

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**GUSTAVO DA SILVA VALORY**

**PROJETO HIDRÁULICO-SANITÁRIO**

**VOLTA REDONDA**

**2021**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PROJETO HIDRÁULICO-SANITÁRIO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aluno: Gustavo da Silva Valory

Orientador: Me. Marcus Vinicius Faria de Araújo

**VOLTA REDONDA**

**2021**



Fundação Oswaldo Aranha



**Anexo 10**  
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: PROJETO HIDRÁULICO-SANITÁRIO  
Elaborado por Gustavo Da Silva Valory, matrícula: 201620127, apresentado publicamente  
perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso  
Engenharia Civil.

Aprovada em 01 de junho de 2021.

Banca Avaliadora:

Assinatura dos membros da Banca Examinadora:

.....  
Professor Orientador  
Marcus Vinicius Faria de Araújo, Mestre, UniFOA

.....  
Professor Avaliador  
José Marcos Rodrigues Filho, Mestre, UniFOA

.....  
Professor Orientador  
Sérgio Luiz Taranto de Reis, Mestre, UniFOA

A Deus por me dar força ao longo desses cinco anos de curso.

Aos meus pais José Oscar e Vanderléa Maria por todo o apoio e incentivo ao longo de minha trajetória na faculdade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor especialista Luigi Walter Andrichi por toda a orientação, dedicação e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A falta de projetos de Engenharia para obras pode causar uma série de problemas financeiros para todas as partes envolvidas no empreendimento. Tais problemas podem se manifestar em forma de patologias, atrasos no cronograma, gastos desnecessários com mão de obra, material e até gastos por inadimplência com o órgão fiscalizador. O projeto hidráulico-sanitário atua de maneira bastante objetiva, levando o projetista a atuar em prol da segurança e economia diante da necessidade de atender os moradores da edificação, além disso, ele auxilia o construtor a executar todo o sistema de maneira correta. Este trabalho tem por objetivo desenvolver um projeto hidráulico-sanitário de um edifício de 15 pavimentos com base nas normas vigentes para cada tipo de sistema presente e entregar um sistema prático e econômico. Para isso, foi desenvolvido um sistema de águas frias, esgotos sanitários e águas pluviais, utilizando-se o método de cálculo convencional e dispondo do software AutoCAD para o desenvolvimento do projeto em planta. Todos estes sistemas são dispostos de detalhamentos, memorial de cálculo e descritivo. Para as colunas de águas frias, ramais, sub-ramais, barrilete, sucção, recalque foram encontrados diâmetros que variam de 20 a 50 mm, reservatório inferior com 23,04 m<sup>3</sup>, reservatório superior com 24,36 m<sup>3</sup>; para as tubulações de esgoto e águas pluviais os diâmetros variam de 40 a 150 mm.

Palavras-chave: hidráulico-sanitário, projeto, águas frias, esgoto.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Justificativa.....	8
1.2	Estratégias de Pesquisa.....	8
1.3	Objetivo geral .....	9
1.3.1	Objetivos específicos.....	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
2.1	Instalação predial de água fria .....	10
2.1.1	Sistema indireto de distribuição com bombeamento .....	10
2.1.2	Reservatórios.....	11
2.1.3	Sistema de alimentação de água fria.....	11
2.1.4	Retrossifonagem.....	12
2.1.5	Rede predial de distribuição .....	13
2.1.6	Velocidades mínima e máxima no sistema de distribuição.....	14
2.1.7	Pressões mínima e máxima no sistema de distribuição .....	14
2.2	Instalação predial esgoto sanitário.....	15
2.2.1	Coletor predial, ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de queda e subcoletores .....	16
2.2.2	Caixa de gordura .....	17
2.2.3	Ventilação.....	17
2.2.4	Elementos de inspeção .....	18
2.2.5	Desconectores.....	19
2.2.6	Instalação de recalque.....	20
2.3	Instalação predial água pluvial .....	21
2.3.1	Condições gerais da norma.....	22
2.3.2	Fatores meteorológicos .....	22
2.3.3	Coberturas horizontais de laje .....	23
2.3.4	Calhas .....	23
2.3.5	Condutores verticais.....	23
2.3.6	Condutores horizontais.....	24
3	MEMORIAL DESCRITIVO .....	25
3.1	Descrição da edificação .....	25
3.2	Instalações de águas frias e quentes.....	25
4	MEMORIAL DE CÁLCULO .....	29

