial diário.....	29
Tabela 3 – Dimensões do abrigo para o cavalete	30
Tabela 4 – Pesos relativos nos pontos de utilização	31
Tabela 5 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.....	33
Tabela 6 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 5	34
Tabela 7 – Dimensionamento de ramais de esgoto	34
Tabela 8 – Dimensionamento de tubos de queda	35
Tabela 9 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial	35
Tabela 10 – Dimensionamento de colunas e ramais de ventilação	36
Tabela 11 – Dimensionamento de ramais de ventilação	36
Tabela 12 – Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador	37
Tabela 13 – Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.....	37
Tabela 14 – Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária	38
Tabela 15 – Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpeza e temperatura do mês mais frio	38
Tabela 16 – Contribuição diária de despejos e de carga orgânica por tipo prédio e ocupantes	39
Tabela 17 – Tempo de detenção hidráulica de esgotos (T), por faixa de vazão e temperatura dos esgotos (em dias)	39
Tabela 18 – Chuvas intensas no Brasil.....	42
Tabela 19 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular.....	45
Tabela 20 – Dimensões do abrigo para o cavalete	47
Tabela 21 – Memorial de cálculo da coluna 1	49
Tabela 22 – Memorial de cálculo da coluna 2.....	50
Tabela 23 – Memorial de cálculo da coluna 3.....	51
Tabela 24 – Memorial de cálculo da coluna 4.....	52
Tabela 25 – Memorial de cálculo do barrilete.....	53
Tabela 26 – Diâmetro dos ramais de esgoto do pavimento térreo.....	54
Tabela 27 – Diâmetro dos ramais de esgoto do pavimento superior.....	54

Tabela 28 – Diâmetro dos tubos de queda.....	55
Tabela 29 – Diâmetro dos subcoletores e do coletor predial.....	55
Tabela 30 – Diâmetro das colunas e dos ramais de ventilação	57
Tabela 31 – Profundiade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil	57
Tabela 32 – Áreas de contribuição	58
Tabela 33 – Vazões de projeto	58
Tabela 34 – Coeficiente de rugosidade.....	59
Tabela 35 – Vazão dos condutores horizontais	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

BIM – *Building Information Model*

CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba

CH – Chuveiro

DBO - Demanda bioquímica de Oxigênio

DN – Diâmetro Nominal

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

LV – Lavatório

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*

MLR – Máquina de lavar roupa

NBR – Norma Brasileira

PB – Paraíba

PR – Pia residencial

PVC – Policloreto de vinila

TLR – Tanque de lavar roupa

UHC – Unidades Hunter de Contribuição

VS – Vaso sanitário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1	ÁGUA FRIA	20
3.1.1	Alimentador predial	20
3.1.2	Reservatório	20
3.1.3	Barrilete, coluna, ramais e sub-ramais	20
3.2	ESGOTO SANITÁRIO	21
3.2.1	SUBSISTEMAS DE COLETA E TRANSPORTE	21
3.2.1.1	RAMAIS DE DESCARGA	21
3.2.1.2	SUBCOLETOR	22
3.2.2	SUBSISTEMAS DE VENTILAÇÃO	23
3.2.3	DISPOSIÇÃO FINAL DOS EFLUENTES	24
3.3	SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM	25
4	METODOLOGIA	26
4.1	SOFTWARE	26
4.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	26
4.3	ÁGUA FRIA	27
4.3.1	DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	28
4.3.2	RAMAL DE ALIMENTADOR PREDIAL E HIDRÔMETRO	30
4.3.3	SUB-RAMAIS, RAMAIS, COLUNAS E BARRILETES	30
4.4	ESGOTO SANITÁRIO	33
4.4.1	RAMAIS DE DESCARGA E DE ESGOTO	33

	15
4.4.2 TUBO DE QUEDA	34
4.4.3 SUBCOLETOR E COLETOR PREDIAL.....	35
4.4.4 COLUNA E RAMAL DE VENTILAÇÃO	35
4.4.5 TANQUE SÉPTICO E FILTRO ANAERÓBIO	37
4.5 ÁGUAS PLUVIAIS.....	40
4.5.1 MATERIAIS	40
4.5.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	40
4.5.3 TELHADO.....	40
4.5.4 VAZÃO DE PROJETO	41
4.5.5 CALHAS.....	44
4.5.6 CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS.....	44
5 RESULTADOS E ANÁLISES	46
5.1 ÁGUA FRIA	46
5.1.1 DIMENSIONAMENTO DO ALIMENTADOR PREDIAL E DO HIDRÔMETRO	46
5.1.2 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	47
5.1.3 PLANTAS ISOMETRICAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA.....	47
5.1.4 DIMENSIONAMENTO DOS SUB-RAMAIS, RAMAIS E COLUNAS.....	48
5.1.5 DIMENSIONAMENTO DO BARRILETE	53
5.1.6 COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS	54
5.2 ESGOTO SANITÁRIO	54
5.2.1 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA E DE ESGOTO	54
5.2.2 DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA.....	55
5.2.3 DIMENSIONAMENTO DOS SUBCOLETORES E DO COLETOR PREDIAL.....	55
5.2.4 DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS E DOS RAMAIS DE VENTILAÇÃO	57
5.2.5 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE SÉPTICO E DO FILTRO ANAERÓBIO	57
5.2.6 COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS	58

5.3	ÁGUAS PLUVIAIS	58
5.3.1	DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO E DA VAZÃO DE PROJETO	58
5.3.2	DIMENSIONAMENTO DA CALHA.....	59
5.3.3	DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS	60
5.3.4	COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS	61
6	CONCLUSÃO	62
	APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS	67
	ANEXO A – FICHA TÉCNICA DA CAIXA D’ÁGUA DA CAIXA FORTE	85
	ANEXO B – FICHA TÉCNICA DA FOSSA SÉPTICA E FILTRO ANAERÓBIO DA ACQUALIMP	86

1 INTRODUÇÃO

Define-se projeto, na Construção Civil, como a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução (MELHADO, 1994).

O projeto na construção civil constitui uma das primeiras etapas do processo de construção, portanto, tem um papel fundamental na obtenção da qualidade na produção de edifícios. Cada vez mais o processo de desenvolvimento dos projetos vem recebendo atenção, pois assim, existirá reduções de custo e maior qualidade e garantia na execução da edificação, além de evitar problemas com patologias, já que é na etapa do projeto que são definidos os detalhes construtivos e as especificações que são essenciais ao processo construtivo (LIMA; ANDERY; VEIGA, 2016).

A elaboração de um planejamento é importante para a obtenção de um bom gerenciamento da obra, evitando, por exemplo, prejuízos e atrasos. Através disso, também é possível definir e organizar ações e as atividades a serem feitas, bem como os responsáveis para executá-las.

O bom planejamento de uma edificação se inicia através da compatibilização dos projetos arquitetônicos, estruturais, hidrossanitários e elétricos. O projeto hidrossanitário consiste na esquematização de toda a rede de distribuição da edificação, que engloba os sistemas de água fria e quente, esgoto e pluvial, devendo este estar em conformidade com os demais projetos. A qualidade de execução de um sistema hidrossanitário está relacionada à elaboração de projeto feito por um profissional especializado, bem como a sua compatibilização com os demais projetos incluídos na obra (BORSATO, 2015). No projeto também é importante ressaltar a forma e os meios utilizados para lidar com os dejetos de esgoto gerados na residência.

A disposição final dos efluentes domésticos é o coletor público ou sistema individual de tratamento. O sistema individual é composto por diferentes unidades de tratamento e/ou disposição final, como tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, que através da sua utilização é possível reduzir a quantidade de carga orgânica lançada na rede pública. Como o tratamento do tanque séptico possui uma baixa eficácia, devido a necessidade de tratar previamente a carga orgânica, deve ser complementado com um filtro anaeróbio, sistema esse que irá receber e tratar os efluentes, contribuindo para o aumento da vida útil do sumidouro, pois com uma carga orgânica menor o solo vai sofrer menos com a colmatação (SUNTI;

MAGRI; PHILIPPI, 2011).

O sistema de tratamento de esgoto ideal deve ser aquele que se adeque às condições do local e aos objetivos, apresentando a maior relação custos/benefícios. Casos em que o sistema público não é possível, o sistema individual torna-se a melhor forma de tratamento de esgoto (ANDRADE NETO, 2004). A partir disso, foi feita a inserção do filtro anaeróbio no sistema individual devido a necessidade de realizar o lançamento dos efluentes em um córrego próximo a residência.

Visando alcançar da melhor forma todos os objetivos, os projetos devem seguir todas as recomendações das normas referentes a água fria (NBR 5626/2020), esgoto (NBR 8160/1999), águas pluviais (NBR 10844/1989) e tanque séptico (NBR 13969/1997). Assim, neste trabalho, o dimensionamento das instalações hidrossanitárias serão desenvolvidos de forma detalhada, buscando uma melhor interpretação e execução.

2 OBJETIVOS

Neste capítulo delineamos os objetivos do Trabalho de Conclusão do Curso.

2.1 OBJETIVO GERAL

Projetar um sistema hidrossanitário de uma residência unifamiliar e avaliar a melhor configuração de tratamento de esgoto) com sistema individual de tratamento de esgoto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar o sistema de água fria, esgoto e águas pluviais;
- Dimensionar o tanque séptico e o filtro anaeróbio;
- Apresentar o projeto hidrossanitário em Revit.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico será abordada a importância da realização e compatibilização do projeto hidrossanitário. Tem como objetivo complementar com informações necessárias para a elaboração e entendimento do projeto.

Todo seu desenvolvimento foi realizado levando em consideração o disponibilizado na literatura, para assim reforçar com o ideal de outros autores o proposto para o trabalho.

3.1 ÁGUA FRIA

A ABNT/NBR 5626/2020, norma que trata dos requisitos para projeto, execução, operação e manutenção de água fria e água quente, tem a finalidade de estabelecer um sistema que preserve a potabilidade da água a temperatura ambiente, de forma a garantir conforto, saúde, durabilidade e segurança.

3.1.1 Alimentador predial

O alimentador predial é a tubulação responsável por levar a água proveniente de uma fonte de abastecimento até o reservatório ou rede de distribuição (ABNT, 2020).

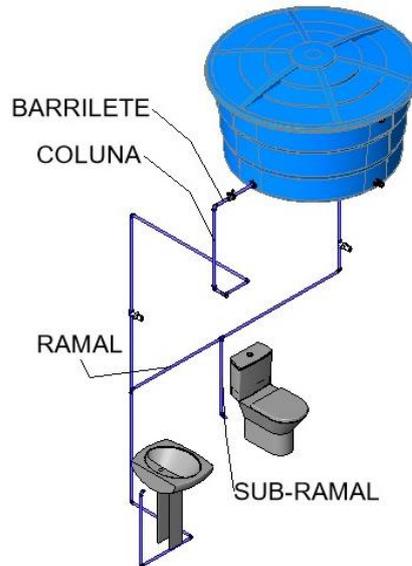
3.1.2 Reservatório

O reservatório tem como função armazenar a água que será distribuída, através de tubulações, para os pontos de utilização da edificação. De acordo com Bruch (2018, p. 16) “para que o abastecimento humano de água seja utilizado da forma mais otimizada possível, é necessário determinar o consumo diário de água de uma edificação para que os reservatórios sejam dimensionados de forma correta”. A partir do reservatório é realizado todo o dimensionamento interno, sendo iniciado pelo sub-ramais.

3.1.3 Barrilete, coluna, ramais e sub-ramais

Barrilete compreende a parte da tubulação que se origina do reservatório e vai até a coluna de distribuição, tubulação essa que irá alimentar os ramais e sub-ramais, que são as tubulações que abastecem os pontos de utilização (CARVALHO, 2013). Toda essa esquematização pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 – Barrilete, coluna, ramal e sub-ramal



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.2 ESGOTO SANITÁRIO

De acordo com a ABNT (1999), o sistema de esgoto sanitário visa atender condições mínimas em relação a saúde, segurança e bem estar dos usuários, também determina exigências e recomendações em relação ao processo de desenvolvimento, execução e manutenção do projeto dos sistemas de esgoto sanitário.

O esgoto sanitário é gerado a partir de dejetos provenientes de residências, indústrias e agriculturas e, podendo ter também, contribuição de águas pluviais. O esgoto puramente doméstico é aquele composto por despejos oriundos do homem, sobras alimentares e de água utilizada para limpeza (ÁVILA, 2005).

3.2.1 SUBSISTEMAS DE COLETA E TRANSPORTE

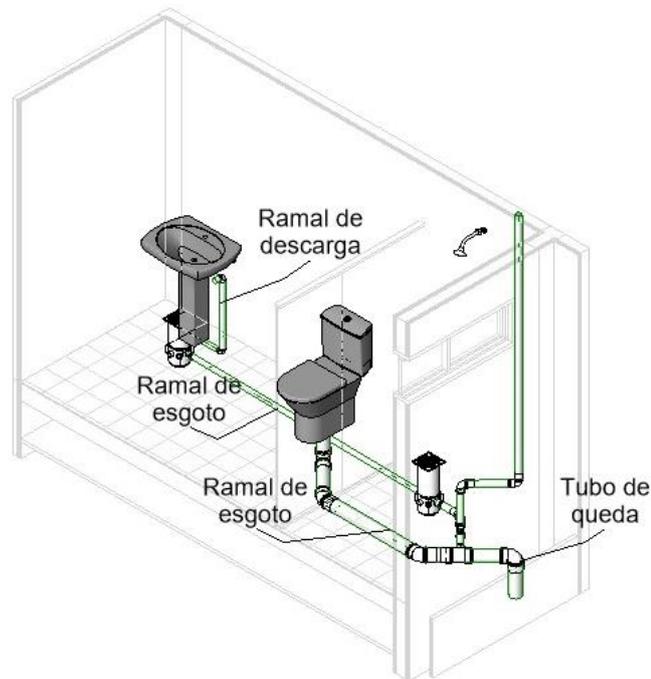
O sistema de esgoto é composto por um conjunto de tubos, caixas, conexões, desconectores e peças hidrossanitárias. O sistema de coleta e transporte é compreendido pelos ramais de descarga e esgoto, tubos de queda, subcoletores e coletores (BOSCO; BROERING, 2019).

3.2.1.1 RAMAIS DE DESCARGA

Os ramais de descarga são responsáveis por receber os dejetos que saem diretamente das peças hidrossanitárias, e a tubulação que recebe esses dejetos e conduz para os tubos de

queda são os ramais de esgoto. O tubo de queda é uma tubulação vertical que recebe todos os dejetos dos subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga, e os conduz para o pavimento inferior (ABNT, 1999). O tubo de queda só é utilizado quando a edificação tiver mais de um pavimento e se faz necessário lançar o esgoto para a rede coletora. Todas essas tubulações podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2 – Ramal de descarga, ramal de esgoto e tubo de queda



Fonte: Autoria própria, 2022.

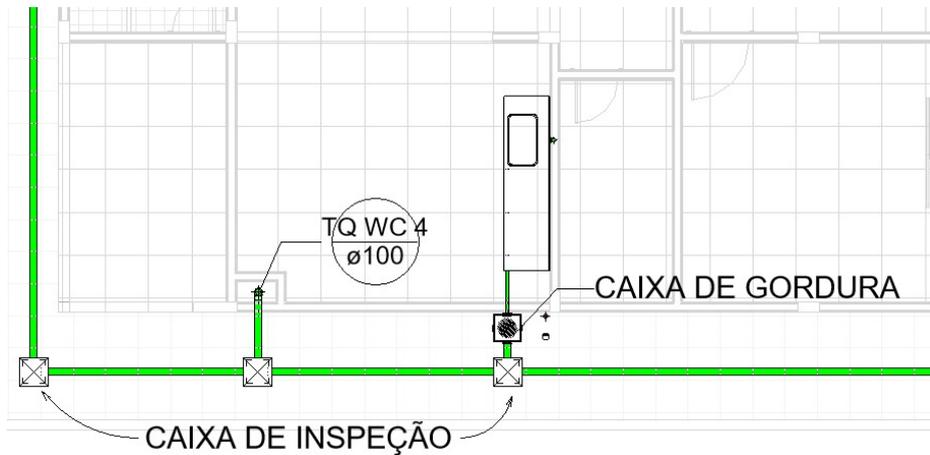
3.2.1.2 SUBCOLETOR

O subcoletor é responsável por receber os efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto, já o coletor predial será o trecho que deriva da última seção do subcoletor ou ramal de esgoto e vai até o coletor público ou privado, deverá ter um DN mínimo de 100 mm (ABNT, 1999).

Além disso, esse sistema é composto por dispositivos auxiliares que tem a finalidade de facilitar a inspeção, limpeza e retenção de resíduos, devem ser impermeáveis, possuir tampa de fecho hermético, ser ventilados e feitos de materiais que não sejam afetados pelo esgoto. Sendo esses as caixas de gordura, que têm a finalidade de reter substâncias gordurosas em sua parte superior, as caixas de passagem, que tem como função realizar a interligação das tubulações do subsistema de esgoto sanitário, e as caixas de inspeção, que possuem a função de permitir a manutenção, limpeza, desobstrução, mudanças de direção, junção e mudança de declividade

(ABNT, 1999). Esses dispositivos podem ser vistos na figura 3.

Figura 3 – Caixa de gordura e caixa de inspeção



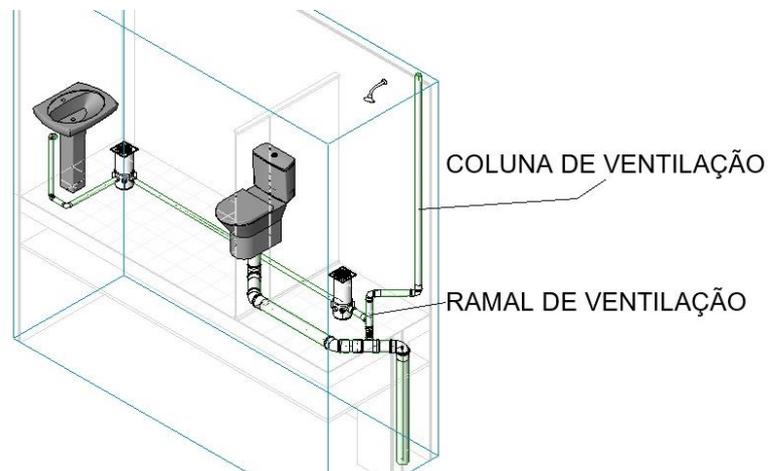
Fonte: Autoria própria, 2022.

3.2.2 SUBSISTEMAS DE VENTILAÇÃO

Os subsistemas de ventilação são tubulações responsáveis por expelir gases para a atmosfera, evitando assim que os mesmos causem mau odor nos banheiros (ABNT, 1999).

A coluna de ventilação é caracterizada por um tubo vertical que se prolonga da cobertura, com uma altura mínima de 2 metros acima da cobertura para lajes com outra finalidade além de cobertura, caso contrário poderá ser 30 cm, tem sua extremidade aberta para a atmosfera, sendo que essa deve ser provida de um material que impossibilite a entrada de água pluvial, e tem como função conduzir os gases (ABNT, 1999). Ramal de ventilação é o tubo que faz a ligação dos desconectores, ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto, ou peças hidrossanitárias até uma coluna de ventilação (ABNT, 1999). Essas tubulações podem ser visualizadas na figura 4.

Figura 4 – Ramal e coluna de ventilação



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.2.3 DISPOSIÇÃO FINAL DOS EFLUENTES

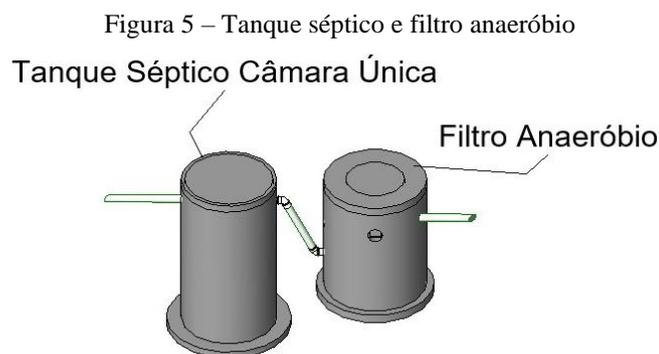
A função do sistema de esgoto é coletar e transportar dejetos provenientes dos aparelhos hidrossanitários e conduzi-los para um sistema de tratamento que pode ser individual ou público (BOSCO; BROERING, 2019).

De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA, “o déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras têm resultado em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d’água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos” (ANA, 2017, p.16).

Segundo a ANA (2017), 43% da população nacional recebe atendimento de esgoto coletivo com tratamento em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), 12% utiliza uma solução individual, 18% tem coleta, porém o esgoto não é tratado e 27% não recebe atendimento algum, ou seja, 57% da população do país não tem coleta pública com tratamento.

Diante do exposto, uma alternativa viável para minimizar o impacto do déficit na coleta e tratamento de esgoto seria o sistema individual, que pode ser composto por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro. O tanque séptico se trata de uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão, podendo ser de câmara única ou em série (ABNT, 1993). O tanque séptico é capaz de produzir despejos com qualidade aceitável, no entanto, o tratamento pode ser complementado para remoção da matéria orgânica, o reator mais utilizado no Brasil é o filtro anaeróbio (ÁVILA, 2005).

O filtro anaeróbio é um reator biológico onde os microrganismos estabilizam a matéria orgânica, é composto por microrganismos capazes de consumir o material orgânico contido na água e tem como finalidade tratar os efluentes provenientes do tanque séptico, para isso a norma especifica as opções de materiais filtrantes a serem empregados (ABNT, 1997). O tanque séptico e o filtro anaeróbio podem ser vistos na figura 5.



Fonte: Autoria própria, 2022.