4.1	Cálculo dos reservatórios – Água Fria .....	29
4.1.1	Dimensionamento das linhas (recalque e sucção) .....	33
4.1.2	Comprimentos equivalentes dos tubos .....	34
4.1.3	Altura manométrica e seleção das bombas .....	36
4.1.4	Rendimento da bomba .....	37
4.1.5	Dimensionamento do ramal predial .....	37
4.1.6	Cálculo dos ramais e sub-ramais.....	38
4.1.7	Dimensionamento do barrilete .....	46
4.1.8	Comprimento virtual.....	47
4.1.9	Cálculo da perda de carga unitária .....	53
4.1.10	Cálculo das colunas de água fria .....	55
4.2	Cálculo da capacidade de aquecimento dos aquecedores a gás- Água quente .....	59
4.2.1	Cálculo dos ramais e sub-ramais de esgoto- Água quente .....	61
4.2.2	Cálculo dos tubos de queda, subcoletores e colunas de ventilação .....	65
4.3	Dimensionamento das calhas- Águas pluviais .....	71
4.3.1	Dimensionamento dos condutores verticais .....	75
4.3.2	Dimensionamento dos condutores horizontais .....	76
5	CONCLUSÃO .....	78
6	REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
NBR – Norma Técnica Brasileira  
SPAFAQ – Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente  
m/s – Metro por segundo  
KPa – Quilo pascal  
mca- Metro de coluna de água  
°C – Grau célsius  
Kcal/h – Quilocaloria por hora  
m – Metros  
mm – Milímetro  
m<sup>2</sup> - Metro quadrado  
cm – Centímetros  
Cv – Cavalos  
L/s – Litros por segundo  
L/min – Litros por minuto  
AF – Água fria  
UHC – Unidades Hunter de Contribuição  
VRI – Volume do reservatório inferior  
VRS – Volume do reservatório superior  
RTI – Reserva técnica de incêndio  
CD – Consumo diário  
Hs – altura estática de sucção  
Hr – altura estática de recalque  
J – Perda de carga unitária  
C – Comprimento equivalente

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema indireto (com bombeamento).....	11
Figura 2: Esquema típico de entrada de água em edifícios .....	12
Figura 3: Retrossifonagem e separação atmosférica .....	13
Figura 4: Ventilação de ramal de descarga.....	18
Figura 5: Sifão e fecho hídrico.....	20
Figura 6: Instalação de recalque .....	21
Figura 7: Perdas de cargas localizadas .....	35
Figura 8: Vazões e diâmetros em função dos pesos.....	41
Figura 9: Curvas das percentagens prováveis .....	42
Figura 10: Perspectiva AF 1 e 5.....	42
Figura 11: Perspectiva AF 2 e 6.....	43
Figura 12: Perspectiva AF 3.....	44
Figura 13: Perspectiva AF 4.....	45
Figura 14: Projeto de esgoto sanitário - banheiro.....	62
Figura 15: Projeto de esgoto sanitário - lavanderia .....	63
Figura 16: Projeto de esgoto sanitário - cozinha .....	64
Figura 17: Ábaco para cálculo de condutores verticais .....	76
Figura 18: Trechos de condutores horizontais .....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Consumo de água potável .....	30
Tabela 2-Diâmetros mínimos dos sub-ramais .....	39
Tabela 3: Pesos relativos nos pontos de utilização .....	40
Tabela 4: Cálculo de sub-ramais da AF 1 e 5 .....	43
Tabela 5: Cálculo de ramais da AF 1 e 5 .....	43
Tabela 6: Cálculo de sub-ramais AF 2 e 6 .....	44
Tabela 7: Cálculo dos ramais AF 2 e 6 .....	44
Tabela 8: Cálculo dos sub-ramais AF 3 .....	45
Tabela 9: Cálculo de ramais AF 3 .....	45
Tabela 10: Cálculo de sub-ramais AF 4 .....	46
Tabela 11: Cálculo de ramais AF 4 .....	46
Tabela 12: Cálculo da coluna de AF 1 .....	56
Tabela 13: Cálculo da coluna de AF 2 .....	57
Tabela 14: Cálculo da coluna de AF 3 .....	57
Tabela 15: Cálculo da coluna de AF 4 .....	58
Tabela 16: Cálculo da coluna de AF 5 .....	58
Tabela 17: Cálculo da coluna de AF 6 .....	59
Tabela 18: UHC e diâmetros .....	61
Tabela 19: Cálculo de ramais de descarga do banheiro .....	62
Tabela 20: Cálculo de ramais de esgoto do banheiro .....	62
Tabela 21: Cálculo de ramais de descarga da lavanderia .....	63
Tabela 22: Cálculo de ramal de esgoto da lavanderia .....	63
Tabela 23: Cálculo de ramal de descarga da cozinha .....	64
Tabela 24: Cálculo de ramal de esgoto da cozinha .....	64
Tabela 25: Diâmetro nominal do tubo de ventilação .....	66
Tabela 26: Dimensionamento de tubos de queda .....	67
Tabela 27: Dimensionamento de coletores e subcoletores .....	67
Tabela 28: Dimensionamento do TQ 1 e CV 1 .....	68
Tabela 29: Dimensionamento do TQ 2 e CV 2 .....	69
Tabela 30: Dimensionamento do TQ 3 e CV 3 .....	69
Tabela 31: Dimensionamento do TQ 4 e CV 4 .....	70
Tabela 32: Dimensionamento do TQ 5 e CV 5 .....	70
Tabela 33-: Vazões e dimensões de calha de concreto liso .....	72
Tabela 34: Intensidade pluviométrica em mm/h .....	73
Tabela 35: Capacidade de condutores horizontais .....	77

## **1 INTRODUÇÃO**

Boa parte das obras de Engenharia não são dispostas de projetos hidráulico-sanitário, sendo muitas vezes considerados desnecessários para execução das instalações, gerando assim diversos problemas técnicos nos empreendimentos. O projeto hidráulico-sanitário atua de forma a promover a economia de água e o conforto dos usuários da edificação, de modo também a garantir a perfeita execução de todas as instalações nele contidas.

De acordo com Creder (2006), um projeto completo de instalações hidráulicas compreende: Plantas, cortes, detalhes e vistas isométricas, com dimensionamento e traçado dos condutores; memórias descritivas, justificativas e de cálculo; especificações do material e normas para sua aplicação; orçamento, compreendendo o levantamento das quantidades e dos preços unitário e global da obra.

### **1.1 Justificativa**

Edifícios residenciais multifamiliares representam grande parte das obras de infraestrutura. Elas vão desde pequenos conjuntos habitacionais até arranha-céus. Mesmo diante de um grande histórico de construção, essas obras ainda carecem de projetos hidráulico-sanitários levando a gastos desnecessários e atrasos na obra. Observando-se a importância desses projetos, nasceu-se a ideia de desenvolver um.

### **1.2 Estratégias de Pesquisa**

A pesquisa em questão se trata de quanto aos fins, de uma pesquisa exploratória, que faz uso dos procedimentos bibliográfico e documental, em relação a abordagem ela é quantitativa. Ademais, o desenvolvimento do projeto consiste no seguimento de um procedimento de cálculo baseado em tabelas propostas pelas normas.

Os cálculos do projeto foram desenvolvidos através de método convencional e verificados com o auxílio de tabelas provenientes das normas: NBR 5626, NBR 8160 e NBR 10844. Suas representações e detalhamentos em planta foram feitas no software AutoCAD 2019. Em seus memoriais de cálculo e descritivo foram constadas informações referentes ao projeto, metodologia de cálculo e execução de todos os sistemas presentes no edifício tal como as justificativas sobre os parâmetros adotados.

### **1.3 Objetivo geral**

Desenvolver um projeto hidráulico-sanitário de um edifício residencial multifamiliar de 15 pavimentos com base nas normas vigentes.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

- Desenvolver o sistema de águas frias, quentes, esgotos sanitários, águas pluviais e verificar se todo o dimensionamento atende as normas utilizadas.
- Representar e detalhar o projeto em planta utilizando o software AutoCAD.
- Elaborar o memorial descritivo e de cálculo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Instalação predial de água fria**

O sistema predial de água fria é o conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinados a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização, mantendo o padrão de potabilidade (ABNT- NBR 5626:2020).

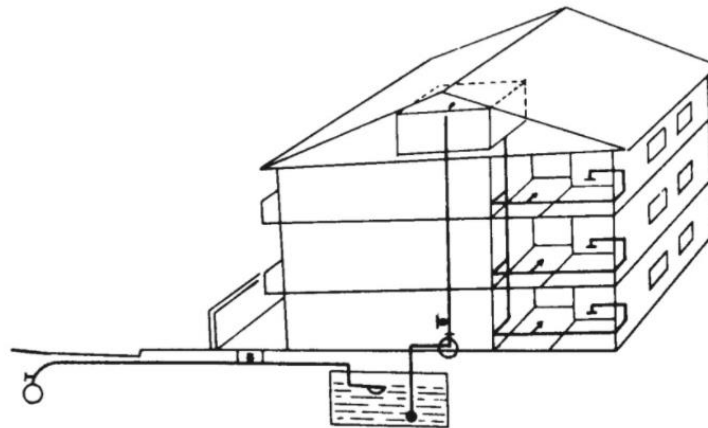
A norma ABNT- NBR 5626: 2020 fixa requisitos que os SPAFAQ devem atender, são eles: preservar a potabilidade da água potável; assegurar o fornecimento de água de forma contínua, considerar acesso para verificação e manutenção; prover setorização adequada do sistema de distribuição; evitar níveis de ruídos inadequados à ocupação dos ambientes; proporcionar aos usuários peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação; minimizar a ocorrência de patologias; considerar a manutenibilidade, conforme a parte 6 da norma de Desempenho ABNT NBR 15.575-6: 2013; proporcionar o equilíbrio de pressões da água fria e da água quente a montante de misturadores convencionais, quando empregados.

De fato, para projetar um sistema de águas frias o projetista deve ter o projeto arquitetônico em mãos e convém também ter o projeto estrutural; a partir desses projetos ele deve pensar em soluções mais econômicas, viáveis e esteticamente adequadas para o empreendimento. Deve-se ter atenção especial para as passagens de tubulações em elementos estruturais, o ideal é sempre evitar que isso aconteça, não comprometendo assim a estrutura da edificação.

#### **2.1.1 Sistema indireto de distribuição com bombeamento**

Segundo Macintyre (2021), a pressão na rede pública é insuficiente para abastecer um reservatório elevado. Emprega-se um reservatório em cota reduzida, geralmente situada abaixo do nível do meio-fio, conhecido como cisterna, que armazena a água para ser bombeada para um reservatório elevado, do qual partirá a rede de distribuição interna, por gravidade

Figura 1: Sistema indireto (com bombeamento)



Fonte: Instalações hidráulicas e sanitárias (2006)

### 2.1.2 Reservatórios

Os reservatórios são responsáveis por armazenar água potável que será conduzida aos pontos de consumo através das tubulações, para grandes edifícios eles geralmente são construídos de concreto, sendo dispostos de separação atmosférica, tubulação de limpeza, reserva de incêndio, tubo extravasor e barrilete.