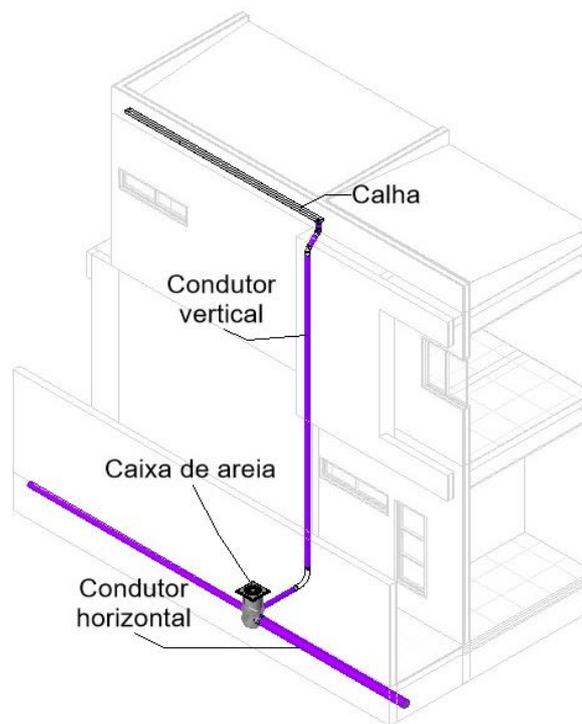
3.3 SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM

O sistema de captação pluvial recolhe água provenientes das chuvas e faz a condução das águas proporcionando um melhor escoamento, garantindo que a edificação não tenha problemas de umidade e alagamentos. Devido às tubulações prediais não poderem ser lançadas em redes de esgoto, todo seu desenvolvimento deve ser feito de forma individualizada (BOSCO; BROERING, 2019).

Os sistemas de captação e drenagem de águas pluviais são compostos por calhas, condutores verticais e horizontais, grelhas e por caixas de areia e de passagem. Através desse sistema também é possível realizar a coleta e armazenamento, permitindo que essa água seja reaproveitada para atividades que não necessitem de água potável (CARVALHO, 2013).

As calhas têm a função de coletar águas provenientes da cobertura e conduzir até os condutores verticais. Os condutores verticais são tubulações responsáveis por receber águas provenientes das calhas, coberturas e terraços, todas essas tubulações devem ser planejadas para serem executadas em uma só prumada enquanto que os condutores horizontais são tubulações responsáveis por receber e conduzir águas advindas da chuva para locais definidos em lei (ABNT, 1989). Todas essas tubulações e dispositivos podem ser visualizados na figura 6.

Figura 6 – Calha, condutor vertical, condutor horizontal e caixa de areia



Fonte: Autoria própria, 2022.

4 METODOLOGIA

O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho se deu através de um levantamento bibliográfico, levando em consideração a NBR 5626/2020 de água fria e quente, a NBR 10844/1989 de águas pluviais, a NBR 8160/1999 de esgoto sanitário, a NBR 7229/1993 de sistemas de tanques sépticos e a NBR 13969/1997 de unidades de tratamento complementares.

Posteriormente, serão expostos os resultados dos cálculos e as conclusões obtidas do trabalho.

4.1 SOFTWARE

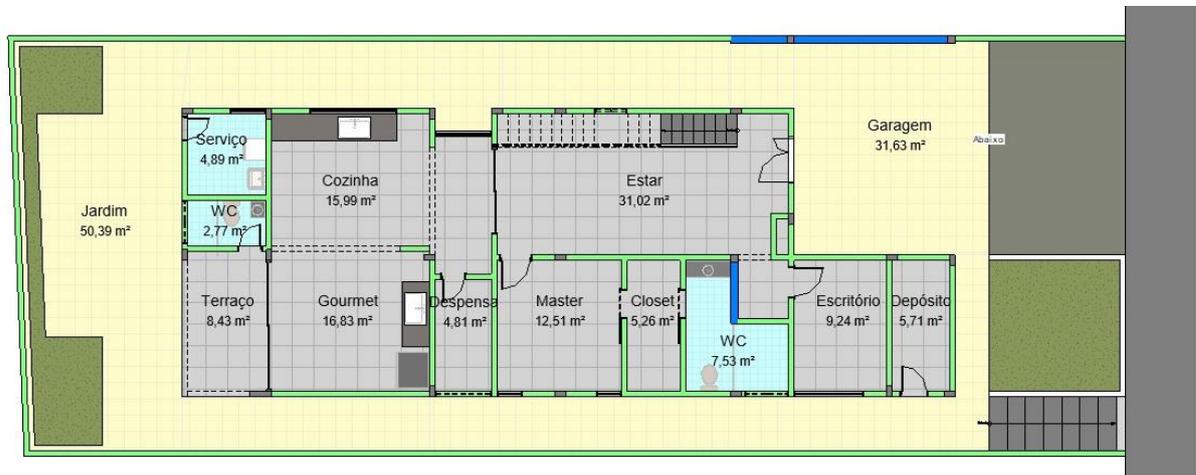
Os projetos de água fria, pluvial e de esgoto, foram desenvolvidos no Revit MEP hidrossanitário, um *software* BIM (*Building Information Model*), desenvolvido pela empresa Autodesk, que permite aos seus usuários projetar edificações e seus componentes em um modelo tridimensional.

Os cálculos do dimensionamento dos dispositivos da edificação foram feitos utilizando o Excel, um programa de editor de planilhas eletrônicas, desenvolvido pela Microsoft a partir das tabelas das normas vigentes para o dimensionamento das tubulações.

4.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

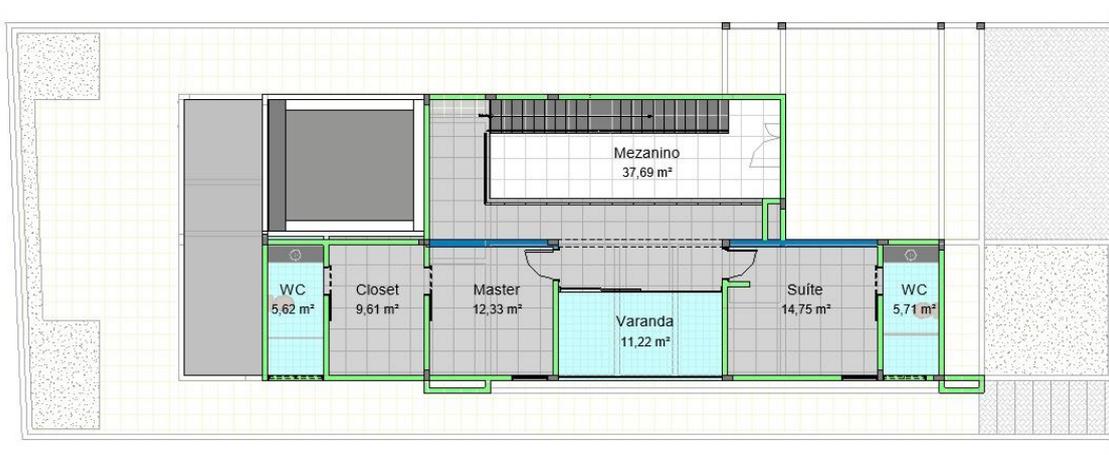
O projeto é de uma residência unifamiliar, com pavimento térreo e superior, localizada na cidade de Patos-PB, contendo uma área construída de 142,64 m². Os ambientes do pavimento térreo e superior podem ser visualizados nas figuras 7 e 8, respectivamente.

Figura 7 – Planta baixa térreo



Fonte: Projeto do arquiteto Francisco Camilo Filho, 2022.

Figura 8 – Planta baixa superior



Fonte: Projeto do arquiteto Francisco Camilo Filho, 2022.

Todo o desenvolvimento do projeto hidrossanitário foi realizado com base nas plantas baixas. A residência foi planejada para possuir os seguintes equipamentos: 1 máquina de lavar roupa, 1 tanque de lavar roupa, 2 pias de cozinha, 2 torneiras de jardim, 4 chuveiros, 4 bacias sanitárias com caixa acoplada, 2 lavatórios e um reservatório superior.

4.3 ÁGUA FRIA

A NBR 5626/2020 deixa a metodologia de dimensionamento a critério do projetista, no entanto, traz algumas especificações que devem ser atendidas para que se possa garantir um bom funcionamento do sistema. Através de tabelas, quadros e ábacos disponíveis na literatura é possível estabelecer parâmetros para o cálculo das vazões, perdas de carga, pressão de projeto e velocidades necessárias para o dimensionamento da tubulação de água fria e do reservatório.

É necessário destacar a importância do cálculo da perda de carga, pois ao executá-lo é possível evitar que os dispositivos apresentem problemas no funcionamento. O cálculo foi desenvolvido através da equação universal, utilizando a eq. (1) para tubos lisos conforme a NBR 5626/2020.

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

H_f é a perda de carga (metros de coluna d'água - m.c.a)

f é o coeficiente de atrito de Darcy-Weisbach

L é o comprimento do tubo (m)

D é o diâmetro interno do tubo (m)

V é a velocidade do fluido no tubo (m/s)

g é a aceleração da gravidade (m/s²)

4.3.1 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para efeito de dimensionamento, optou-se pela utilização de reservatório de fibra de vidro, pois proporciona uma alta resistência mecânica estrutural, e está localizado na parte superior da residência. O sistema de distribuição será feito de forma mista, ou seja, a edificação será alimentada diretamente por uma rede de distribuição e indiretamente por um reservatório superior. Para o dimensionamento do reservatório a NBR 5626/2020 diz, no item 6.5.6.2, que o volume calculado deverá atender por no mínimo 3 dias em condições normais de consumo, de tal forma que o volume total armazenado assegure a potabilidade da água. Para o cálculo do volume total foram observadas a quantidade de dormitórios, e consideradas duas pessoas por cada dormitório e caso possua um dormitório para empregado (a) será considerado uma pessoa, de acordo com a Tabela 1. Outro ponto a se considerar será o consumo per capita diário, que é dado pela Tabela 2.

Tabela 1 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

Natureza do local	Taxa de ocupação
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m ² de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,50 m ² de área
Lojas (pavimento superior)	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Shopping centers	Uma pessoa por 5,00 m ² de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m ² de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 5,50 m ² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m ² de área
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m ² de área

Fonte: Carvalho, 2013.

Tabela 2 – Consumo predial diário

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

Fonte: Carvalho, 2013.

Tendo em vista que se trata de uma residência de padrão médio e com 3 dormitórios, temos que o volume total será calculado através da equação 2:

$$V_{total} = 3 \times (CD \times QD \times PD) \quad (2)$$

Onde:

V_{TOTAL} é o volume total do reservatório;

CD é o consumo per capita diário;

QD é a quantidade de dormitórios

PD é a população por dormitório.

4.3.2 RAMAL DE ALIMENTADOR PREDIAL E HIDRÔMETRO

Para o cálculo do ramal do alimentador predial e do hidrômetro foram levados em consideração o consumo diário e a velocidade compreendida no alimentador, que são dadas pelas equações 3 e 4.

$$Q_{ap} \geq \frac{C_d}{86400} \quad (3)$$

Onde: Q_{ap} é a vazão mínima a ser considerada no alimentador predial (m³/s)

C_d é o Consumo diário (m³/dia)

$$D_{ap} \geq \sqrt{\frac{4 \times Q_{ap}}{\pi \times V_{ap}}} \quad (4)$$

Onde: V_{ap} é a velocidade no alimentador predial

Para o dimensionamento do hidrômetro, utilizou-se o valor do diâmetro definido para o ramal do alimentador predial e, com o auxílio da tabela 3, foi possível obter o valor do consumo provável e da vazão característica. Todo o processo de instalação do hidrômetro é realizado pela concessionária de água da região, para a cidade de Patos-PB, a responsável é a CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba).

Tabela 3 – Dimensões do abrigo para o cavalete

Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo/dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m ³ /dia)	Vazão característica (m ³ /hora)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: Carvalho, 2013.

4.3.3 SUB-RAMAIIS, RAMAIIS, COLUNAS E BARRILETES

Para o dimensionamento dos trechos considerou-se o consumo máximo provável, e o método adotado foi o dos pesos relativos, tendo o auxílio de tabelas, ábacos e equações sugeridas pela norma e bibliografia disponíveis.

Inicialmente, fez o levantamento das peças para obter o diâmetro dos sub-ramais. Em seguida, deu-se a verificação dos pesos relativos nos pontos de utilização, com o auxílio da Tabela 04, para o cálculo dos ramais.

Tabela 4 – Pesos relativos nos pontos de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (litros/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão Integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: Carvalho, 2013.

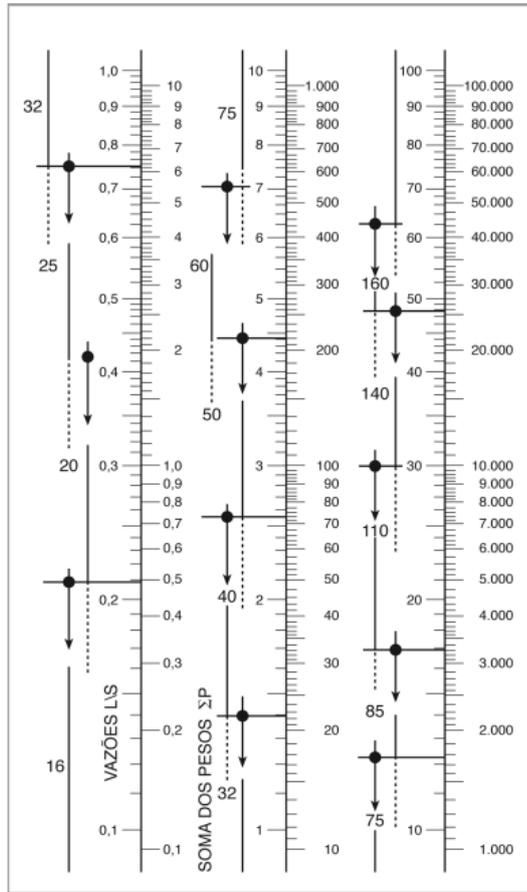
Posteriormente, realizou-se o cálculo da vazão para cada trecho da tubulação, feito por meio da equação 5.

$$Q = 0,3x\sqrt{\Sigma P} \quad (5)$$

Onde: ΣP é a soma dos pesos

Realizou-se a soma dos pesos relativos para cada trecho e foi calculada a vazão máxima, obtendo-se assim os devidos diâmetros para cada trecho com o auxílio do ábaco apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Normograma de pesos, vazões e diâmetros



Fonte: Carvalho, 2013.

Com os valores da vazão e do diâmetro foi possível definir o valor da velocidade, utilizando a equação 6.

$$V = 4 \times 10^3 \times Q \times \pi^{-1} \times D^{-2} \tag{6}$$

Q é a vazão

D é o diâmetro

Para o cálculo da perda de carga (J) utilizou-se a equação 1, anteriormente, é necessário calcular o valor do número de Reynolds e o fator de atrito, sendo utilizadas as equações 7 e 8, respectivamente. A norma 5626/2020 determina que para os pontos de utilização a pressão dinâmica não pode ser inferior a 1,0 mca (metro de coluna d’água) e para os demais pontos não poderá ser inferior a 0,5 mca, exceto em trechos verticais de tomadas d’água.

$$R_E = \frac{v \times D}{\gamma} \tag{7}$$

v é a velocidade do fluido

γ é a viscosidade cinemática

D é o diâmetro

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^8 + 9,5 \left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 x D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125} \quad (8)$$

Re é o número de Reynolds

D é o diâmetro

ε é a rugosidade absoluta da tubulação

4.4 ESGOTO SANITÁRIO

Todo o dimensionamento de esgoto sanitário predial foi realizado de acordo com a NBR 8160/1999, que trata e estabelece os requisitos de projeto, ensaio e manutenção para sistemas de esgoto predial. O dimensionamento pode ser feito pelo método hidráulico ou pelo método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC), segundo a própria norma.

4.4.1 RAMAIS DE DESCARGA E DE ESGOTO

O dimensionamento dos ramais de descarga deu-se utilizando a tabela 5 que determina um diâmetro mínimo para cada aparelho sanitário, no caso de uma peça não ter sido citada será utilizada a tabela 6. A norma também recomenda que essas tubulações tenham declividades mínimas, 2% quando for um diâmetro nominal (DN) igual ou inferior a 75 mm e 1% quando for um DN igual ou superior a 100 mm.

Tabela 5 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

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

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

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

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: NBR 8160, 1999.

Tabela 6 – Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 5

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>	Número de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: NBR 8160, 1999.

Para o dimensionamento dos ramais de esgoto foi feito o somatório das UHC de cada aparelho sanitário, com exceção do vaso sanitário, e assim definido um diâmetro de acordo com a tabela 7, utilizou-se o mesmo método para o trecho após a bacia sanitária, caso seja obtido um diâmetro inferior ao do ramal de descarga, deverá ser adotado um igual ou superior ao do mesmo.

Tabela 7 – Dimensionamento de ramais de esgoto

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

Fonte: NBR 8160, 1999.

4.4.2 TUBO DE QUEDA

Todo o dimensionamento dos tubos de queda foi realizado de acordo com a tabela 8.

Tabela 8 – Dimensionamento de tubos de queda

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

Fonte: NBR 8160, 1999.

4.4.3 SUBCOLETOR E COLETOR PREDIAL

O seu dimensionamento deu-se com o auxílio da tabela 9, sendo feito o somatório UHC dos trechos anteriores aos mesmos. Outros pontos a serem observados é a declividade, em que a norma determina um valor mínimo de 0,5% e no máximo 5% e os desvios, que devem ser realizados, quando indispensáveis, com peças que possuam um mesmo ângulo central ou que sejam inferiores a 45°, e devem ser acompanhadas de aparelhos que permitam ser realizada a inspeção.

Tabela 9 – Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

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

Fonte: NBR 8160, 1999.

4.4.4 COLUNA E RAMAL DE VENTILAÇÃO

O dimensionamento deu-se por meio da tabela 10, em que se faz a soma UHC e verifica-se qual diâmetro deverá ser adotado, além de um comprimento máximo.

Tabela 10 – Dimensionamento de colunas e ramais 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: NBR 8160, 1999.

O dimensionamento realizou-se por meio da tabela 11, levando-se em conta o somatório das UHC. Além disso, é necessário respeitar uma distância máxima do desconector até o tubo de ventilação, conforme definido na tabela 12.

Tabela 11 – Dimensionamento de ramais de ventilação

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

Fonte: NBR 8160, 1999.

Tabela 12 – Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador

Diâmetro nominal do ramal de descarga <i>DN</i>	Distância máxima m
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Fonte: NBR 8160, 1999.

4.4.5 TANQUE SÉPTICO E FILTRO ANAERÓBIO

Para o projeto optou-se por utilizar um tanque séptico de câmara única com formato cilíndrico, e foi dimensionado seguindo as orientações da norma.

O cálculo do volume útil deu-se por meio da equação 6, e através das tabelas 13, 14 e 15.

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (6)$$

Onde: *V* é o volume útil, em litros

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição

C é a contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 13)

T é o período de detenção, em dias (ver Tabela 14)

K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 15)

Lf é a contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 15)

Tabela 13 - Contribuição diária de esgoto (*C*) e de lodo fresco (*Lf*) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (<i>C</i>) e lodo fresco (<i>Lf</i>)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Fonte: NBR 7229, 1993.

Tabela 14 – Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: NBR 7229, 1993.

Tabela 15 – Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpeza e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229, 1993.

Foi definido para o projeto do filtro anaeróbio a utilização da brita nº 4 e que o mesmo será em formato cilíndrico.

O cálculo do volume útil deu-se por meio da equação 7, e através das tabelas 16 e 17.

$$V = 1,6xNxCxT \quad (7)$$

Onde: N é o número de contribuintes;

C é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia (conforme a tabela 16);

T é o tempo de detenção hidráulica, em dias (conforme a tabela 17)

Tabela 16 – Contribuição diária de despejos e de carga orgânica por tipo prédio e ocupantes

Prédio	Unidade	Contribuição de esgoto L/d	Contribuição de carga orgânica gDBO _{5,20} /d
1. Ocupantes permanentes			
Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	50
Padrão médio	Pessoa	130	45
Padrão baixo	Pessoa	100	40
Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	Pessoa	100	30
Alojamento provisório	Pessoa	80	30
2. Ocupantes temporários			
Fábrica em geral	Pessoa	70	25
Escritório	Pessoa	50	25
Edifício público ou comercial	Pessoa	50	25
Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	20
Bares	Pessoa	6	6
Restaurantes e similares	Pessoa	25	25
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2	1
Sanitários públicos ¹⁾	Bacia sanitária	480	120
¹⁾ Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio de esportes, locais para eventos etc.).			

Fonte: NBR 13969, 1997.

Tabela 17 – Tempo de detenção hidráulica de esgotos (T), por faixa de vazão e temperatura dos esgotos (em dias)

Vazão L/dia	Temperatura média do mês mais frio		
	Abaixo de 15°C	Entre 15 °C e 25°C	Maior que 25°C
Até 1 500	1,17	1,0	0,92
De 1 501 a 3 000	1,08	0,92	0,83
De 3 001 a 4 500	1,00	0,83	0,75
De 4 501 a 6 000	0,92	0,75	0,67
De 6 001 a 7 500	0,83	0,67	0,58
De 7 501 a 9 000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9 000	0,75	0,50	0,50

Fonte: NBR 13969, 1997.

Para o cálculo da altura total do filtro anaeróbio foi utilizada a equação 8. Além disso, a norma recomenda que a altura do leito filtrante, já contando com o fundo falso, deve ser de no máximo 1,20 m, e a profundidade do fundo falso deve ser no máximo 0,6 m, já incluindo a espessura da laje.

$$H = h + h_1 + h_2 \quad (8)$$

Onde: H é a altura total interna do filtro anaeróbio;

h é a altura total do leito filtrante;

h_1 é a altura da calha coletora;

h_2 é a altura sobressalente (variável).

4.5 ÁGUAS PLUVIAIS

A NBR 10844/1989 detalha como deverá ser realizado o dimensionamento de calhas e condutores verticais e horizontais de acordo com tabelas e ábacos, visando alcançar maior segurança, higiene e durabilidade da edificação.

4.5.1 MATERIAIS

A norma cita uma variedade de materiais a serem utilizados na construção das calhas e dos condutores (horizontais e verticais), para a execução deve-se usar como base a norma do referente material escolhido.

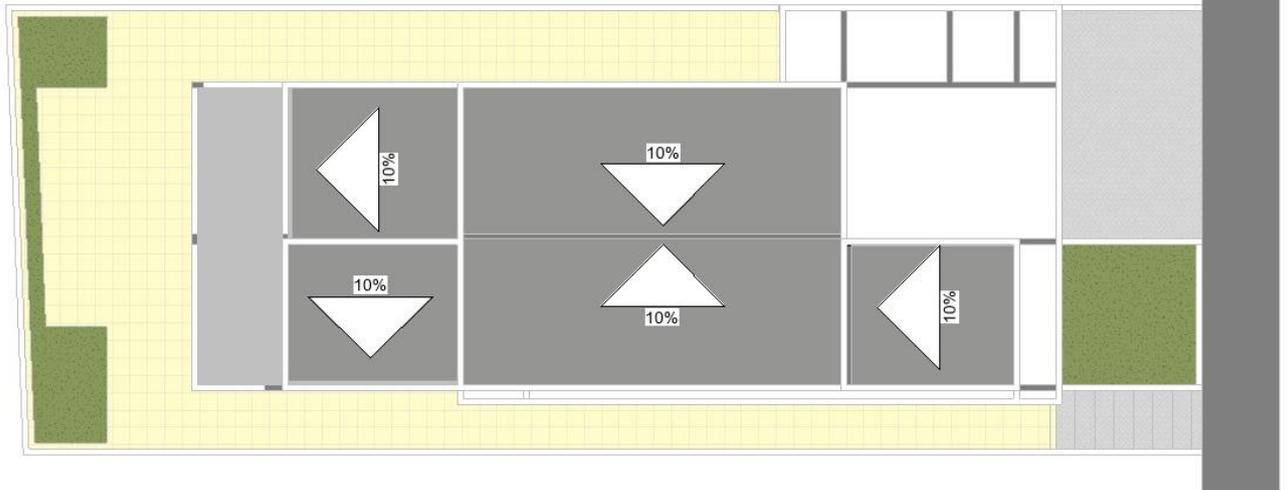
4.5.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Alguns fatores meteorológicos precisam ser levados em consideração, como a intensidade pluviométrica, que leva em consideração o período de retorno, dado esse especificado na norma de acordo com a característica da área a ser drenada, outro fator é a duração da precipitação, fixado em 5 minutos.

4.5.3 TELHADO

A residência do projeto possui um total de 5 águas, sendo todos embutidos, possuindo uma inclinação de 10%, como disposto na Figura 10. O material escolhido para a telha é de fibrocimento.

Figura 10 – Cobertura da residência



Fonte: Projeto do arquiteto Francisco Camilo Filho, 2022.

4.5.4 VAZÃO DE PROJETO

Vazão que serve como parâmetro para o dimensionamento dos condutos e calhas, devido a residência possuir 5 coberturas foram calculadas 5 vazões de projeto, o cálculo deu-se através da equação 9.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (9)$$

Onde: Q é a Vazão de projeto, em L/min;

I é a intensidade pluviométrica, em mm/h;

A é a área de contribuição, em m².

A tabela 18 é disponibilizada pela norma contendo a intensidade pluviométrica de algumas cidades do Brasil, devido não contemplar as informações da cidade de Patos-PB, foi definido, para questões de cálculo, a escolha da cidade de São Gonçalo-PB, pela proximidade do local. Para o cálculo da vazão de coberturas e/ou telhados é utilizado um período de retorno de 5 anos.

Tabela 18 – Chuvas intensas no Brasil

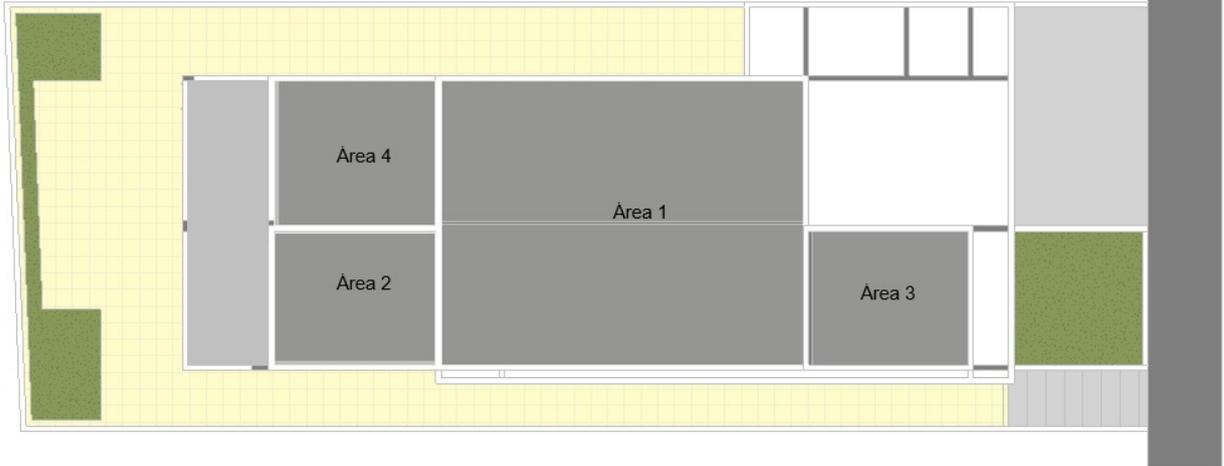
/continuação			
Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139(2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222 (20)
68 - Salvador/BA	108	122	145 (24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145 (16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152 (7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152 (18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204 (21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161 (10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167 (18)
76 - São Gonçalo/PB	120	124	152 (15)
77 - São Luiz/MA	120	126	152 (21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253 (21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191 (7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170 (7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281 (19)
84 - Soure/PA	149	162	212 (18)
85 - Taparinhá/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208 (6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154 (6)
88 - Teresina/PI	154	240	262 (23)
89 - Teresópolis/RJ	115	149	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230 (17)
93 - Ubatuba/SP	122	149	184 (7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161 (17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Viamão/RS	114	126	152 (15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265 (13)

Notas: a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

Fonte: NBR 10844, 1999.

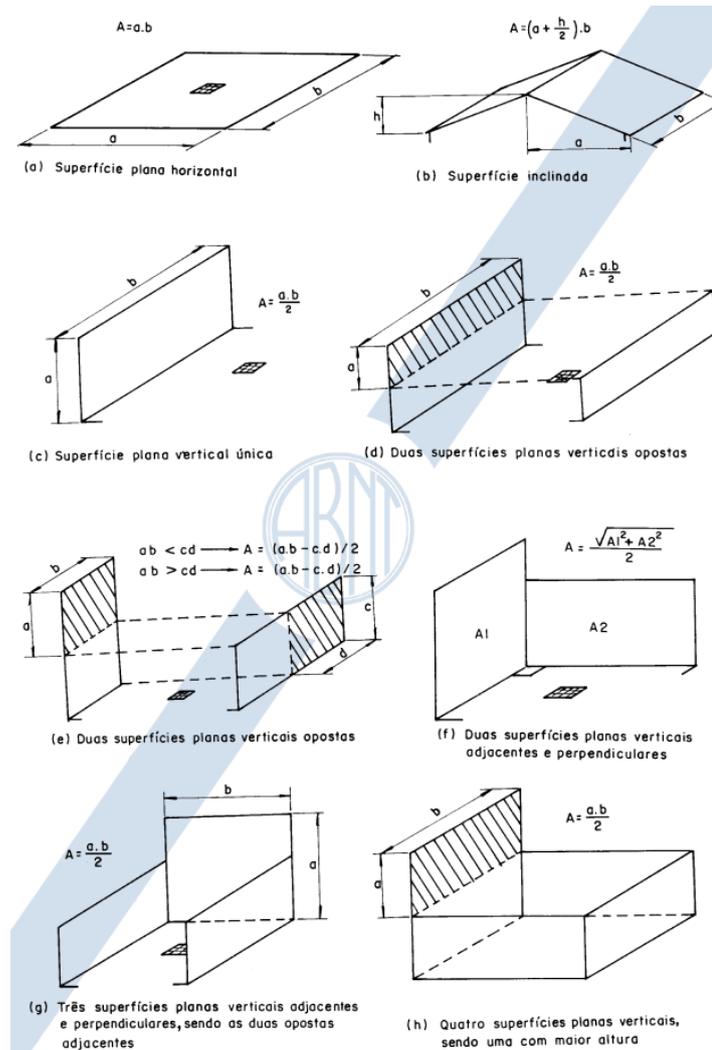
O cálculo da área de contribuição é realizado levando em consideração a inclinação da cobertura do telhado e as paredes que retêm a água da chuva que também devem ser drenadas pela cobertura. Devido a residência possuir 4 coberturas, foram definidas 4 áreas de contribuição, como mostrado na figura 11. A norma disponibiliza a figura 12 que indica a forma de cálculo a ser realizada em cada tipo de área de influência, para o cálculo das coberturas da residência foram utilizadas as indicações (a) e (d).

Figura 11 – Áreas de contribuição da residência



Fonte: Projeto do arquiteto Francisco Camilo Filho, 2022.

Figura 12 – Indicações para cálculos das áreas de contribuição



Fonte: NBR 10844, 1999.

4.5.5 CALHAS

A definição do tipo de calha foi feita de acordo com o projeto de telhado e cobertura, podendo ser de beiral, platibanda ou de água furtada, a forma da seção também será escolhida de acordo com as características do projeto.

Para fins de projeto foi considerada a vazão de projeto 1, devido ser a de maior valor, como base para definir as dimensões de todas as calhas. O dimensionamento deu-se por meio da NBR 10844/1989, através da fórmula de Manning-Strickler, mostrada na equação 10.

$$Q_c = K \times \left(\frac{S}{n}\right) \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Onde:

Q é a Vazão de projeto (L/min)

K (constante) é 60.000

S é a Área da seção molhada (m²)

n é o Coeficiente de rugosidade

R_h é o Raio hidráulico (m)

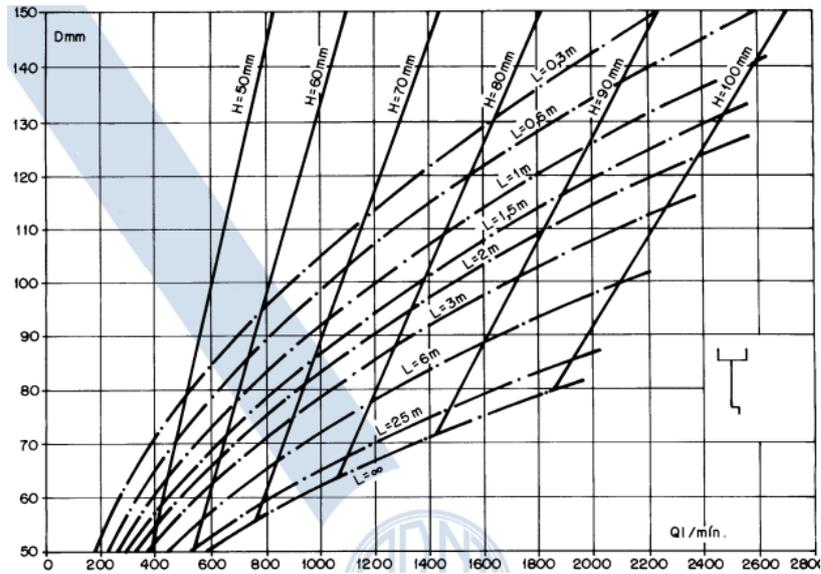
i é a Declividade da calha (m/m)

4.5.6 CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS

Para o dimensionamento dos condutores verticais é levado em consideração a vazão de projeto (Q), a altura da lâmina d'água na calha (H) e o comprimento do condutor vertical (L). O diâmetro interno desses condutores é definido por um ábaco, visto na figura 13.

Os condutores horizontais devem ser projetados para possuir uma declividade uniforme, possuindo um valor mínimo de 0,5%. Para condutores com seção circular, o escoamento é feito com lâmina de altura igual a $\frac{2}{3}$ da altura do diâmetro interno (D) do tubo. Para as demais matérias, com inclinações usuais, a vazão é definida com o auxílio da tabela 19.

Figura 13 – Calha com saída em aresta viva



Fonte: NBR 10844, 1999.

Tabela 19 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular

	Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: NBR 10844, 1999.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

O projeto trata de uma edificação residencial de dois pavimentos, com 2 banheiros no térreo e 2 no pavimento superior, totalizando um total de 4 banheiros, com as vagas de garagem, localizadas na parte da frente da edificação. A edificação será construída em um terreno com 356,14 m², onde o pavimento térreo terá uma área construída de 142,64 m² e o pavimento superior 133,77 m². A edificação será em alvenaria convencional, tijolo cerâmico, com estrutura das lajes, vigas e pilares em concreto armado. As instalações prediais de água fria e esgoto sanitário serão de PVC e o sistema de abastecimento da rede interna da edificação será de forma mista. As Figuras 7 e 8 são a planta baixa dos pavimentos inferior e superior da edificação, respectivamente.

5.1 ÁGUA FRIA

Nesta etapa do trabalho foi feito o dimensionamento das instalações de água fria de uma edificação residencial unifamiliar.

5.1.1 DIMENSIONAMENTO DO ALIMENTADOR PREDIAL E DO HIDRÔMETRO

Para a determinação do dimensionamento do diâmetro e da vazão do alimentador predial, assim como as especificações do hidrômetro, foi utilizada a Seção 4.3.2.

Com base nos dados, temos:

$$Q_{ap} \geq \frac{1,2}{86400}$$

$$Q_{ap} \geq 0,0000139 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{ap} \geq \sqrt{\frac{4 \times 0,0000139}{\pi \times 1}} \times 1000$$

$$D_{ap} \geq 4,21 \text{ mm}$$

Devido a não existência de um diâmetro de 4,21 mm, será considerado o valor comercial imediatamente superior, nesse caso, de 20 mm.

Para o dimensionamento do hidrômetro, utilizou-se o valor do diâmetro definido para o ramal do alimentador predial e, com o auxílio da Tabela 20, foi possível obter o valor do consumo provável e da vazão característica.

Tabela 20 – Dimensões do abrigo para o cavalete

Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo/dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m ³ /dia)	Vazão característica (m ₃ /hora)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: Carvalho, 2013.

A partir disso, foi possível definir que o hidrômetro possuirá um diâmetro nominal de 20 mm, vazão característica de 3 m³/hora e consumo provável de 5 m³/dia.

5.1.2 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O dimensionamento do reservatório deu-se levando em consideração o que foi determinado na Seção 4.3.1. A residência possui 3 dormitórios e nenhuma dependência para empregado (a).

Com base nos dados, temos:

$$V_{\text{TOTAL}} = 3 \times (200 \times 3 \times 2)$$

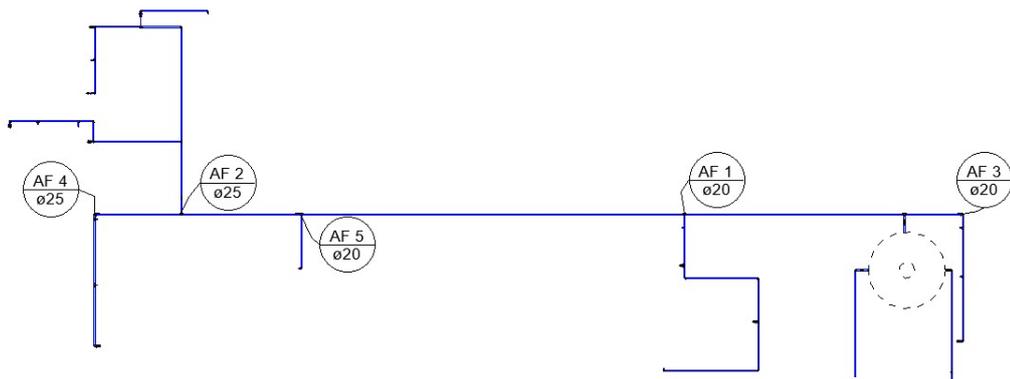
$$V_{\text{TOTAL}} = 3600 \text{ L}$$

Devido a não existência de um reservatório de 3600 L, será considerado o valor comercial imediatamente superior, nesse caso, de 4000 L. O alimentador do reservatório possui diâmetro de 20 mm, foi adotado um extravasor com uma bitola comercial acima, logo de 25 mm. A ficha técnica do reservatório pode ser observada no Anexo A.

5.1.3 PLANTAS ISOMÉTRICAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Para o dimensionamento das tubulações se faz necessário apresentar os isométricos da rede interna de distribuição. Após estudos de trajetos chegou-se a uma configuração da rede, conforme Figura 14.

Figura 14 – Barrilete e colunas de água fria



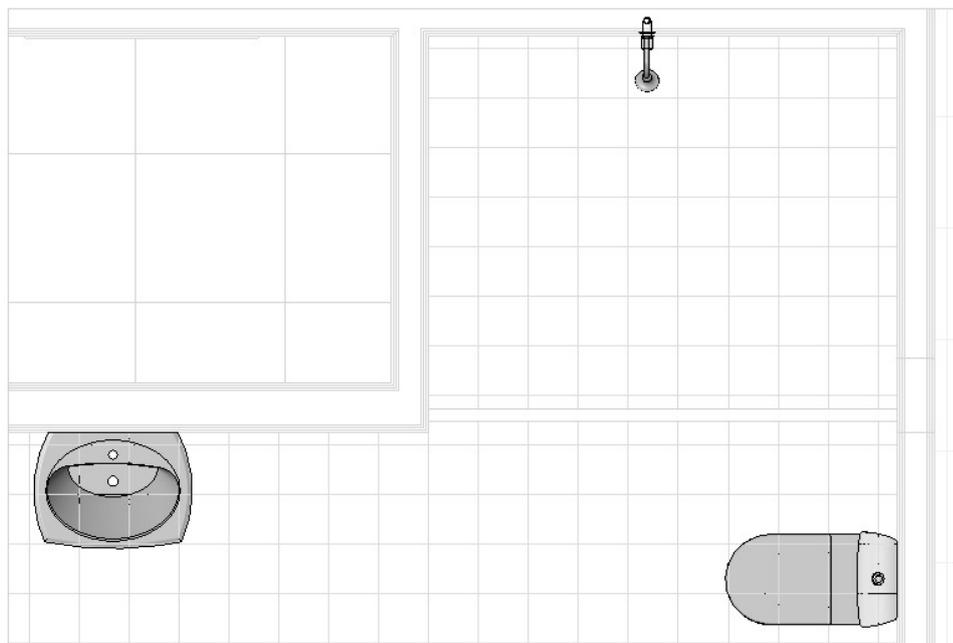
Fonte: Autoria própria, 2022.

5.1.4 DIMENSIONAMENTO DOS SUB-RAMAI, RAMAIS E COLUNAS

A etapa seguinte consiste no dimensionamento dos sub-ramais, com base no exposto na seção 4.3.3 e posteriormente com base no trajeto da tubulação calcula-se os diâmetros dos ramais nos pavimentos térreo e superior da residência.

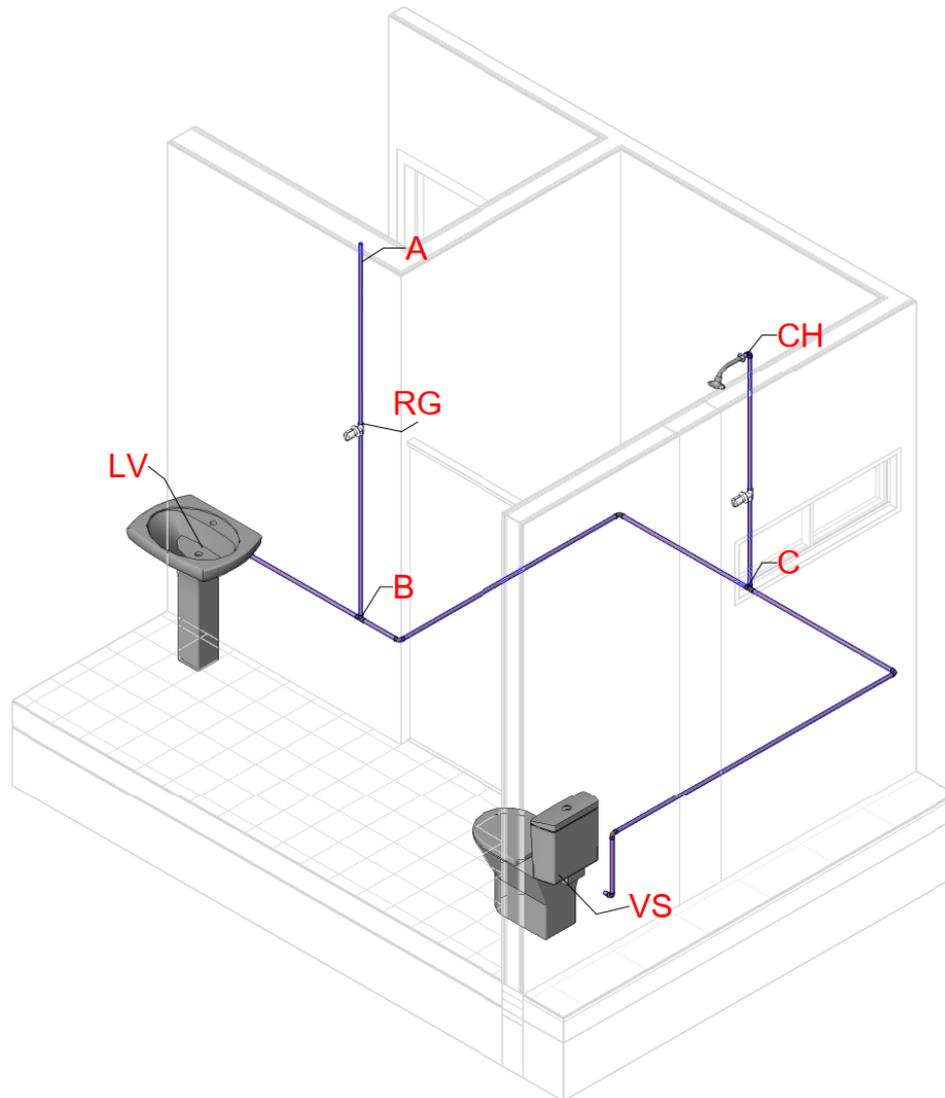
Com o projeto arquitetônico do banheiro (Figura 15) identifica-se as seguintes peças de utilização: lavatório, bacia sanitária e chuveiro. Tendo como diâmetro dos sub-ramais e ramais 20 mm, a partir do somatório dos pesos também foi possível concluir que a Coluna 1 irá possuir um diâmetro de 20 mm, como pode ser visualizado na tabela 21. Assim, apresenta-se o isométrico das tubulações de água fria (Figura 16).