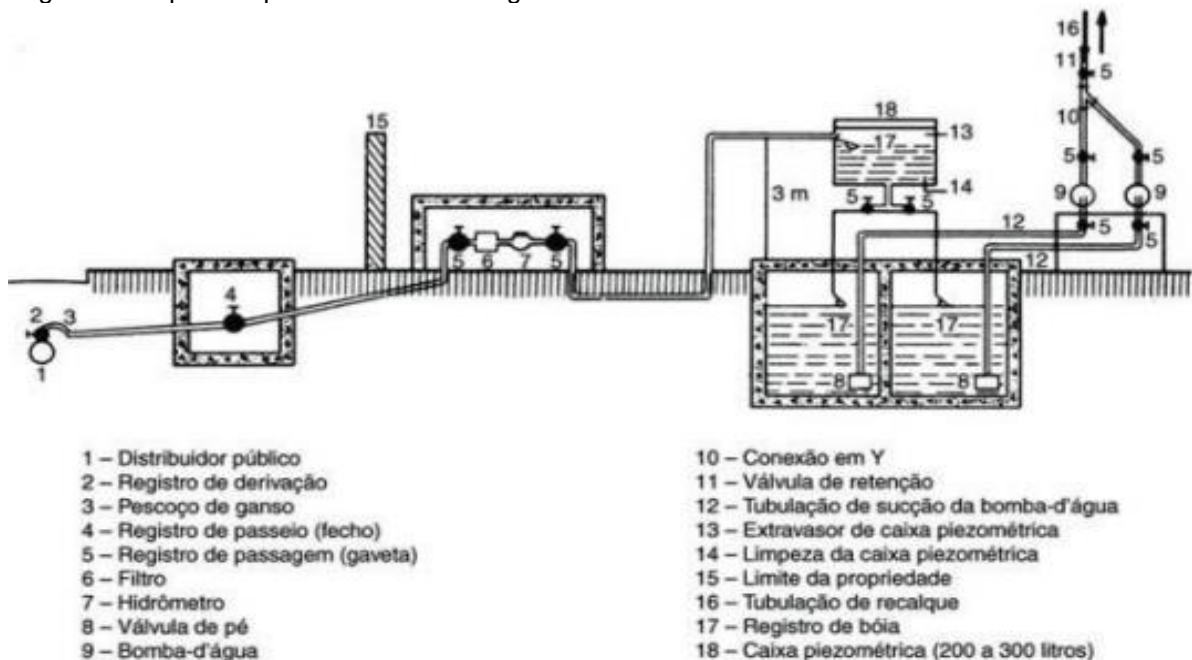
A ABNT- NBR 5626: 2020, impõe que o reservatório deve atender sua função sem apresentar deformações que comprometam o seu funcionamento ou dos componentes nele instalados.

### 2.1.3 Sistema de alimentação de água fria

Em casos que o abastecimento de água provier da rede pública de distribuição, as exigências da concessionária também devem ser obedecidas. Isto se aplica não só quando do projeto e execução de um novo SPAFAQ, como também nos casos de modificação ou desativação de um sistema já existente (ABNT- NBR 5626: 2020).

Dentre os equipamentos utilizados em sistemas de águas frias, chama-se hidrômetro o aparelho que mede o gasto de água de um consumidor. Os hidrômetros limitadores de consumo ou reguladores de vazão serão instalados em local adequado, a 1,50m, no máximo, da testada do imóvel. Devem ficar abrigados em caixa ou nicho, de alvenaria ou concreto, de modo a permitir fácil remoção e leitura, e deverá ser construída pelo proprietário ou usuário (.Figura 2). Os hidrômetros serão fornecidos, instalados e conservados pelo Departamento de Águas, podendo, a seu critério, ser fornecido pelo interessado, desde que aferido e instalado pelo Departamento, ficando incorporado ao patrimônio do estado ou da prefeitura local (CREDER, 2006).

.Figura 2: Esquema típico de entrada de água em edifícios



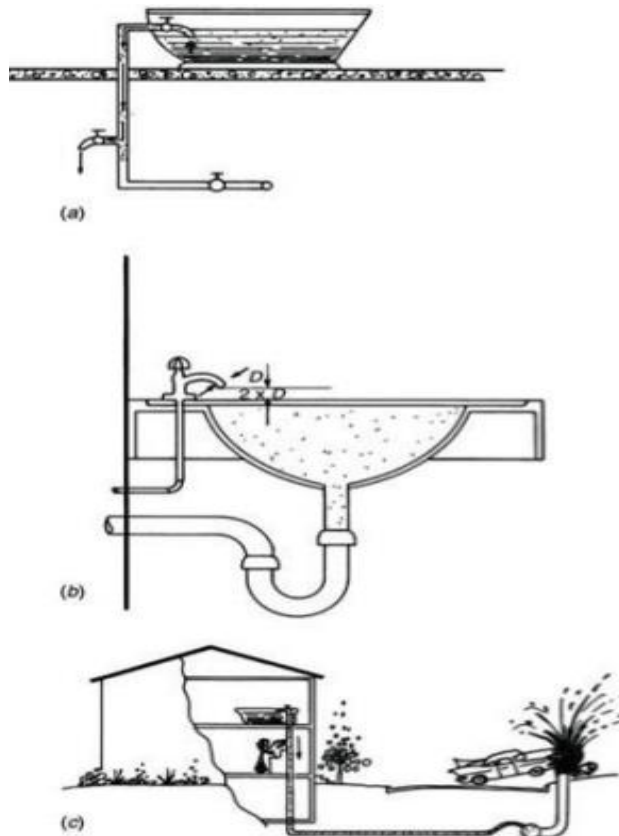
Fonte: Instalações hidráulicas e sanitárias (2006)