Figura 15 – Planta baixa do banheiro 1



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 16 – Isométrico da coluna 1



Fonte: Autoria própria, 2022.

Através do isométrico foi possível realizar o dimensionamento das tubulações, seguindo toda a sequência e recomendação da norma, como exposto no tópico da Metodologia. Foram realizados os seguintes cálculos para cada trecho:

$$Q = 0,3x\sqrt{1} = 0,3 \text{ L/s}$$

$$V = 4 \times 10^3 \times 0,3 \times \pi^{-1} \times 20^{-2} = 0,955 \text{ m/s}$$

$$R_E = \frac{0,955 \times 20}{10^{-6}} = 19098,59$$

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{19098,59} \right)^8 + 9,5 \left[\text{Ln} \left(\frac{0,015}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{19098,59^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{19098,59} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125} = 0,028$$

$$Hf = 0,028 \times \frac{6,76}{0,02} \times \frac{0,955^2}{2 \times 9,8} = 0,44 \text{ m.c.a}$$

Tabela 21 – Memorial de cálculo da coluna 1

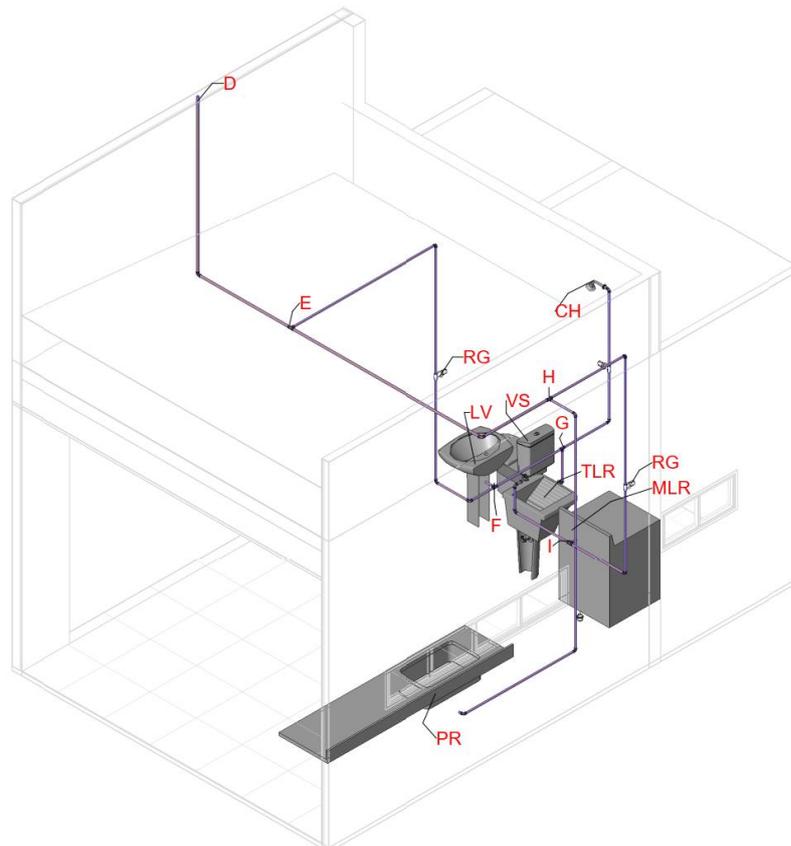
Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga				Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)	
						Real	Re	f	Hf (mca)		Montante	Jusante
A - B	COLUNA 1	1	0,3	20	0,955	6,76	19098,59	0,028	0,438	5,73	1,07	6,36
B - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,523	0,82	10460,73	0,032	0,018	0	6,56	6,54
B - C	RAMAL	0,7	0,25	20	0,799	2,74	15979,03	0,029	0,129	0	6,56	6,43
C - CH	SUB-RAMAL	0,4	0,19	20	0,604	1,94	12079,01	0,031	0,056	-1,5	6,29	4,74
C - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,523	3,47	10460,73	0,032	0,077	0,4	6,29	6,61

Fonte: Autoria própria, 2022.

Todo esse procedimento foi realizado para as demais colunas da edificação, com exceção da coluna 5 pois ela tem baixa influência na definição do diâmetro do barrilete. Os isométricos podem ser vistos nas figuras 17, 18 e 19 juntamente dos seus respectivos memoriais de cálculo mostrado nas tabelas 22, 23 e 24.

Com o isométrico da coluna 2, responsável por distribuir a água para a cozinha, área de serviço e banheiro 2, visto na figura 17, identificam-se as seguintes peças de utilização: pia residencial, máquina de lavar roupa, tanque de lavar roupa, vaso sanitário, lavatório e chuveiro. Tendo como diâmetro dos sub-ramais e ramais 20 mm, com exceção do trecho B-E que será de 25 mm, a partir do somatório dos pesos também foi possível concluir que a Coluna 2 irá possuir um diâmetro de 25 mm, como pode ser visualizado na tabela 22.

Figura 17 – Isométrico da coluna 2



Fonte: Autoria própria, 2022.

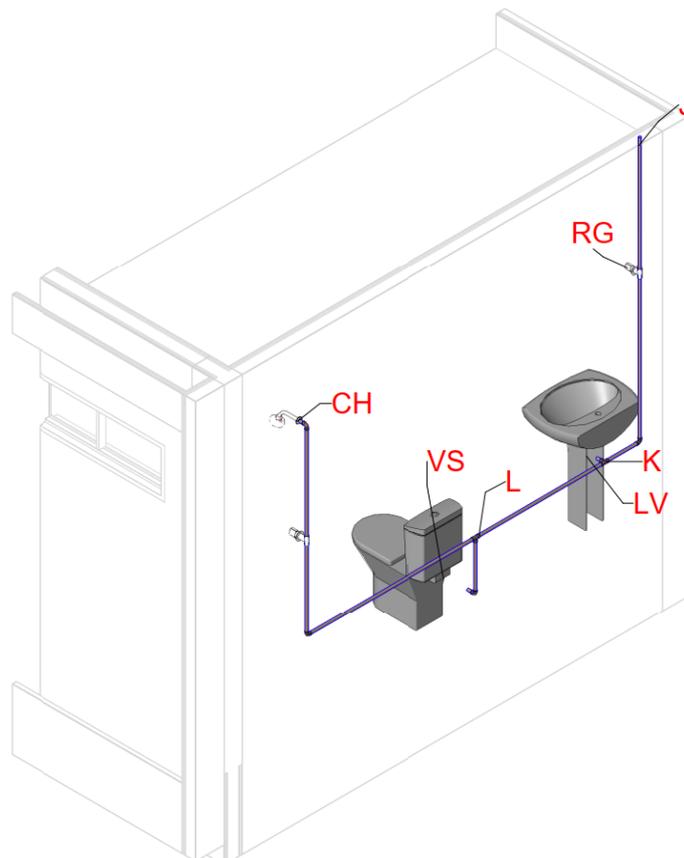
Tabela 22 – Memorial de cálculo da coluna 2

Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)		Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)	
					Real	Re	f	Hf (mca)	Montante		Jusante	
D - E	COLUNA 2	3,4	0,55	25	1,13	4,52	28172,85	0,025	0,508	3,03	0,57	3,09
E - F	RAMAL	1	0,30	20	0,950	5,37	19098,59	0,028	0,613	2,7	3,09	5,18
F - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,520	0,12	10460,73	0,032	0,003	0	5,18	5,17
F - G	RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	0,08	15979,03	0,029	0,037	0	5,18	5,14
G - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,520	0,46	10460,73	0,032	0,035	0,4	5,14	5,5
G - CH	SUB-RMAL	0,4	0,19	20	0,600	2,17	12079,01	0,031	0,128	-1,5	5,14	3,51
E - H	RAMAL	2,4	0,46	25	0,950	3,37	23669,93	0,026	0,258	0	3,09	2,83
H - PR	SUB-RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	4,57	15979,03	0,029	0,375	2,7	2,83	5,16
H - I	RAMAL	1,7	0,39	20	1,250	4,21	24901,52	0,026	0,752	2,5	2,83	4,58
I - MLR	SUB-RAMAL	1	0,30	20	0,950	0,08	19098,59	0,028	0,005	0	4,58	4,57
I - TLR	SUB-RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	1,1	15979,03	0,029	0,155	-0,3	4,58	4,12

Fonte: Autoria própria, 2022.

Com o isométrico da coluna 3, responsável por distribuir a água para o banheiro 3, visto na figura 18, identificam-se as seguintes peças de utilização: vaso sanitário, lavatório e chuveiro. Tendo como diâmetro dos sub-ramais e ramais 20 mm, a partir do somatório dos pesos também foi possível concluir que a Coluna 3 irá possuir um diâmetro de 20 mm, como pode ser visualizado na tabela 23.

Figura 18 – Isométrico da coluna 3



Fonte: Autoria própria, 2022.

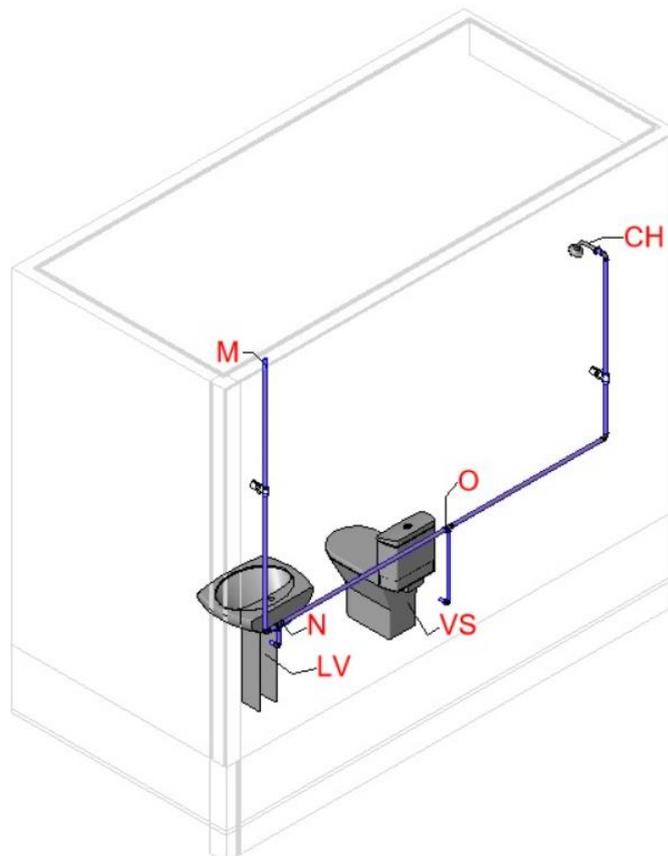
Tabela 23 – Memorial de cálculo da coluna 3

Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)		Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)	
					Real	Re	f	Hf (mca)	Montante		Jusante	
J - K	COLUNA 3	1	0,3	20	0,95	2,17	19098,59	0,028	0,144	2,23	1,2	3,29
K - L	RAMAL	0,7	0,25	20	0,8	1,04	15979,03	0,029	0,05	0	3,29	3,24
K - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,04	10460,73	0,032	0,001	0	3,29	3,28
L - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,42	10460,73	0,032	0,048	0,4	3,24	3,59
L - CH	RAMAL	0,4	0,19	20	0,6	2,85	12079,01	0,031	0,159	-1,5	3,24	1,58

Fonte: Autoria própria, 2022.

Com o isométrico da coluna 4, responsável por distribuir a água para o banheiro 4, visto na figura 19, identificam-se as seguintes peças de utilização: vaso sanitário, lavatório e chuveiro. Tendo como diâmetro dos sub-ramais 20 mm, com exceção do trecho C – CH que foi definido para possuir um diâmetro de 25 mm para alcançar a pressão necessária, já que esse é o trecho mais desfavorável da edificação possuindo uma pressão de 1,21 m.c.a, e os ramais 25 mm, a partir do somatório dos pesos também foi possível concluir que a Coluna 4 irá possuir um diâmetro de 20 mm, mas para solucionar os problemas com relação a pressão foi definido que também irá possuir um diâmetro de 25 mm, como pode ser visualizado na tabela 24.

Figura 19 – Isométrico da coluna 4



Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 24 – Memorial de cálculo da coluna 4

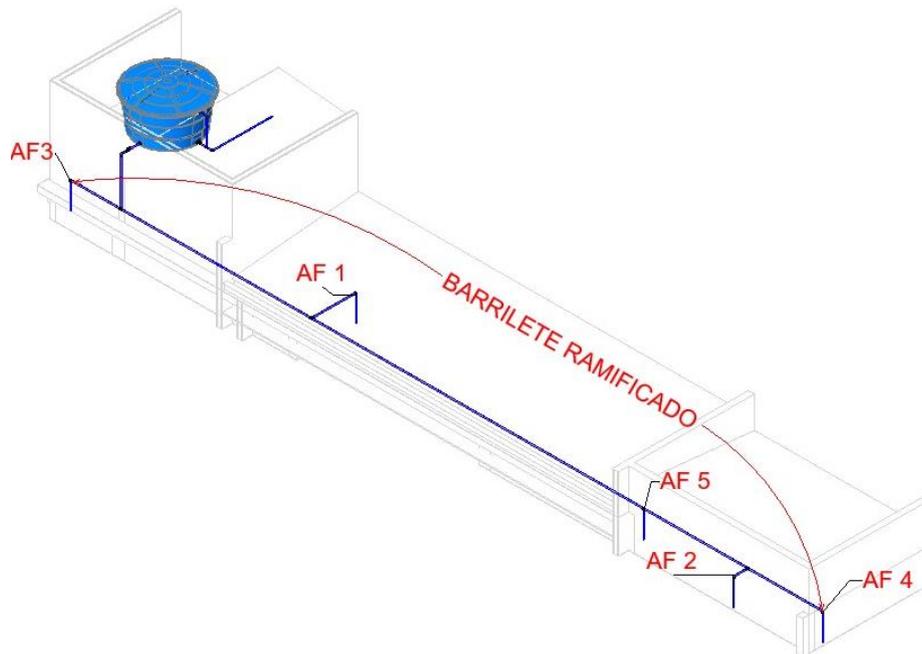
Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)		
						Real	Re	f		Hf (mca)	Montante	Jusante
M - N	COLUNA 4	1	0,3	25	0,61	2	15278,87	0,029	0,119	2	0,57	2,45
N - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,2	10460,73	0,032	0,029	0,13	2,45	2,55
N - O	RAMAL	0,7	0,25	25	0,51	1,43	12783,22	0,03	0,036	0	2,45	2,41
C - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	1	10460,73	0,032	0,047	0,53	2,41	2,89
C - CH	SUB-RAMAL	0,4	0,19	25	0,39	2,9	9663,21	0,032	0,054	-1,28	2,55	1,21

Fonte: Autoria própria, 2022

5.1.5 DIMENSIONAMENTO DO BARRILETE

Todo o dimensionamento do barrilete foi desenvolvido com base na Seção 4.3.3. O isométrico do barrilete pode ser visto na figura 20, juntamente do seu memorial de cálculo, exposto na Tabela 25.

Figura 20 – Isométrico do barrilete



Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 25 – Memorial de cálculo do barrilete

Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)
					Real
BARRILETE					18,8
A - B	COLUNA 1	1	0,3	0,95	6,76
D - E	COLUNA 2	3,4	0,55	1,13	4,52
J - K	COLUNA 3	1	0,3	0,95	2,17
M - N	COLUNA 4	1	0,3	0,61	2

Fonte: Autoria própria, 2022.

Foi possível concluir, através do dimensionamento, que o Barrilete irá possuir um diâmetro de 32 mm.

5.1.6 COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS

Devido à falta de opções, foi necessário passar uma única tubulação de água fria por dentro de um pilar.

Buscando atender o valor mínimo de pressão em todos os trechos de água fria, foi necessário elevar o reservatório em 35 cm, através disso, foram atingidas as pressões necessárias em todos os pontos de utilização.

5.2 ESGOTO SANITÁRIO

O material escolhido para as tubulações de esgoto foi de PVC série normal.

5.2.1 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA E DE ESGOTO

O diâmetro dos ramais de descarga foi obtido com base na seção 4.4.1, sendo assim, os lavatórios possuirão um diâmetro de 40 mm, as bacias sanitárias um diâmetro 100 mm, os chuveiros um diâmetro de 40 mm, as pias de cozinha residencial um diâmetro de 50 mm e o tanque um diâmetro de 40 mm.

Ainda com o exposto na seção 4.4.1, foi possível determinar o diâmetro dos ramais de esgoto dos ambientes do pavimento térreo e superior, podendo ser visualizados nas tabelas 26 e 27, respectivamente.

Tabela 26 – Diâmetro dos ramais de esgoto do pavimento térreo

Ramal de esgoto cozinha 1		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
3	50	50
Ramal de esgoto cozinha 2		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
3	50	50
Ramal de esgoto área de serviço		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
6	50	75
Ramal de esgoto banheiro 1		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
9	75	100
Ramal de esgoto banheiro 2		

UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
9	75	100

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 27 – Diâmetro dos ramais de esgoto do pavimento superior

Ramal de esgoto banheiro 1		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
9	75	100
Ramal de esgoto banheiro 2		
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
9	75	100

Fonte: Autoria própria, 2022.

O diâmetro calculado dos ramais de esgoto dos banheiros foi de 75 mm, mas como o diâmetro do trecho anterior, referente a bacia sanitária, é de 100 mm, e não é recomendado usar reduções, será adotado também um diâmetro de 100 mm.

5.2.2 DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA

O dimensionamento dos tubos de quedas seguiu a seção 4.4.2. Obtendo assim os resultados expostos na tabela 28.

Tabela 28 – Diâmetro dos tubos de queda

Tubo de queda			
Tubos	UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
1	9	50	100
2	9	50	100

Fonte: Autoria própria, 2022.

O diâmetro calculado foi de 50 mm, mas devido a tubulação estar conectada diretamente na tubulação proveniente da bacia sanitária, a qual possui um diâmetro de 100 mm, será adotado um diâmetro para os tubos de queda de mesmo valor.

5.2.3 DIMENSIONAMENTO DOS SUBCOLETORES E DO COLETOR PREDIAL

Com o abordado na seção 4.4.3 foi possível realizar o dimensionamento de cada trecho dos subcoletores e do coletor predial. Gerando assim, os resultados da tabela 29.

Tabela 29 – Diâmetro dos subcoletores e do coletor predial

Trecho 1-2			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
15	100	100	5,14
Trecho 2-3			

UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
15	100	100	2,9
Trecho 3-4			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
24	100	100	3,3
Trecho 4-5			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
27	100	100	8,6
Trecho 5-6			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
36	100	100	7,18
Trecho 6-11			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
36	100	100	0,72
Trecho 7-8			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
3	100	100	2,2
Trecho 8-9			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
3	100	100	9,6
Trecho 9-10			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
3	100	100	6,15
Trecho 10-11			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
3	100	100	3,76
Trecho 11-12			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)

42	100	100	1,28
Trecho 12-COLETOR PREDIAL			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	Comprimento do trecho (m)
42	100	100	3,26

Fonte: Autoria própria, 2022.

5.2.4 DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS E DOS RAMAIS DE VENTILAÇÃO

O dimensionamento do diâmetro das colunas e dos ramos de ventilação deu-se por meio da Seção 4.4.4, todos os resultados estão apresentados na tabela 30.

Tabela 30 – Diâmetro das colunas e dos ramos de ventilação

Ramos de ventilação			
Ramal	UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)
1	3	50	50
2	3	50	50
3	3	50	50
4	3	50	50
Coluna de ventilação			
UHC	D (mm)	Diâmetro adotado (mm)	
1	3	50	50
2	3	50	50
3	3	50	50
4	3	50	50

Fonte: Autoria própria, 2022.

5.2.5 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE SÉPTICO E DO FILTRO ANAERÓBIO

Através do que foi exposto na Seção 4.4.5, foi possível realizar todo o dimensionamento do tanque séptico.

Com base nos dados obtidos, temos:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

$$V = 1000 + 6 (130 + 97 \times 1)$$

$$V = 2362 \text{ L ou } 2,36 \text{ m}^3$$

Para determinar a profundidade útil, foi utilizada a tabela 31. Como o valor encontrado do volume útil foi inferior a 6 m³, foi selecionada a profundidade de 2,20 m.

Tabela 31 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: NBR 7229, 1993.

Ainda na mesma seção, também foi possível determinar todo o dimensionamento do filtro anaeróbio.