#### 2.1.4 Retrossifonagem

É o refluxo de água usada, proveniente de um reservatório, aparelho sanitário ou de qualquer outro recipiente, para o interior de uma tubulação, pelo fato da sua pressão ser inferior a atmosférica (ABNT- NBR 5626: 2020)

Cabe ao projetista, prever separações atmosféricas adequadas nos reservatórios e peças de utilização, isto é, ele deve prever uma altura mínima entre o ponto de utilização e o nível de transbordamento do dispositivo em questão. A Figura 3 ilustra o fenômeno da retrossifonagem e a separação atmosférica.

Figura 3: Retrossifonagem e separação atmosférica



Fonte: Instalações hidráulicas e sanitárias (2006)

### 2.1.5 Rede predial de distribuição

A rede predial de distribuição é o conjunto de tubulações que destina a água para os pontos de consumo, entre elas pode-se citar colunas de distribuição, ramais, sub-ramais e tubulações horizontais. A norma ABNT- NBR 5626: 2020 determina:

- No estabelecimento da localização dos aparelhos sanitários e respectivas peças de utilização, devem ser consideradas as exigências de segurança e ergonomia.
- Os trechos horizontais de tubulações de água fria e quente devem ser projetados de modo a evitar deformação excessiva. Os espaçamentos entre apoios ou suportes não podem permitir ondulações e deformações com flechas incompatíveis com as características dos componentes utilizados, levando em conta o peso da tubulação preenchida com água.
- Os SPAFAQ devem ser concebidos de modo que as intervenções de manutenção sejam facilitadas. Para possibilitar a manutenção de qualquer parte do sistema de distribuição deve ser prevista setorização, mediante a previsão de registros de fechamento ou dispositivos de idêntica finalidade em locais como barrilete, colunas de distribuição, ramais e a montante do hidrômetro (para os casos de medição individualizada).
- Quando houver a utilização de água fria e quente, um sistema deve ser protegido contra o ingresso de água do outro.

### **2.1.6 Velocidades mínima e máxima no sistema de distribuição**

Segundo a norma ABNT- NBR 5626: 2020, as tubulações devem ser dimensionadas de modo a limitar a velocidade de escoamento a valores que evitam golpes de aríete com intensidades prejudiciais aos componentes. O dimensionamento da tubulação assumindo um limite máximo de velocidade média da água de 3 m/s não evita a ocorrência de golpe de aríete, mas limita a magnitude dos picos de sobre pressão.

### **2.1.7 Pressões mínima e máxima no sistema de distribuição**

A pressão dinâmica de água no ponto de utilização não pode ser inferior a 10 kPa (1 mca). Em qualquer ponto do sistema de distribuição, a pressão dinâmica da água não pode ser inferior a 5 kPa (0,5 mca), executados os trechos verticais de

tomada d'água nas saídas de reservatórios elevados para os respectivos barriletes em sistemas indiretos (ABNT- NBR 5626: 2020).

A pressão estática nos pontos de utilização não deve superar 400 kPa (40 mca) (ABNT- NBR 5626: 2020).

## **2.2 Instalação predial esgoto sanitário**

A norma que trata de sistemas prediais de esgoto sanitário é a ABNT- NBR 8160: 1999, ela fixa diversas exigências quanto ao projeto e execução das instalações de esgoto.

Esgoto sanitário o despejo proveniente do uso da água para fins higiênicos (ABNT- NBR 8160: 1999).

De acordo com a ABNT- NBR 8160: 1999, o sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

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

Para que todas essas exigências sejam cumpridas, mostra-se necessário seguir rigorosamente todas as normas, desenvolvendo-se um projeto mais detalhado e

compreensível quanto possível para que o construtor não tenha dúvidas na execução das instalações.

São diversos os componentes presentes no sistema de esgoto sanitário de um edifício, entre eles estão: ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de queda, subcoletores, dispositivos de inspeção, entre outros. Cada componente deve ser projetado e utilizado de forma a atender todos os requisitos da norma.

### **2.2.1 Coletor predial, ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de queda e subcoletores**

A norma ABNT- NBR8160: 1999 define e determina:

- Ramal de descarga é a tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários.
- Ramal de esgoto é a tubulação primária que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector.
- Declividades mínimas para os ramais de descarga e esgoto: 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 e 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100.
- O tubo de queda é uma tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga.
- Os tubos de queda devem, sempre que possível, ser instalados em um único alinhamento. Quando necessários, os desvios devem ser feitos com peças formando ângulo central igual ou inferior a 90°, de preferência com curvas de raio longo ou duas curvas de 45°.
- Coletor predial é o trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular.
- O subcoletor é a tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto.
- O coletor predial e os subcoletores devem ser de preferência retilíneos. Quando necessário, os desvios devem ser feitos com peças com ângulo central igual ou inferior

a 45°, acompanhados de elementos que permitam a inspeção e a declividade máxima a ser considerada é 5%.