Com base nos dados obtidos, temos:

$$V = 1,6 \times N \times C \times T$$

$$V = 1,6 \times 6 \times 130 \times 1$$

$$V = 1248 \text{ L ou } 1,248 \text{ m}^3$$

$$H = h + h_1 + h_2$$

$$H = 1,2 + 0,1 + 0,2$$

$$H = 1,5 \text{ m}$$

Para o cálculo da área do filtro foi realizada a divisão do volume útil pela altura total do leito, dessa forma foi encontrado um valor de 1,04 m² de área demandada. Com o valor encontrado, foi possível definir o diâmetro do filtro capaz de atender a demanda, o qual possui 1,5 m, em posse desse valor, foi calculada a área, obtendo um valor de 1,77 m². A ficha técnica do tanque séptico e do filtro anaeróbio pode ser observada no Anexo B.

5.2.6 COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS

Devido à complexidade da residência, foi necessário adicionar 2 novos shafts para que fosse possível a passagem dos tubos de queda localizados nos banheiros do pavimento superior.

Levando em consideração a falta de coletor público de esgoto, o destino final dos dejetos, depois de tratados, foi um córrego localizado nas proximidades da residência.

5.3 ÁGUAS PLUVIAIS

5.3.1 DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO E DA VAZÃO DE PROJETO

Para o dimensionamento das 4 áreas de contribuição da residência e da vazão de projeto, foram levados em consideração todo o entendimento da Seção 4.5.4. Com base nas informações passadas, foi possível obter os resultados das tabelas 32 e 33.

Tabela 32 – Áreas de contribuição

Área 1	84,57	m ²
Área 2	17,68	m ²
Área 3	17,18	m ²
Área 4	8,25	m ²

Fonte: Autoria própria, 2022.

Tabela 33 – Vazões de projeto

Q1	174,77	L/min
Q2	36,55	L/min
Q3	35,51	L/min
Q4	17,06	L/min

Fonte: Autoria própria, 2022.

5.3.2 DIMENSIONAMENTO DA CALHA

A determinação das dimensões e características das calhas da residência deu-se por meio da Seção 4.5.5.

O tipo de calha escolhida foi de aço galvanizado de seção retangular. Possui 10 cm de base e 9 cm de altura, sendo que a altura da lâmina d'água da calha é de 5 cm. O valor da área molhada foi obtido multiplicando a base pela altura, gerando um valor de 0,005 m².

O coeficiente de rugosidade é obtido de acordo com o material escolhido, e seus valores estão definidos na tabela 34 da NBR 10844/1989. Para o projeto foi escolhido o aço galvanizado para ser o material das calhas.

Tabela 34 – Coeficientes de rugosidade

Material	η
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: NBR 10844, 1999.

O raio hidráulico foi obtido dividindo a área da seção molhada pelo perímetro, que possui um valor de 0,2 m, obtendo assim um valor de 0,025 m.

A norma define um valor de inclinação mínimo de 0,5% para telhados com platibanda.

Com base nas informações passadas, temos:

$$Q_c = K \times \left(\frac{S}{n}\right) \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 60000 \times \left(\frac{0,005}{0,011}\right) \times 0,025^{2/3} \times 0,0005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 164,88 \text{ L/min}$$

Como o valor obtido de Q_c , 164,88 L/min, foi menor que o encontrado na vazão de projeto, 174,77 L/min, é possível concluir que a calha foi bem dimensionada e atenderá a demanda.

Por fim, foi definido que todas as calhas da residência irão ter as mesmas dimensões da calha que obteve a maior vazão de projeto, pois atendendo a calha com maior demanda também irá atender as demais.

5.3.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS

O material escolhido para as tubulações dos condutores foi de PVC série normal. Todo o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais da residência foi realizado por meio do exposto na Seção 4.5.6.

Sabendo que a residência possui uma vazão de projeto Q de 174,77 L/min, uma lâmina d'água H de 50 mm e um comprimento L 6,5 m, de posse dessas informações, não é possível definir um valor pelo ábaco da Figura 14, devido as linhas da lâmina d'Água e do comprimento não se cruzarem para o valor de vazão definido. Logo, será adotado um diâmetro mínimo, que é de 75 mm, para todos os condutores verticais.

Inicialmente, para a realização do dimensionamento dos condutores horizontais, foi definido a posição das caixas de areia na residência, e, posteriormente, a criação dos trechos de tubulação. A partir disso, com o auxílio da equação 9, foi possível realizar o cálculo da vazão de cada conduto, como se trata de áreas pavimentadas será utilizado um valor de intensidade pluviométrica com período de retorno de 1 ano, que é de 120 mm/h, sendo demonstrado na tabela 18. Por fim, foi possível definir as vazões totais em cada trecho, evidenciado na tabela 35, e com isso determinar os valores dos diâmetros dos tubos horizontais como pode ser visualizado no Apêndice A.

Tabela 35 – Vazão dos condutos horizontais

CÁLCULO C12:		
Área do piso:	25,72	m ²
Área da parede:	42,56	m ²
Área TOTAL:	68,28	m ²
Q	136,565	l/min
Qtotal	136,565	l/min
CÁLCULO C23:		
Área do piso:	17,35	m ²
Área da parede:	66,23	m ²
Área TOTAL:	83,58	m ²
Q	167,15	l/min
Qtotal	303,715	l/min
CÁLCULO C34:		
Área do piso:	11,64	m ²
Área da parede:	47,25	m ²
Área TOTAL:	58,89	m ²
Q	117,78	l/min
Qtotal	421,495	l/min
CÁLCULO C45:		
Área do piso:	34,78	m ²
Área da parede:	0,00	m ²
Área TOTAL:	34,78	m ²
Q	69,56	l/min
Qtotal	491,055	l/min

CÁLCULO C76:		
Área do piso:	24,48	m ²
Área da parede:	42,56	m ²
Área TOTAL:	67,04	m ²
Q	134,09	l/min
Qtotal	134,09	l/min
CÁLCULO C65:		
Área do piso:	10,24	m ²
Área da parede:	37,13	m ²
Área TOTAL:	47,37	m ²
Q	94,73	l/min
Qtotal	228,82	l/min
CÁLCULO C5S:		
Área do piso:	26,87	m ²
Área da parede:	152,96	m ²
Área TOTAL:	179,83	m ²
Q	359,66	l/min
Qtotal	1079,53	l/min

Fonte: Autoria própria, 2022.

5.3.4 COMENTÁRIOS E JUSTIFICATIVAS

Devido a já existência do sistema de esgoto, foi necessário deslocar as caixas de areia e, conseqüentemente, as tubulações dos condutores horizontais para próximo do muro da residência. As disposições de todas as tubulações do térreo podem ser observadas no Apêndice A.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho conseguiu atingir o objetivo da elaboração de todo o projeto hidrossanitário de uma residência unifamiliar, com a utilização de tanque séptico e filtro anaeróbio.

O projeto hidrossanitário da residência foi desenvolvido buscando uma compatibilização dos sistemas de água fria, esgoto e pluvial com o projeto arquitetônico e estrutural. Para que isso fosse possível foi utilizado o *software* Revit, pois nele é admissível desenvolver, de forma simultânea, todos os traçados e também observar o projeto de forma tridimensional, permitindo assim que eventuais problemas sejam evitados.

Por meio do dimensionamento, o reservatório de água foi definido para ter uma capacidade de 4000 L. Com isso, será possível atender as exigências definidas em norma para a sua utilização. Visando uma melhor otimização e economia, foi estabelecido apenas um barrilete ramificado e 5 colunas para a distribuição da água para toda a residência, e, como exposto no tópico dos Resultados, em todos os pontos de utilização foi disponibilizada uma pressão mínima de água capaz de fornecer um bom funcionamento de todos os pontos de utilização da residência.

O volume do tanque séptico foi dimensionado visando atender as exigências de uma residência de padrão médio, com contribuição de esgoto de 130 L/pessoa, através disso foi definido um tanque com 2,362 m³. O volume do filtro anaeróbio foi dimensionado levando em consideração os mesmos requisitos, sendo assim irá possuir um volume de 1,248 m³. De acordo com a ABNT/NBR 13969, utilizando um sistema individual composto por tanque e filtro anaeróbio, a faixa provável de DBO (Demanda bioquímica de Oxigênio) é de 40 a 75 por cento, e, com base no CONAMA Resolução n. 430 (2011) para os efluentes serem lançados em um corpo d'água o material tratado deverá possuir um DBO de, no mínimo, 60 por cento. Após todo o tratamento e ter sido atendido os padrões mínimos de lançamento, os dejetos serão direcionados para um córrego próximo a edificação, devido à falta de um coletor público na localidade.

Por fim, após a finalização do trabalho, é necessário ressaltar a importância de ter realizado todo o seu desenvolvimento tendo como base o exposto na literatura e seguindo as recomendações das principais normas, principalmente ao que se refere ao dimensionamento do projeto hidrossanitário, pois, através disso será possível que a edificação não sofra com as patologias mais comuns encontradas nas construções sem um projeto hidrossanitário, tais

como: vazamentos, entupimento das tubulações, pressão insuficiente nos pontos de utilização, mal cheiro e ruídos, falta de água, etc.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. - Brasília: ANA, 2017. 88 p. il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Sistemas prediais água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2020. 56 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: Abnt, 1993. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: Abnt, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: Abnt, 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. 60 p.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Filtro Anaeróbio Aplicado ao Tratamento de Esgoto Sanitário**. 2004. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Recursos Hídricos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - Pb, 2004. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16837>. Acesso em: 20 abr. 2022.

ÁVILA, Renata Oliveira de. **Avaliação do Desempenho de Sistemas Tanque Séptico-filtro Anaeróbio com Diferentes Tipos de Meio Suporte**. 2005. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/images/Documento/teses/RenataOliveiradeAvila.pdf>. Acesso em: 03 maio 2022.

BORSATO, Filipe Talamini. **Avaliação dos Fatores que Influenciam na Qualidade de Execução dos Sistemas Hidrossanitários**. 2015. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/4067>. Acesso em: 06 jan. 2022.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011. Resolução nº 430, 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 21 set. 2022.

BRUCH, Julia Teresa. **Projeto de instalações hidrossanitárias com aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar**. 2018. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187890>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2013. 340 p.

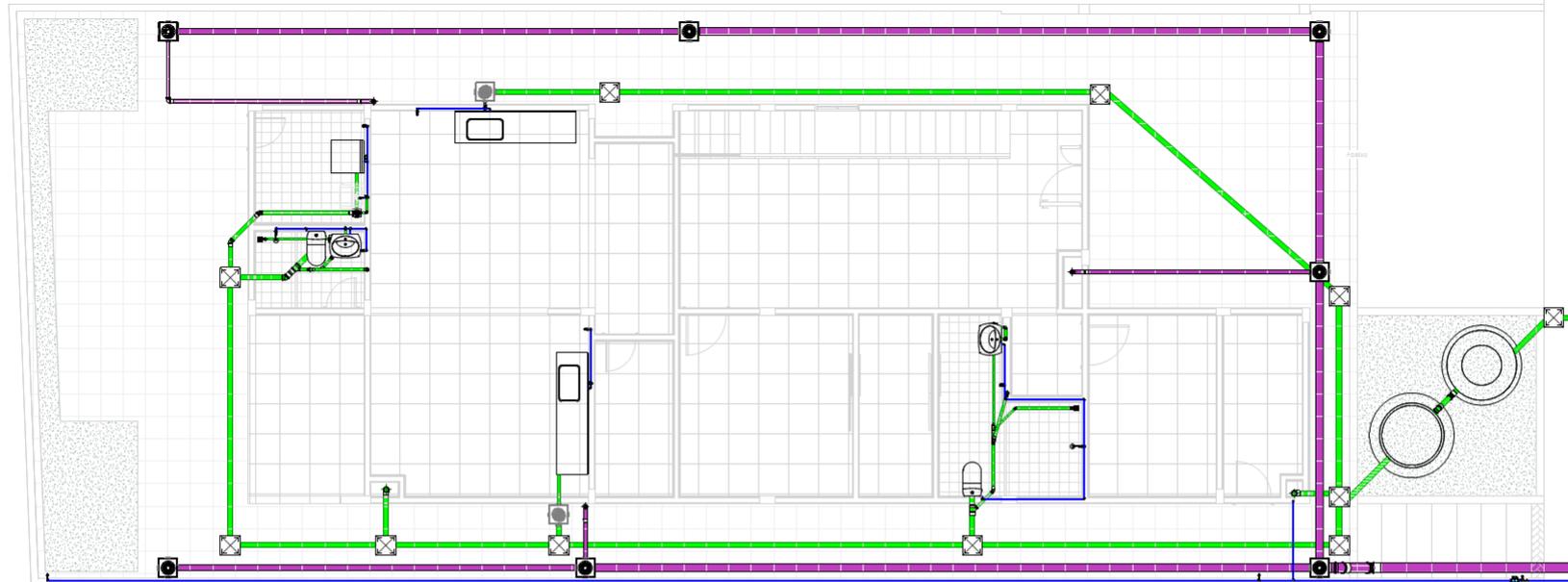
FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-25, 19 jan. 2006. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3676/2042>. Acesso em: 02 fev. 2022.

LIMA, Camila Fonseca Melo; ANDERY, Paulo Roberto Pereira; VEIGA, Ana Cecília Rocha. Análise do processo de projeto de sistemas hidrossanitários prediais. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 102-113, jun. 2016. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8645049>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

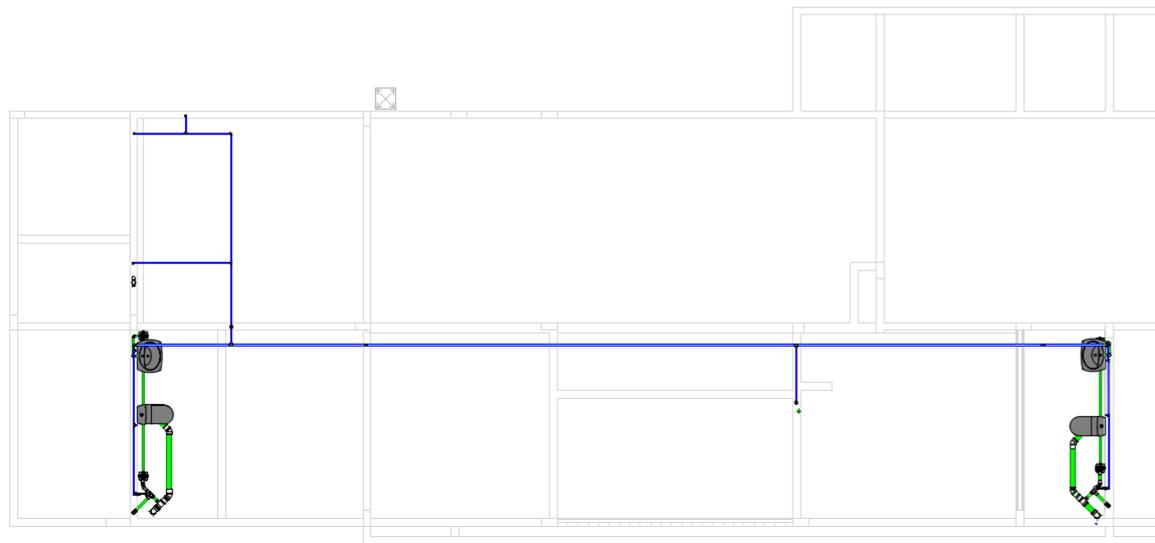
MELHADO, Silvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SUNTTI, C.; MAGRI, M. E.; PHILIPPI, L.S. Filtros plantados com macrófitas de fluxo vertical aplicados na mineralização e desaguamento de lodo de tanque séptico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 63-72, 2011.

APÊNDICE A – Apresentação dos projetos



① NÍVEL TÉRREO
1 : 50



② NÍVEL SUPERIOR
1 : 50



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROJETISTAS:

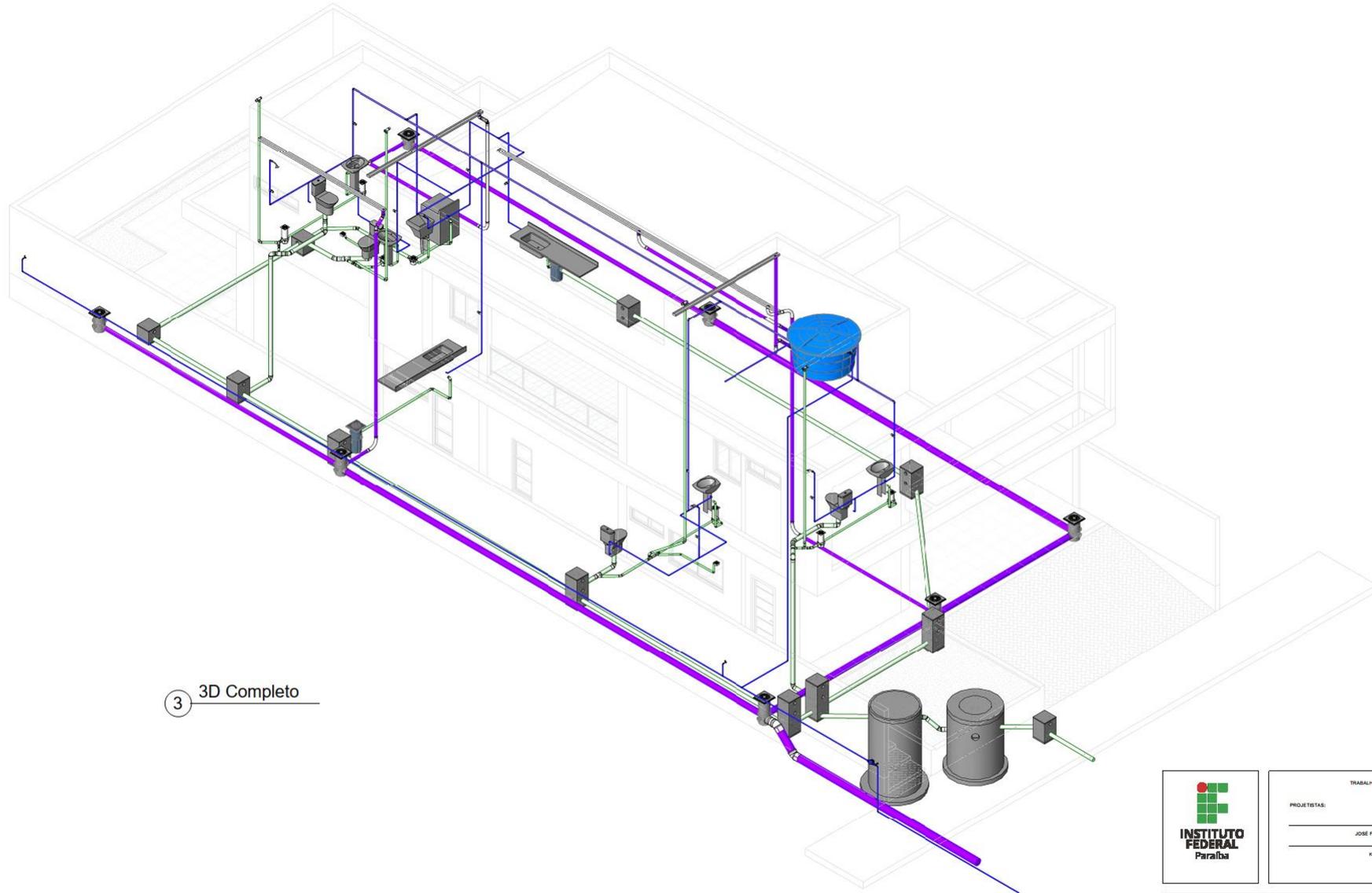
JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO

KAEEL SANTOS OLIVEIRA

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

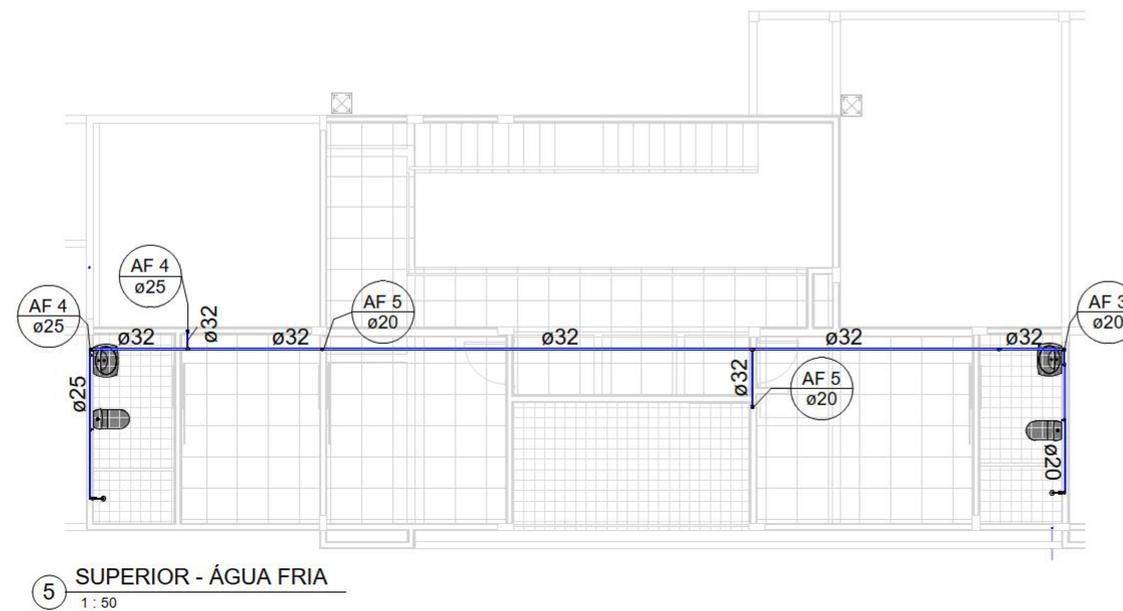
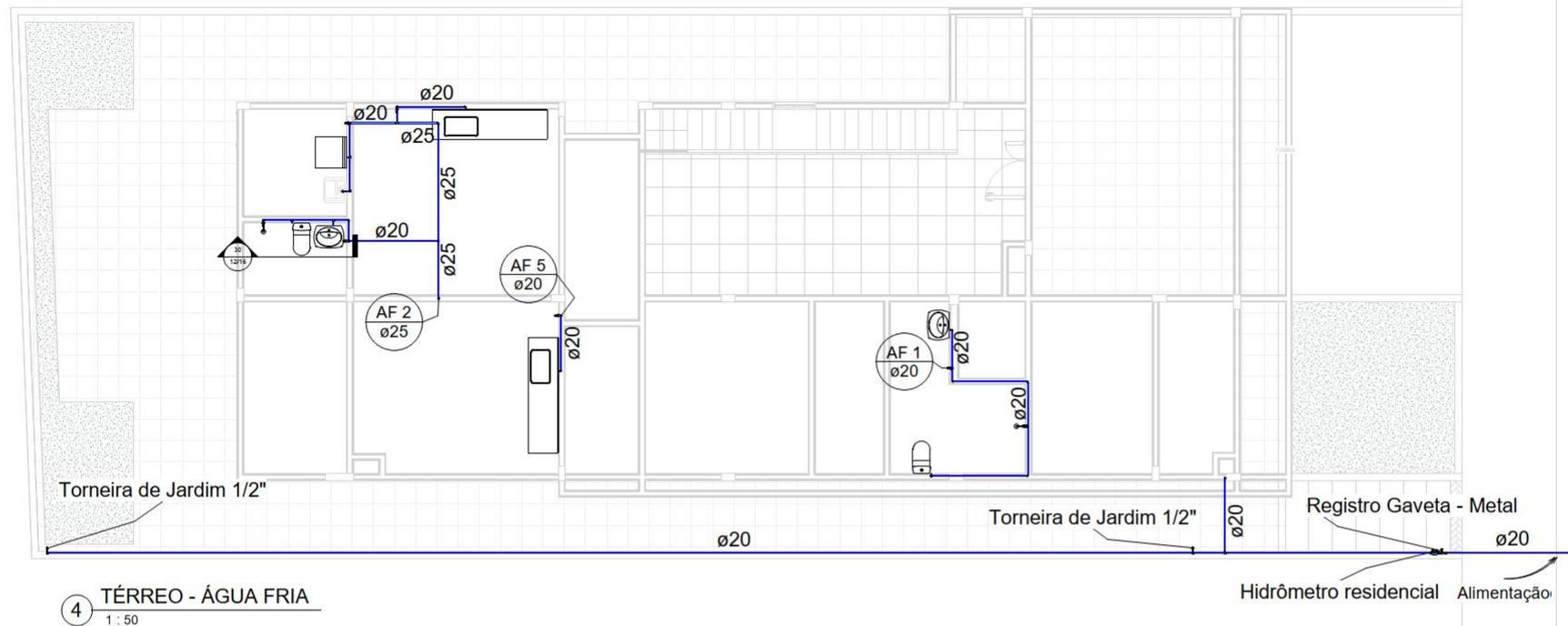
Planta baixa hidrossanitário

LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 01/16
ESCALA: 1 : 50	DATA: 07/10/22

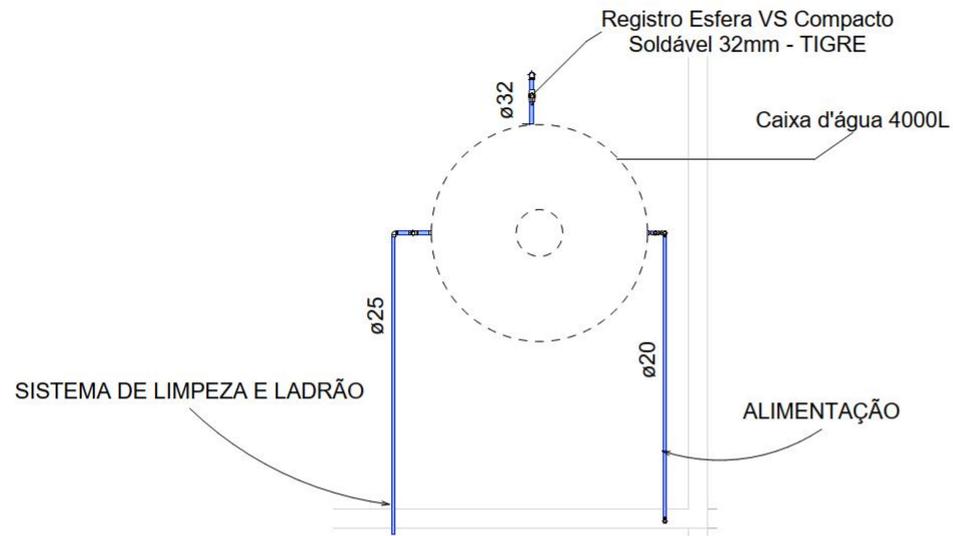


3 3D Completo

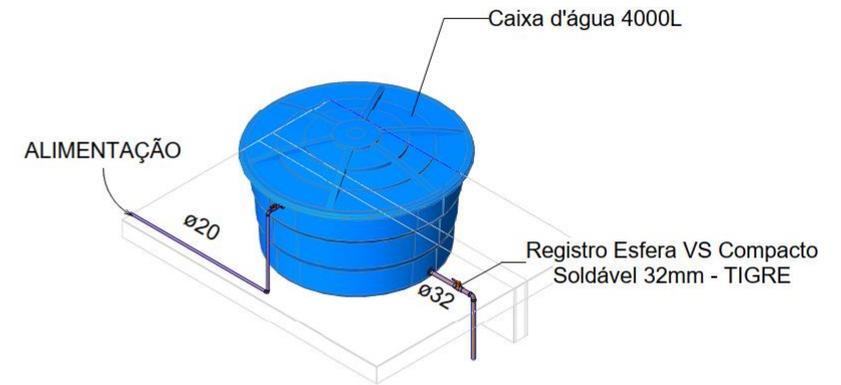
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KARIEL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
3D Completo		
LOCALIZAÇÃO:	Patos - PB	PRONOME:
ESCALA:	1:50	DATA:
		07/10/22
		02/16



	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KAEEL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
Planta Baixa água fria térreo e superior		
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 03/16	
ESCALA: 1 : 50	DATA: 10/08/20	



6 RESERVATÓRIO
1 : 20

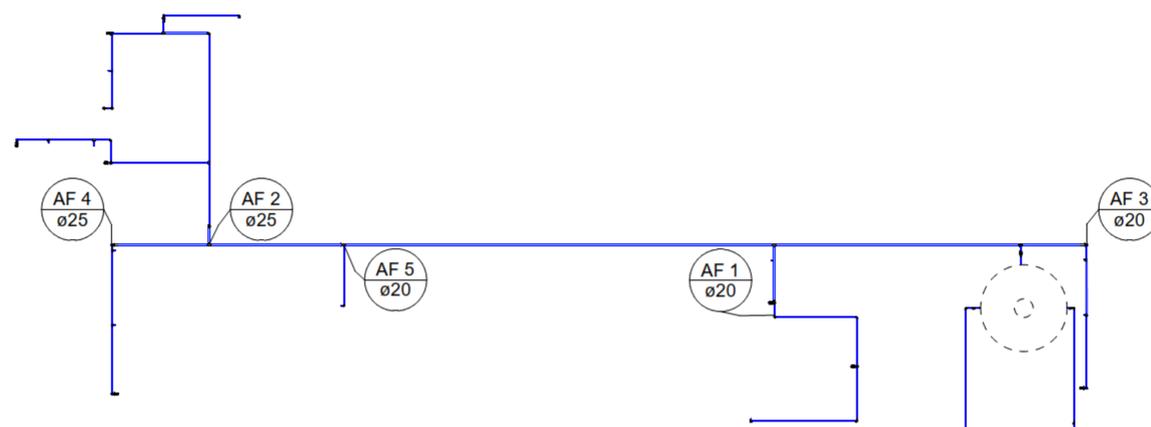


7 Isométrica 1 - Reservatório



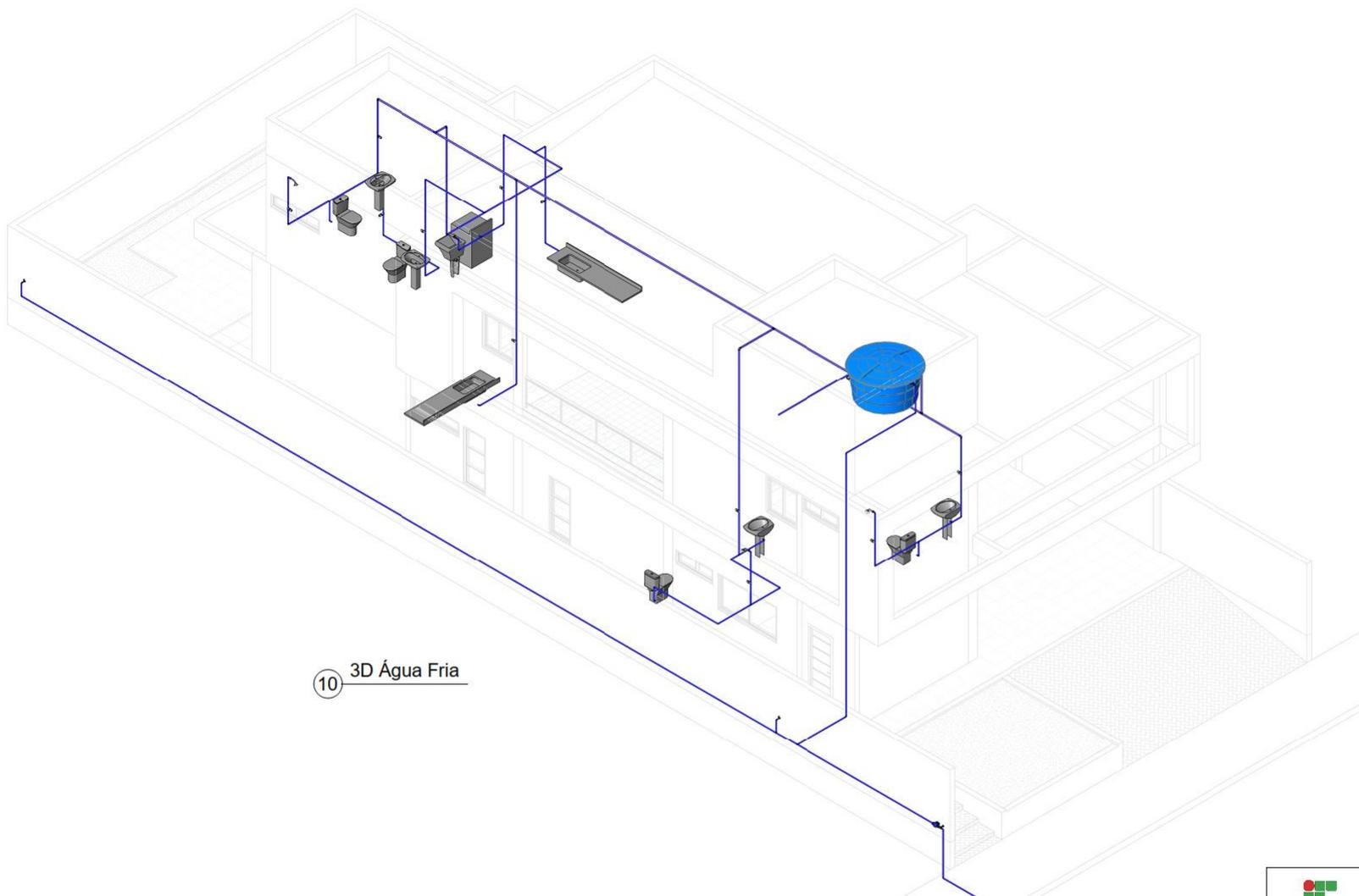
8 Isométrica 2 - Reservatório

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PROJETISTAS: JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAREL SANTOS OLIVEIRA	
	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
Detalhamento Reservatório		
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 04/16	
ESCALA: 1 : 20	DATA: 07/09/22	



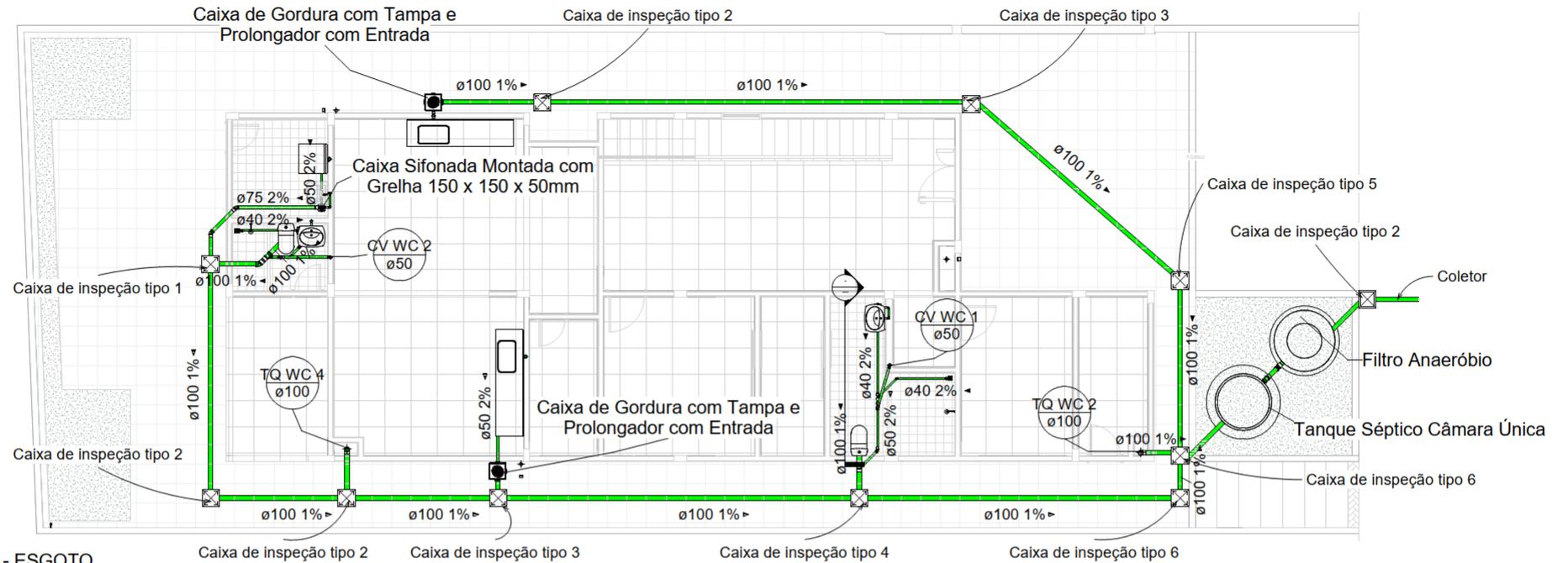
9 ÁGUA FRIA - COLUNAS E BARRILETE
1 : 50

 INSTITUTO FEDERAL Paraíba	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
	PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KAEEL SANTOS OLIVEIRA
PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
Água fria - colunas e barrilete	
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 05/16
ESCALA: 1 : 50	DATA: 07/10/22

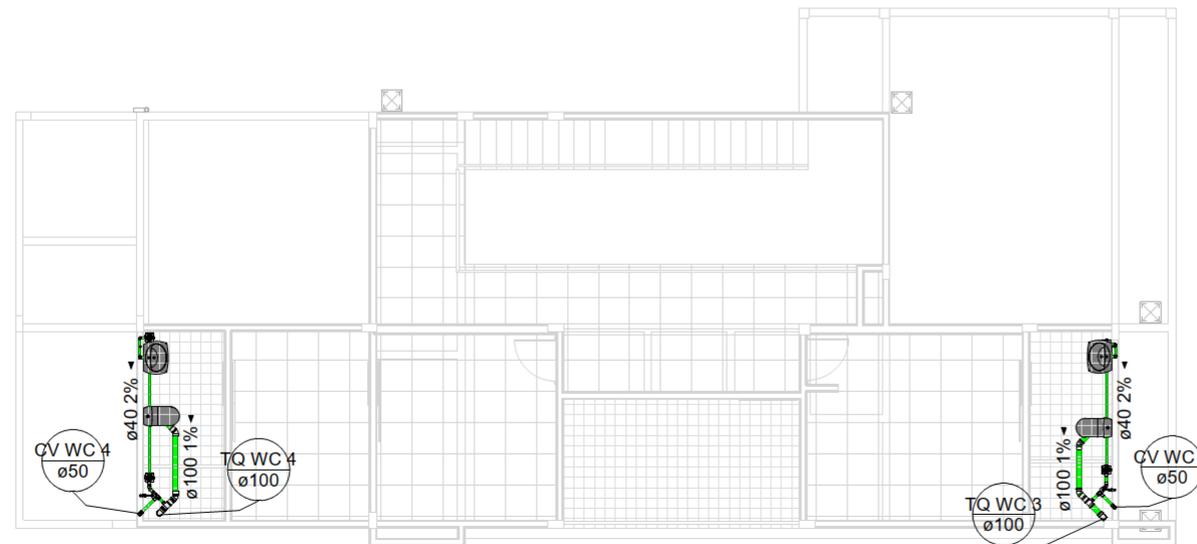


10 3D Água Fria

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KARIEL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
3D Água Fria		
LOCALIZAÇÃO:	Patos - PB	PRONOME:
ESCALA:	1 : 50	DATA:
		06/16
		09/1/22

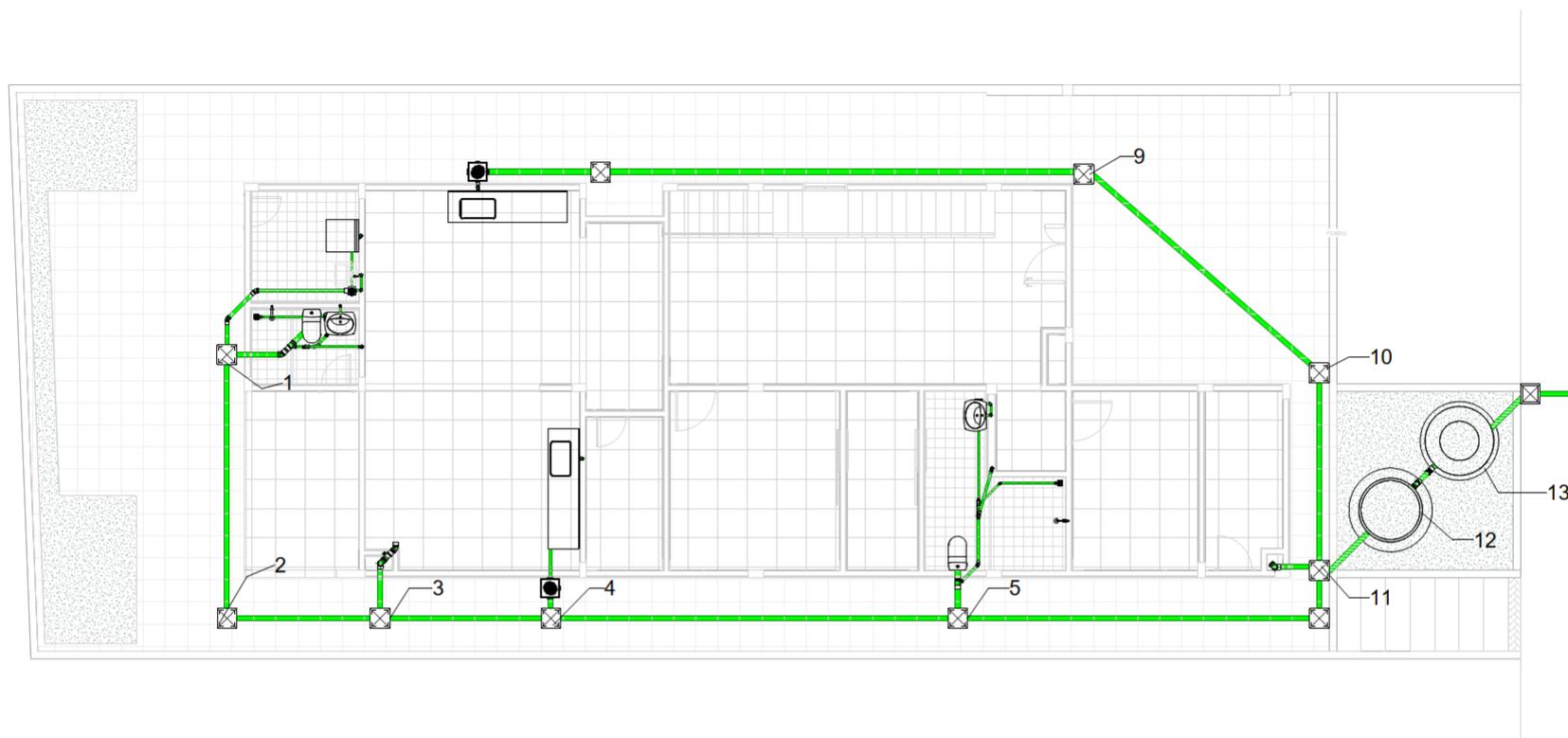


11 **TÉRREO - ESGOTO**
1 : 50



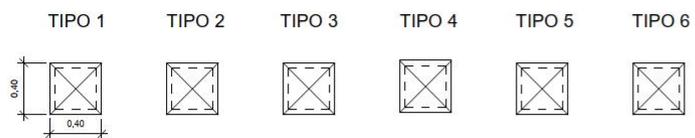
12 **SUPERIOR - ESGOTO**
1 : 50

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS:	_____
	JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO	
	KAEEL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
Planta Baixa esgoto térreo e superior		
LOCALIZAÇÃO:	Patos - PB	PERÍODO:
ESCALA:	1 : 50	DATA:
		07/10/22
		07/16