### **2.2.2 Caixa de gordura**

Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma (ABNT- NBR 8160: 1999).

Segundo a norma ABNT- NBR 8160: 1999, as caixas de gordura devem ser instaladas em locais de fácil acesso e com boas condições de ventilação, devem possibilitar a retenção e posterior remoção da gordura.

### **2.2.3 Ventilação**

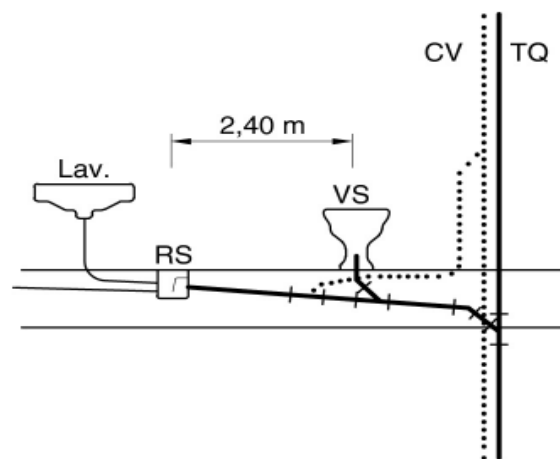
A ABNT- NBR 8160: 1999 define e determina:

- Ventilação primária é a ventilação proporcionada pelo ar que escoar pelo núcleo do tubo de queda, o qual é prolongado até a atmosfera, constituindo a tubulação de ventilação primária.
- Ventilação secundária é a ventilação proporcionada pelo ar que escoar pelo interior de colunas, ramais ou barriletes de ventilação, constituindo a tubulação de ventilação secundária (Figura 4).
- Coluna de ventilação é o tubo ventilador vertical que se prolonga através de um ou mais andares e cuja extremidade superior é aberta à atmosfera, ou ligada a tubo ventilador primário ou a barrilete de ventilação.
- Ramal de ventilação é o tubo ventilador que interliga o desconector, ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.
- A ventilação secundária consiste, basicamente, em ramais e colunas de ventilação que interligam os ramais de descarga ou de esgoto à ventilação primária

ou que são prolongados acima da cobertura, ou então pela utilização de dispositivos de admissão de ar devidamente posicionados no sistema.

- A extremidade aberta do tubo ventilador primário ou coluna de ventilação deve estar situada acima da cobertura do edifício a uma distância mínima que impossibilite o encaminhamento à mesma das águas pluviais provenientes do telhado ou laje impermeabilizada. A Figura 4 mostra um esquema de ventilação.

Figura 4: Ventilação de ramal de descarga



Fonte: Manual de instalações hidráulicas e sanitárias (2021)

#### 2.2.4 Elementos de inspeção

Caixa de inspeção é uma caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações ABNT NBR 8160: 1999.

Segundo a norma ABNT- NBR8160: 1999, para garantir a acessibilidade aos elementos do sistema, devem ser respeitadas no mínimo as seguintes condições:

- a) a distância entre dois dispositivos de inspeção não deve ser superior a 25,00 m;
- b) a distância entre a ligação do coletor predial com o público e o dispositivo de inspeção mais próximo não deve ser superior a 15,00 m; e
- c) os comprimentos dos trechos dos ramais de descarga e de esgoto de bacias sanitárias, caixas de gordura e caixas sifonadas, medidos entre os mesmos e os dispositivos de inspeção, não devem ser superiores a 10,00 m.

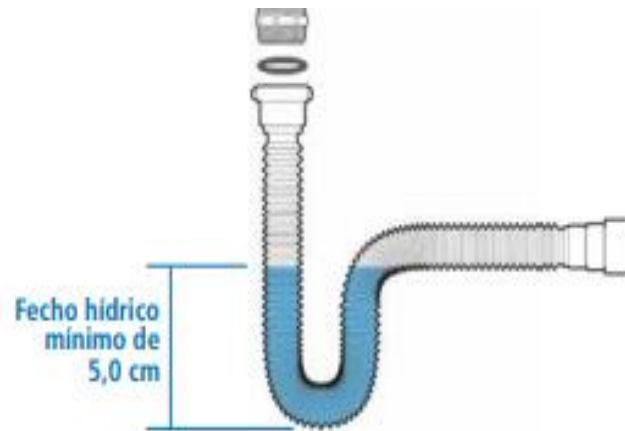
Os desvios, as mudanças de declividade e a junção de tubulações enterradas devem ser feitos mediante o emprego de caixas de inspeção ou poços de visita (ABNT NBR 8160: 1999).

### **2.2.5 Desconectores**

Desconector é um dispositivo provido de fecho hídrico (Figura 5), destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto ABNT- NBR 8160: 1999.

A ABNT- NBR 8160: 1999 orienta que todo desconector deve satisfazer às seguintes condições: ter fecho hídrico com altura mínima de 0,05 m e apresentar orifício de saída com diâmetro igual ou superior ao do ramal de descarga a ele conectado.

Figura 5: Sifão e fecho hídrico

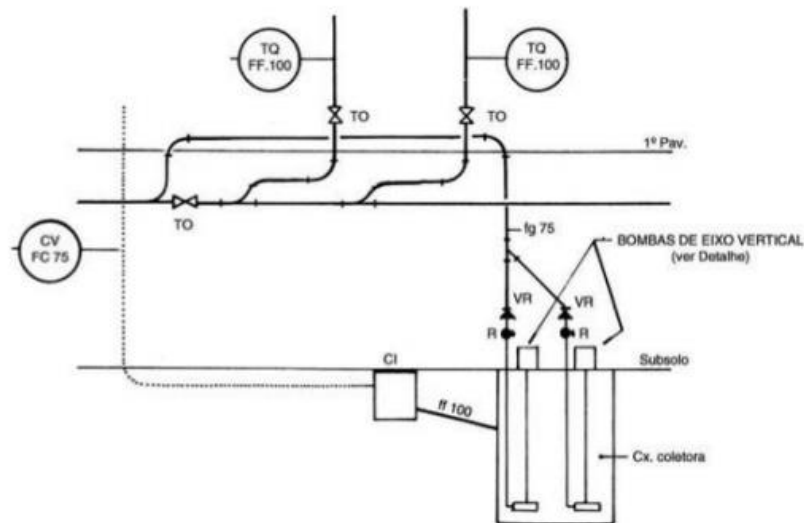


Fonte: Manual técnico Tigre (2013)

### 2.2.6 Instalação de recalque

Os efluentes de aparelhos sanitários e de dispositivos instalados em nível inferior ao do logradouro devem ser descarregados em uma ou mais caixas de inspeção, as quais devem ser ligadas a uma caixa coletora, disposta de modo a receber o esgoto por gravidade. A partir da caixa coletora, por meio de bombas, devem ser recalcados para uma caixa de inspeção (ou poço de visita), ramal de esgoto ligado por gravidade ao coletor predial, ou diretamente ao mesmo, ou ao sistema de tratamento de esgoto (ABNT- NBR 8160: 1999), conforme Figura 6.

Figura 6: Instalação de recalque



Fonte: Instalações hidráulicas e sanitárias (2006)

### 2.3 Instalação predial água pluvial

É fato conhecido que a água da chuva é um dos elementos mais danosos para a durabilidade e boa aparência das construções, cabendo ao instalador projetar o escoamento das mesmas, de modo a se realizar pelo mais curto trajeto e no menor tempo possível (CREDER, 2006).

A norma que trata de instalações de águas pluviais é a NBR- 10844: 1989, de acordo com ela as águas pluviais não devem ser lançadas em redes de esgoto usadas apenas para águas residuais, ou seja, as instalações devem ser independentes e separadas.

Desenvolver um projeto de instalações de águas pluviais geralmente é simples, desde que se conheça a intensidade pluviométrica da região e outros dados como área do telhado e inclinação.

### **2.3.1 Condições gerais da norma**

Segundo a norma ABNT NBR- 10844: 1989, as instalações de drenagem de águas pluviais devem obedecer às seguintes exigências: recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais; ser estanques; permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação; absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas; quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes choques; nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries; nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis; não provocar ruídos excessivos; resistir às pressões a que podem estar sujeitas; ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

### **2.3.2 Fatores meteorológicos**

A determinação da intensidade pluviométrica “I”, para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a Duração de precipitação e o Período de Retorno (“T”). Tomam-se como base dados pluviométricos locais (ABNT NBR 10844: 1989).

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado período de retorno ou tempo de recorrência (Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, 2005).

De acordo com a norma ABNT NBR- 10844: 1989, o período de retorno deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido a seguir:

T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

### **2.3.3 Coberturas horizontais de laje**

As coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar empoçamento, exceto aquele tipo de acumulação temporária de água, durante tempestades, que pode ser permitido onde a cobertura for especialmente projetada para ser impermeável sob certas condições (ABNT- NBR 10844: 1989).

As superfícies horizontais de laje devem ter declividade mínima de 0,5%, de modo que garanta o escoamento das águas pluviais, até os pontos de drenagem previstos. Ainda de acordo com a norma a drenagem deve ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução (ABNT- NBR 10844: 1989).

### **2.3.4 Calhas**

Canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino (ABNT- NBR 10844: 1989).

A norma ABNT- NBR 10844: 1989 orienta que: as calhas de beiral e platibanda devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta. Ainda segundo a norma a inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

### **2.3.5 Condutores verticais**

Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício (ABNT- NBR 10844: 1989).

Segundo a norma ABNT- NBR 10844: 1989, os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção.

A ABNT NBR 10844: 1989 orienta que, o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70mm.

### **2.3.6 Condutores horizontais**

Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais (ABNT NBR 10844: 1989).

Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5% (ABNT NBR 10844: 1989).

### **3 MEMORIAL DESCRITIVO**

#### **3.1 Descrição da edificação**

Memorial descritivo e justificativo referente a um edifício residencial multifamiliar de 15 pavimentos, onde as áreas são representadas abaixo:

- Terreno: 487,50 m<sup>2</sup>;
- Térreo: 297,00 m<sup>2</sup>;
- Cobertura: 27,52 m<sup>2</sup>;
- Subsolo: 352,50 m<sup>2</sup>;
- Pavimentos-tipos: 2079,00 m<sup>2</sup>
- Área total: 2756,02 m<sup>2</sup>
- O edifício é composto por 12 pavimento-tipo, sendo 2 apartamentos por pavimento, um térreo, um subsolo e uma cobertura. Cada apartamento é composto de 1 sala, 1 quarto, 1 banheiro, 1 suíte, 1 lavanderia, 1 cozinha e 1 varanda.