13 Trechos sub-coletores e coletor
1 : 50

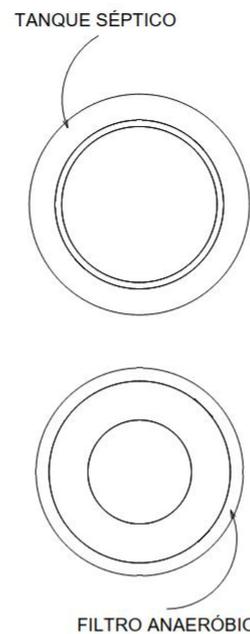
 <p>INSTITUTO FEDERAL Paraíba</p>	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KAREL SANTOS OLIVEIRA	
	<p>PROJETO HIDROSSANITÁRIO</p> <p>Trechos sub-coletores e coletor predial</p>	
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 08/16	
ESCALA: 1 : 50	DATA: 07/10/22	



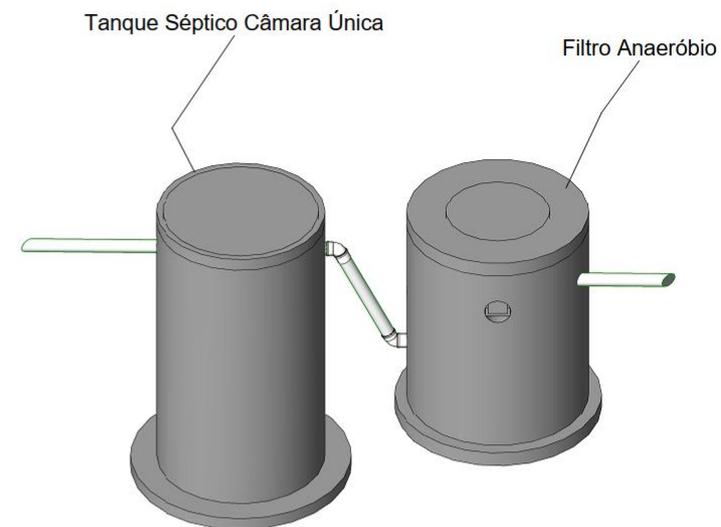
14 CAIXAS
1 : 20



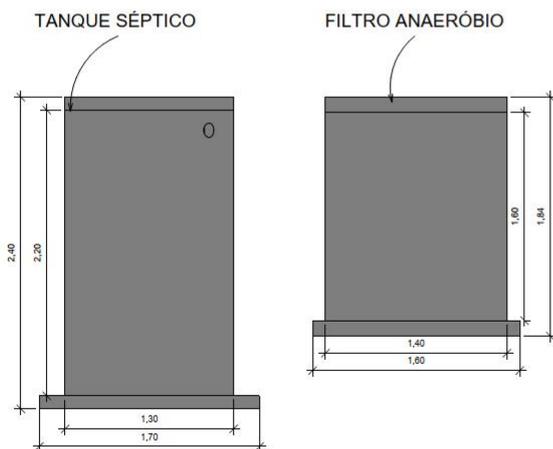
15 CAIXAS DE AREIA E GORDURA
1 : 20



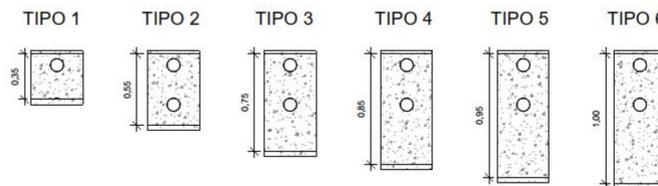
16 TANQUE E FILTRO
1 : 20



17 Isométrica tanque e filtro



18 TANQUE E FILTRO
1 : 20



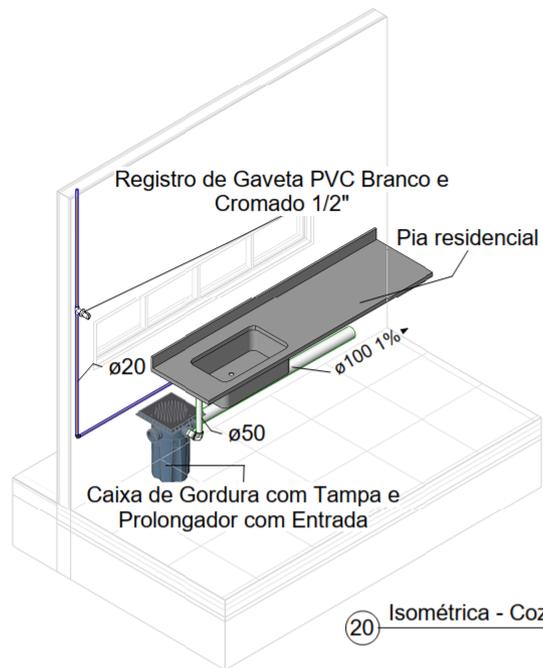
19 CAIXAS DE INSPEÇÃO
1 : 20

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
	PROJETISTAS:
	JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAREL SANTOS OLIVEIRA

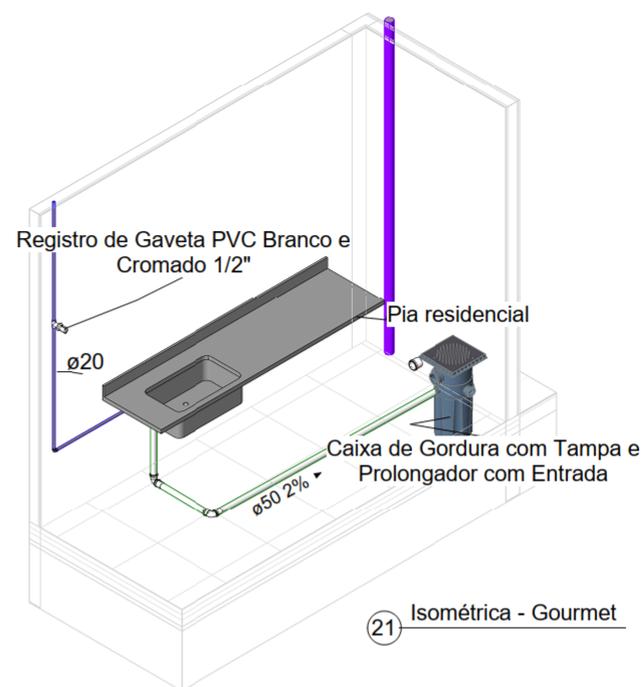
PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Detalhamento caixas, tanque e filtro

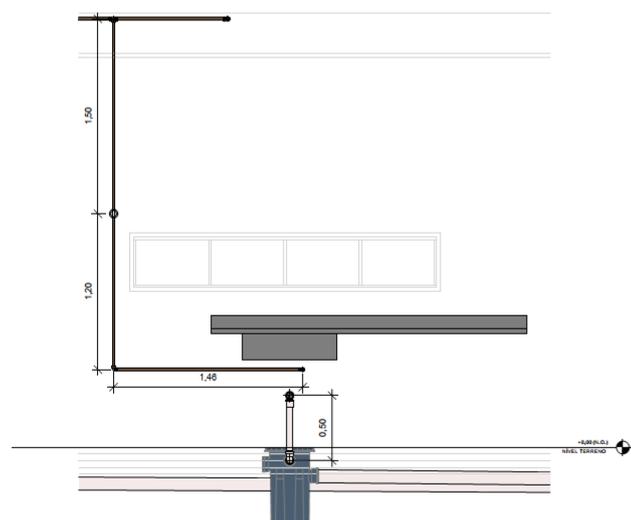
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 09/16
ESCALA: 1 : 20	DATA: 07/10/22



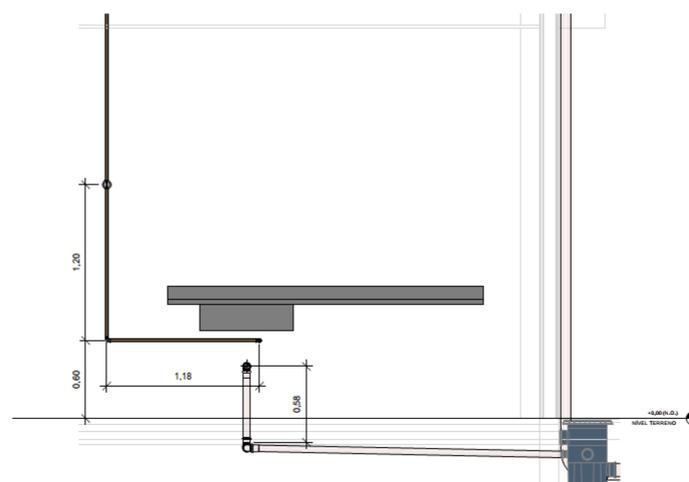
20 Isométrica - Cozinha



21 Isométrica - Gourmet

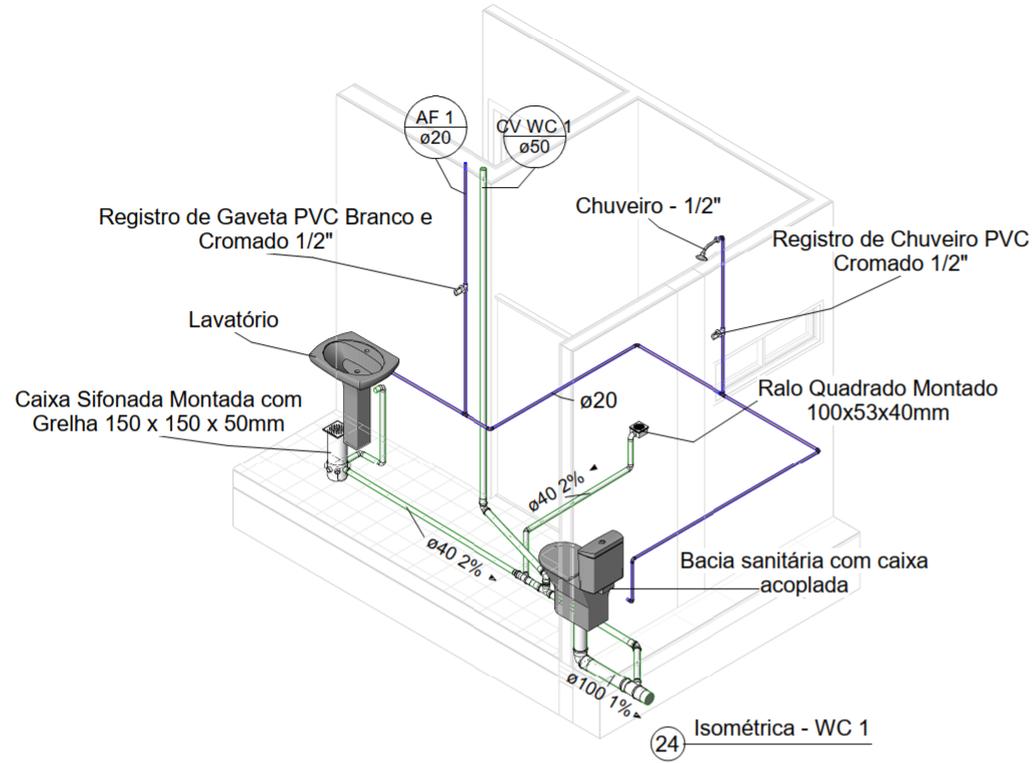


22 Corte Cozinha
1 : 20

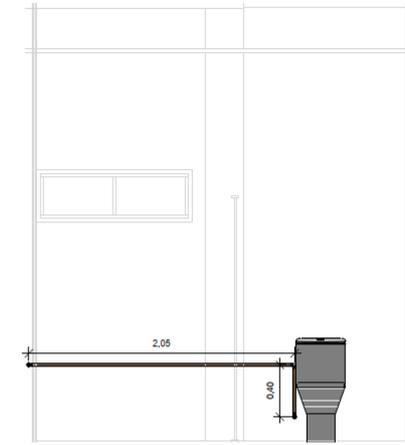


23 Corte Gourmet
1 : 20

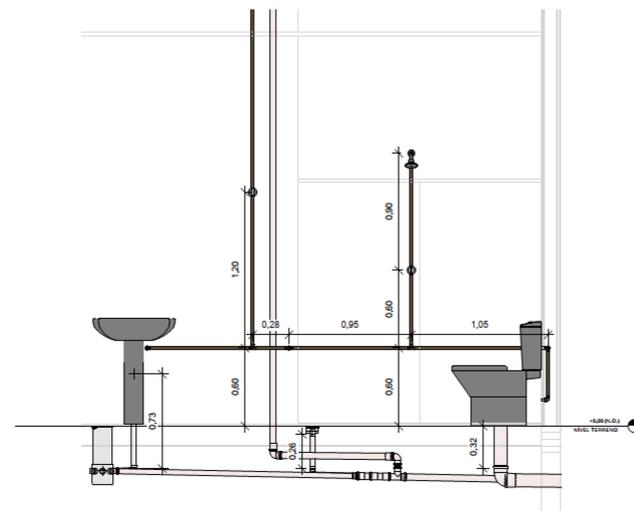
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PROJETISTAS: JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAEEL SANTOS OLIVEIRA	
	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
Isométricas e Cortes Cozinha e Área Gourmet		
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 10/16	
ESCALA: 1 : 20	DATA: 05/10/22	



24 Isométrica - WC 1



25 Corte 2 WC 1
1 : 20



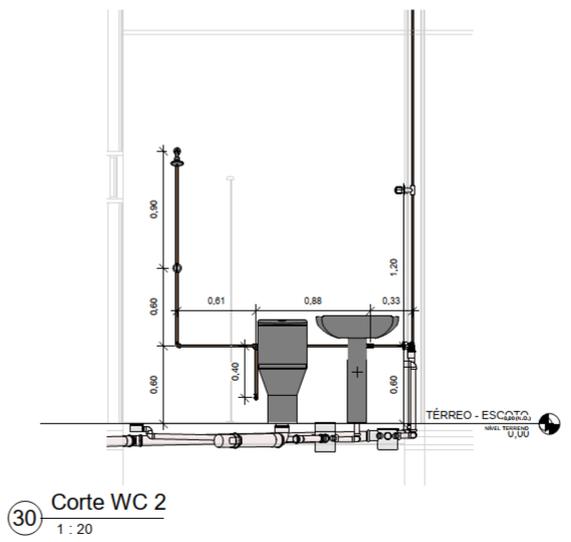
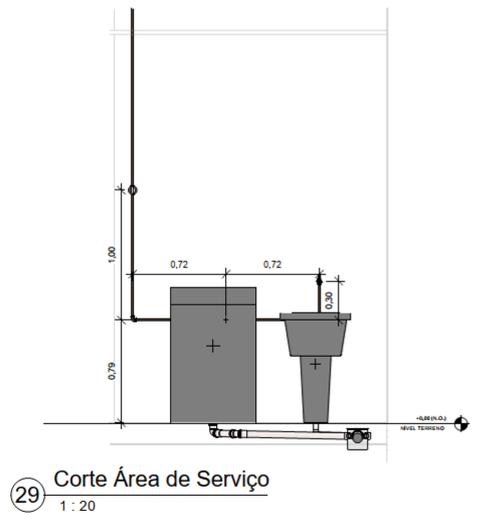
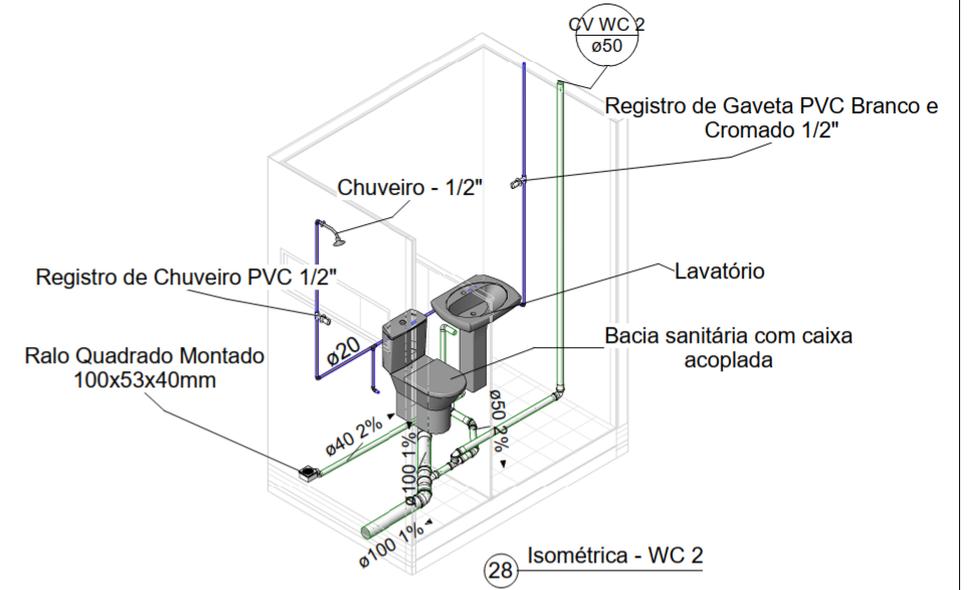
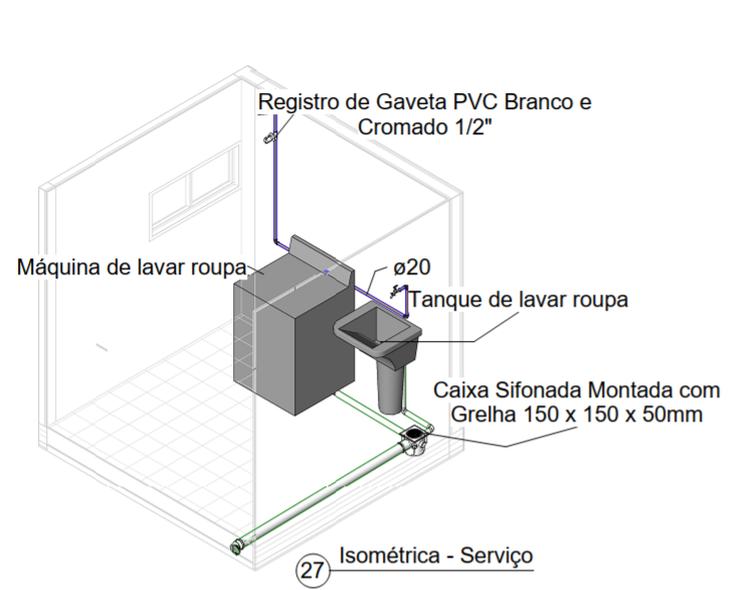
26 Corte 1 WC 1
1 : 20

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
	PROJETISTAS:
	JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAREL SANTOS OLIVEIRA

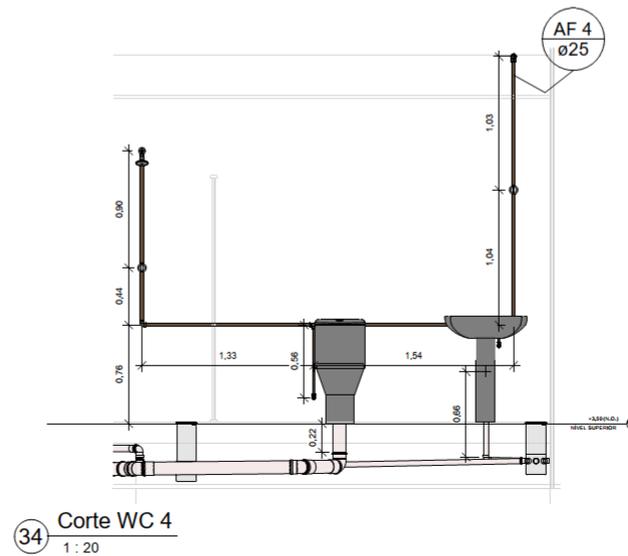
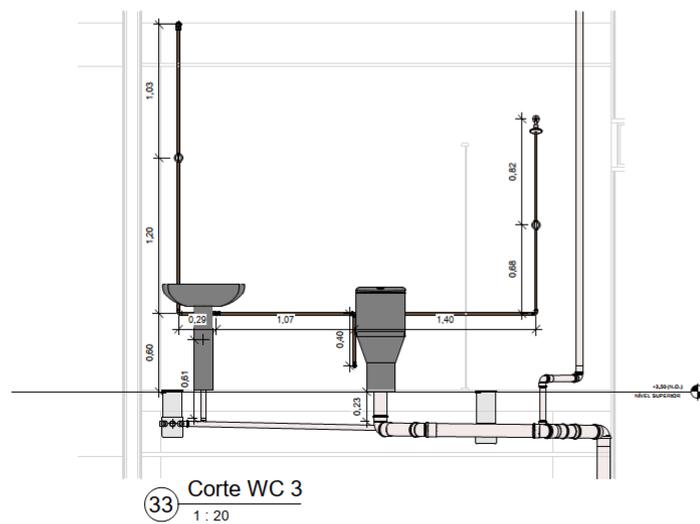
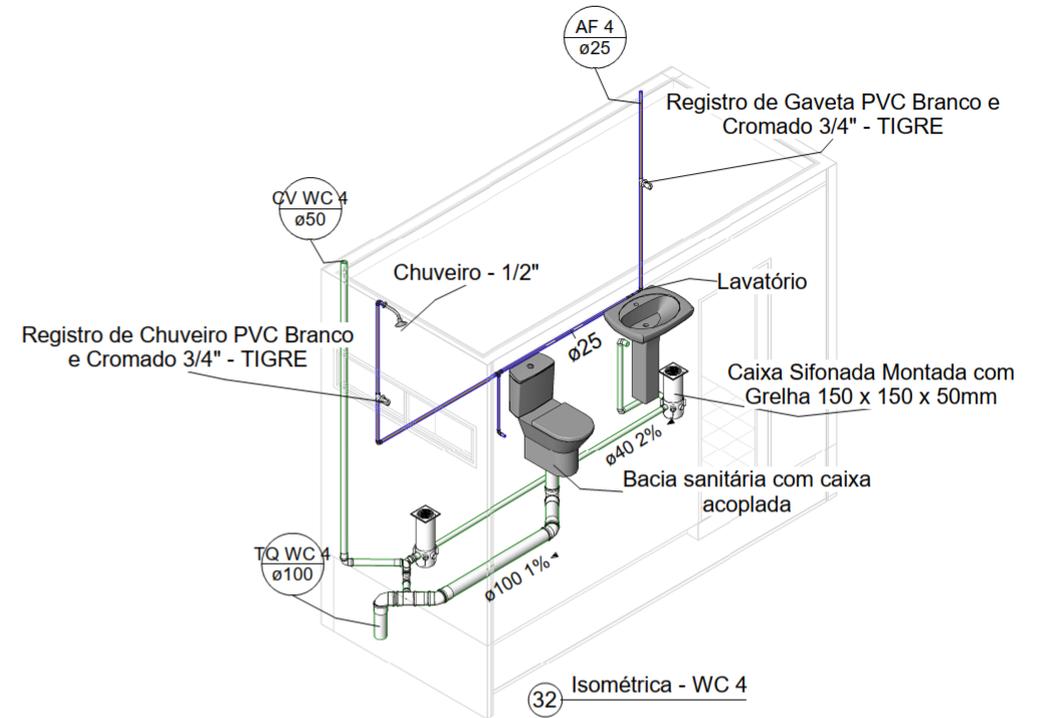
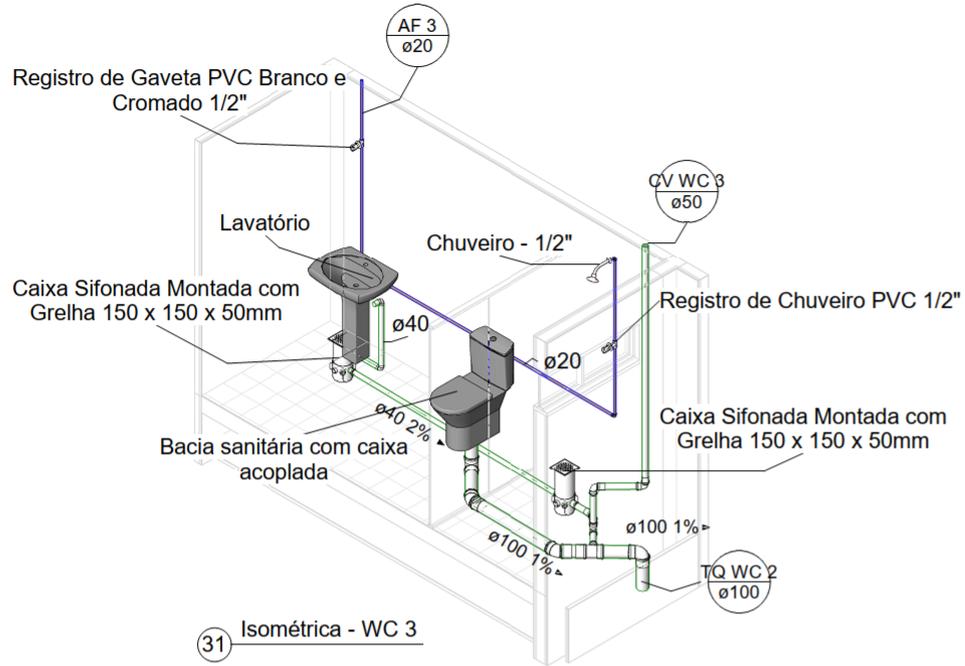
PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Isométrica e Corte WC 1

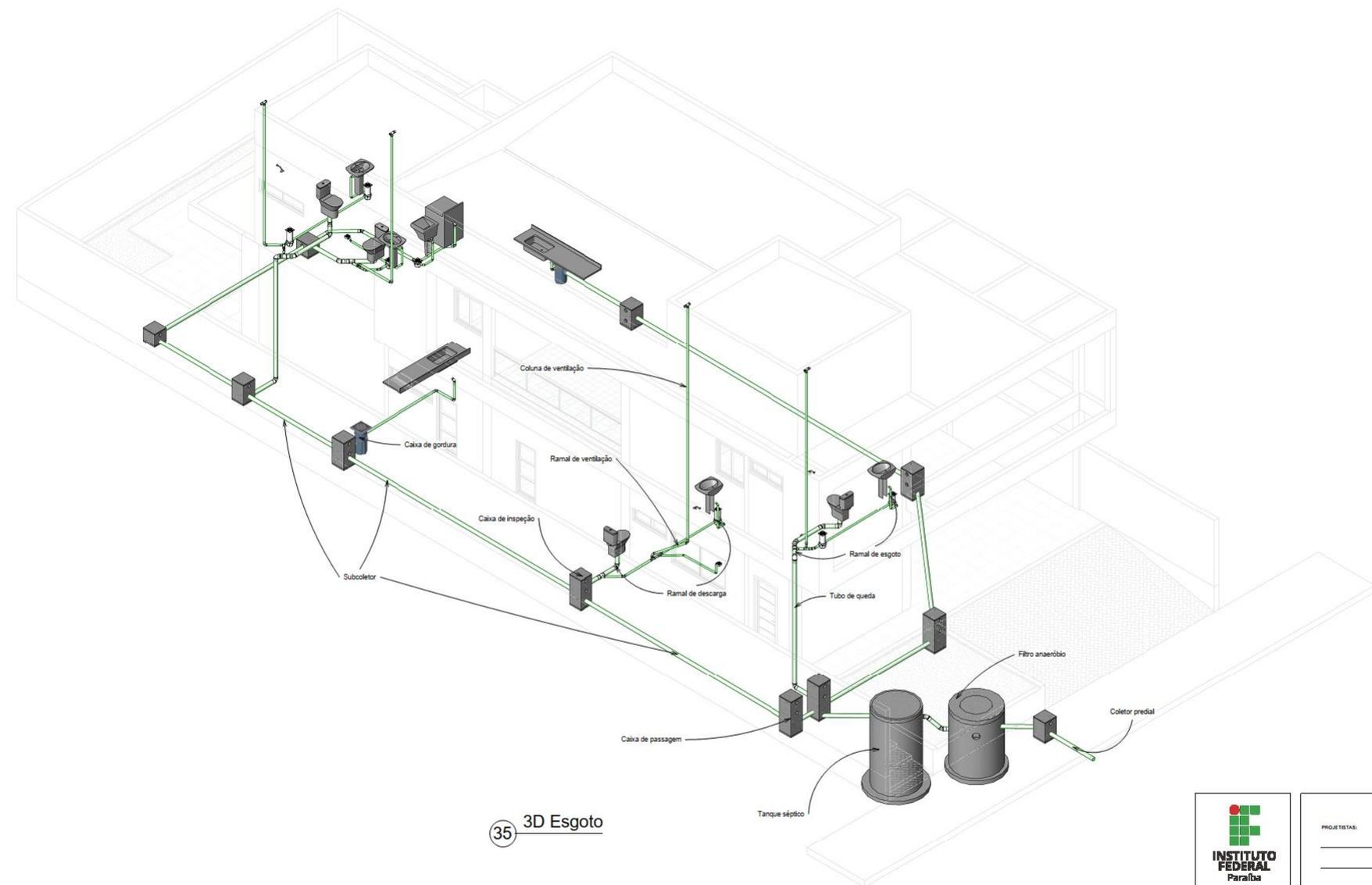
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 11/16
ESCALA: 1 : 20	DATA: 07/09/22



	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS: JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAREL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
Isométricas e Cortes Área de Serviço e WC 2		
LOCALIZAÇÃO:	Patos - PB	PRONOME:
ESCALA:	1:20	DATA:
		12/16
		07/09/22

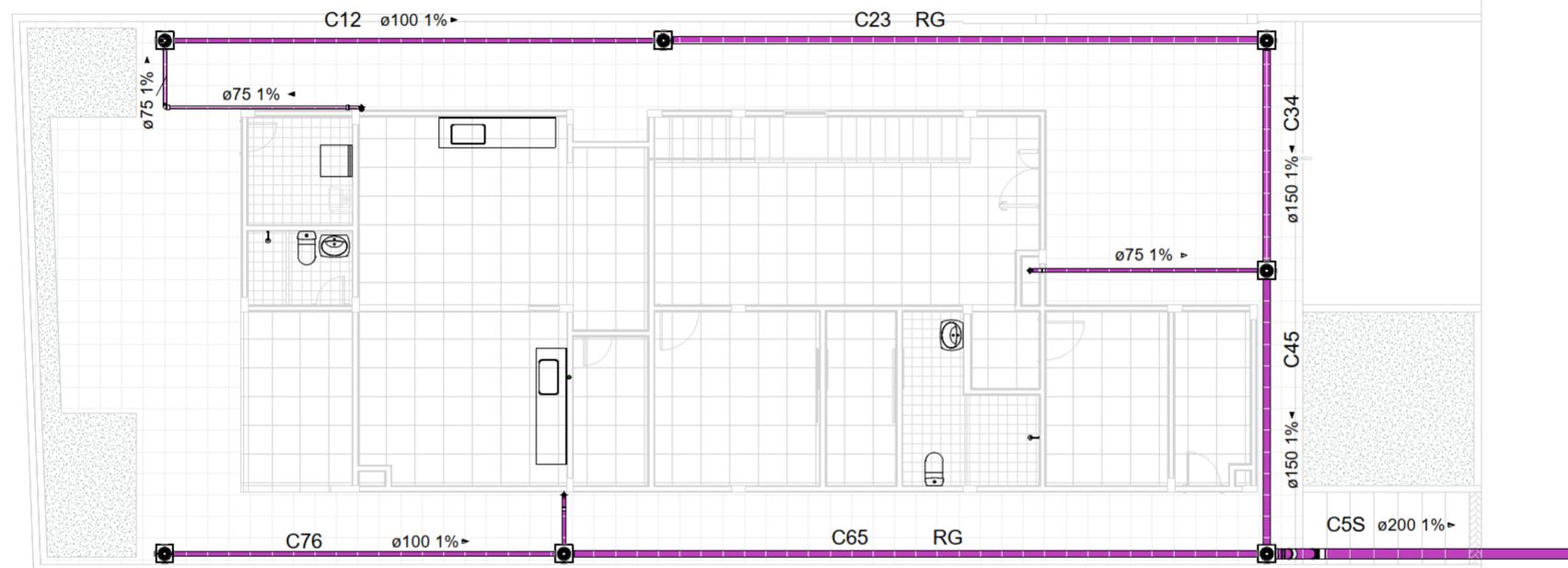


	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETISTAS: JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO KAIEL SANTOS OLIVEIRA	
PROJETO HIDROSSANITÁRIO		
Isométricas e Cortes WC 3 e WC 4		
LOCALIZAÇÃO:	Patos - PB	PRONOME:
ESCALA:	1:20	DATA:
		13/16



35 3D Esgoto

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
	PROJETISTAS: _____ JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO _____ KARIEL SANTOS OLIVEIRA
PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
3D Esgoto	
LOCALIZAÇÃO: Patos - PB	PRONOME: 14/16
ESCALA: 1 : 50	DATA: 07/10/22



36 TRECHOS PLUVIAL
1:50



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTAS:

JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO

KARIEL SANTOS OLIVEIRA

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Trechos pluvial

LOCALIZAÇÃO:

Patos - PB

PRONOME:

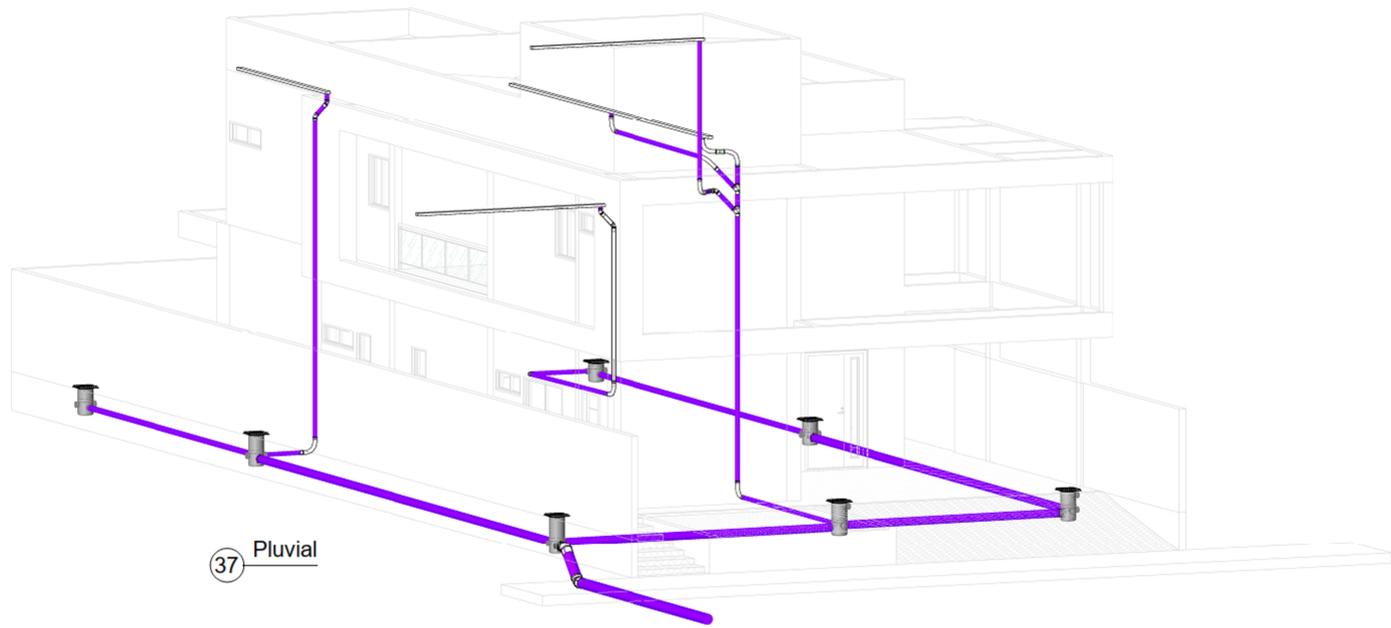
15/16

ESCALA:

1:50

DATA:

07/10/22



37 Pluvial



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROJETISTAS:

JOSÉ FRANCISCO DE ABREU FILHO

KARIEL SANTOS OLIVEIRA

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

3D Pluvial

LOCALIZAÇÃO: Patos - PB

PRONOME: 16/16

ESCALA: 1 : 50

DATA: 07/10/22

MEMORIAL DE CALCULO COMPLETO DAS COLUNAS DE DISTRIBUIÇÃO														
COLUNA 1														
Trecho		Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)		Pressão necessária	
							Real	Re	f		Hf (mca)	Montante	Jusante	Mínimo (mca)
A - B	COLUNA 1	1	0,3	20	0,955	6,76	19098,59	0,028	0,438	5,73	1,07	6,36	0,5	OK
B - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,523	0,82	10460,73	0,032	0,018	0	6,56	6,54	1	OK
B - C	RAMAL	0,7	0,25	20	0,799	2,74	15979,03	0,029	0,129	0	6,56	6,43	0,5	OK
C - CH	SUB-RAMAL	0,4	0,19	20	0,604	1,94	12079,01	0,031	0,056	-1,5	6,29	4,74	1	OK
C - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,523	3,47	10460,73	0,032	0,077	0,4	6,29	6,61	1	OK
COLUNA 2														
Trecho		Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)		Pressão necessária	
							Real	Re	f		Hf (mca)	Montante	Jusante	Mínimo (mca)
A - B	COLUNA 2	3,4	0,55	25	1,13	4,52	28172,85	0,025	0,508	3,03	0,57	3,09	0,5	OK
B - C	RAMAL	1	0,30	20	0,950	5,37	19098,59	0,028	0,613	2,7	3,09	5,18	0,5	OK
C - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,520	0,12	10460,73	0,032	0,003	0	5,18	5,17	1	OK
C - D	RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	0,08	15979,03	0,029	0,037	0	5,18	5,14	0,5	OK
D - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,520	0,46	10460,73	0,032	0,035	0,4	5,14	5,5	1	OK
D - CH	SUB-RAMAL	0,4	0,19	20	0,600	2,17	12079,01	0,031	0,128	-1,5	5,14	3,51	1	OK
B - E	RAMAL	2,4	0,46	25	0,950	3,37	23669,93	0,026	0,258	0	3,09	2,83	0,5	OK
E - PR	SUB-RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	4,57	15979,03	0,029	0,375	2,7	2,83	5,16	1	OK
E - F	RAMAL	1,7	0,39	20	1,250	4,21	24901,52	0,026	0,752	2,5	2,83	4,58	0,5	OK
F - MLR	SUB-RAMAL	1	0,30	20	0,950	0,08	19098,59	0,028	0,005	0	4,58	4,57	1	OK
F - TLR	SUB-RAMAL	0,7	0,25	20	0,800	1,1	15979,03	0,029	0,155	-0,3	4,58	4,12	1	OK
COLUNA 3														
Trecho		Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)		Pressão necessária	
							Real	Re	f		Hf (mca)	Montante	Jusante	Mínimo (mca)
A - B	COLUNA 3	1	0,3	20	0,95	2,17	19098,59	0,028	0,144	2,23	1,2	3,29	0,5	OK
B - C	RAMAL	0,7	0,25	20	0,8	1,04	15979,03	0,029	0,05	0	3,29	3,24	0,5	OK
B - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,04	10460,73	0,032	0,001	0	3,29	3,28	1	OK
C - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,42	10460,73	0,032	0,048	0,4	3,24	3,59	1	OK
C - CH	RAMAL	0,4	0,19	20	0,6	2,85	12079,01	0,031	0,159	-1,5	3,24	1,58	1	OK
COLUNA 4														
Trecho		Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Perda de carga			Desnível Geométrico (m)	Pressão (mca)		Pressão necessária	
							Real	Re	f		Hf (mca)	Montante	Jusante	Mínimo (mca)
A - B	COLUNA 4	1	0,3	25	0,61	2	15278,87	0,029	0,119	2	0,57	2,45	0,5	OK
B - LV	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	0,2	10460,73	0,032	0,029	0,13	2,45	2,55	1	OK
B - C	RAMAL	0,7	0,25	25	0,51	1,43	12783,22	0,03	0,036	0	2,45	2,41	0,5	OK
C - VS	SUB-RAMAL	0,3	0,16	20	0,52	1	10460,73	0,032	0,047	0,53	2,41	2,89	1	OK
C - CH	SUB-RAMAL	0,4	0,19	25	0,39	2,9	9663,21	0,032	0,054	-1,28	2,55	1,21	1	OK

ANEXO A – Ficha técnica da Caixa D'água da Caixa Forte

CAIXA D'ÁGUA

Com 15 anos de excelência fabricando a melhor caixa d'água de fibra. Todos os reservatórios de água Caixa Forte são inteiramente laminados e estruturados, fabricados no formato tronco-cônico, proporcionando uma alta resistência mecânica estrutural. A laminação da caixa d'água é feita com resina poliéster, fabricada por fornecedores que possuem a mais alta tecnologia no seu segmento, detendo o certificado ISO 9001. A Caixa Forte uma empresa que garante que todos os reservatórios atendem as NORMAS ABNT vigentes.

Benefícios

- Elevada duração – Devido ao suplementar radiação ultravioleta
- entregar água para a casa a uma vazão maior do que a de entrada, adequado para abastecer privadas ou banhos
- Água protegida contra os raios de sol evitando o desenvolvimento de algas e também bactérias mantendo a potabilidade da água
- Instalação simplificada – Já vem com marcação para furos, facilitando a instalação
- Facilidade de limpeza – superfície interna lisa que evita incrustações

- Função da Caixa D'água:

- armazenar água, caso falte abastecimento externo
- entregar água para a casa a uma vazão maior do que a de entrada, adequado para abastecer privadas ou banhos
- instalado a uma altura elevada em relação à altura da saída da caixa d'água, fornece a água a uma alta pressão

Modelos, tamanhos, capacidade e dimensões de *Caixas d'água* de fibra produzidas pela Caixa Forte:

			
CAIXA D'ÁGUA 2000 LITROS ALTA	CAIXA D'ÁGUA 3000 LITROS	CAIXA D'ÁGUA 4000 LITROS	CAIXA D'ÁGUA 5000 LITROS ALTA
Capacidade 2000 L litros	Capacidade 3000 litros	Capacidade 4000 litros	Capacidade 5000 litros
Altura sem tampa 1,17 m	Altura sem tampa 1,35 m	Altura sem tampa 1,66 m	Altura sem tampa 2,00 m
Altura com tampa 1,29 m	Altura com tampa 1,50 m	Altura com tampa 1,82 m	Altura com tampa 2,15 m
Diâmetro superior 1,70 m	Diâmetro superior 2,00 m	Diâmetro superior 2,12 m	Diâmetro superior 2,20 m
Diâmetro inferior 1,35 m	Diâmetro inferior 1,50 m	Diâmetro inferior 1,52 m	Diâmetro inferior 1,50 m
Peso 33 kg	Peso 48 kg	Peso 59 kg	Peso 76 kg
MAIS DETALHES	MAIS DETALHES	MAIS DETALHES	MAIS DETALHES

CAIXA D'ÁGUA 4000 LITROS

A caixa d'água de fibra 4000 litros da Caixa Forte é inteiramente laminada e estruturada, feita no formato tronco-cônico, proporcionando uma alta resistência mecânica estrutural. A laminação da caixa d'água é feita com resina poliéster, fabricadas por fornecedores que possuem a mais alta tecnologia no seu segmento, detendo o certificado ISO 9001.



CAPACIDADE	4000 LITROS
Altura sem tampa	1,66 m
Altura com tampa	1,82 m
Diâmetro superior	2,12 m
Diâmetro inferior	1,52 m
Peso	59 kg