#### **3.2 Instalações de águas frias e quentes**

Toda a instalação de água fria e quente deverá ser executada em PVC soldável Tigre, deverá ser usado o adesivo plástico Tigre para a junção das tubulações e seguindo-se todas as bitolas constantes no projeto (Apêndice A, B, C e D). Para a sucção e recalque de água fria, foi encontrado um diâmetro de 40 mm, porém foi utilizado 50 mm para dispor-se de uma perda de carga menor nas tubulações. A bomba escolhida foi da fabricante Dancor ( Suc.1 ½' , Elev. 1 ¼', rotor de 189 mm – 5cv) e deverão ser duas instaladas (uma para uso e outra para reserva).

Os reservatórios devem ser devidamente impermeabilizados externamente e internamente. Na entrada do reservatório inferior, deverá ser feita uma bifurcação utilizando-se um T, duas luvas e duas torneiras de boia para se evitar a paralisação da alimentação predial por entupimento de torneira de boia. O reservatório superior

deve ter duas saídas para o barrilete, uma saída para o ladrão, uma para limpeza e uma para a reserva de incêndio respeitando-se as bitolas constantes em cortes.

O barrilete adotado foi do tipo ramificado devido a ser possível se fazer uma boa economia de tubulação e ainda se encontrar as pressões adequadas para as colunas de água fria.

As bitolas das colunas de água fria constantes em cortes e no memorial de cálculo devem ser respeitadas rigorosamente.

As tubulações que passarem por elementos estruturais tais como vigas de concreto devem passar com folga e preferencialmente nos locais onde o concreto trabalha a tração ou na linha neutra (entrar de acordo com o calculista estrutural), para os locais onde isso não for possível, deve ser previsto reforço estrutural.

A atenção deve ser redobrada para as tubulações instaladas em valas, o fundo da vala deve ser devidamente preparado, sendo este retilíneo e contínuo. O reaterro deve ser feito com cuidado e com material granulado fino.

A inspeção para todas as tubulações deve ser visual, e deve-se dar atenção especial as juntas, válvulas, registros e conexões.

As tubulações devem ser submetidas a ensaio de estanqueidade durante o processo de sua montagem para que elas possam ser submetidas a ensaios visuais. O valor da pressão de ensaio de estanqueidade deve ser 1,5 vez o valor da pressão prevista em projeto para ocorrer nessa mesma seção em condições estáticas.

### **3.3 Instalações de esgotos sanitários e águas pluviais**

Toda a instalação de esgotos sanitários e águas pluviais deverá ser executada em PVC soldável Tigre. Todas as bitolas devem ser rigorosamente respeitadas de acordo com o projeto (Apêndice E, F e G).

As saídas de vasos sanitários devem ser de 100 mm e elas devem seguir de forma retilínea até os tubos de queda. As saídas de pias de cozinha devem seguir diretamente para a caixa de gordura e dali seguir para os tubos de queda. As saídas do lavatório e ralo sifonado devem ser de 40 mm, devem seguir para a caixa sifonada que tem saída de 50 mm e dali devem seguir para os tubos de queda. Para a máquina de lavar, deve ser executado um bloqueador de espuma conforme consta em detalhe de projeto. Para o tanque de lavar roupa deve-se ser executada uma saída de 40 mm.

Os ramais de esgoto da lavanderia e banheiro devem ser devidamente ventilados através de ramais de ventilação que deverão ser de 40 mm e estes devem se conectar as colunas de ventilação que deverão ser estendidas a 30 cm acima do telhado da cobertura.

Os tubos de queda devem ser ventilados através das colunas de ventilação e os mesmos devem ser estendidos 30 cm acima do telhado da cobertura. Os tubos de queda do segundo pavimento tipo deve ser conectados nas colunas de ventilação através de um tubo ventilador de alívio. Devem ser inseridos tubos operculados nos tubos de queda antes que estes se encontrem com os subcoletores.

Os subcoletores devem obedecer a inclinação de 4% e estes quando passarem por vigas de concreto devem passar com folga e preferencialmente onde o concreto trabalha a tração, quando isso não for possível deve ser previsto um reforço estrutural em conformidade com o calculista estrutural.

Os ralos do subsolo devem ser do tipo seco e estes devem conduzir o esgoto até uma caixa coletora. Deverão ser instaladas duas bombas da fabricante Dancor (uma para uso e outra para reserva) da série AAE (Suc/Elev 1 ½', 1cv) acima da caixa coletora do subsolo e elas deverão conduzir o esgoto proveniente da lavagem de veículos até os condutores horizontais de águas pluviais do térreo. A caixa coletora deve ser ventilada através de um tubo de 40 mm e este deve se conectar ao barrilete de ventilação do térreo.

Deve ser executada uma caixa de inspeção no térreo e esta deve ter profundidade mínima de 1 m e diâmetro interno de 60 cm. A caixa de inspeção deve se conectar a um subcoletor que irá levar os esgotos sanitários ao coletor público.

O condutor horizontal de águas pluviais deverá se conectar a uma caixa de areia de dimensões 60 cm x 60 cm e seguir dali até o coletor público. Devem ser inseridos tubos operculados sempre onde tiver conexão com outra tubulação ou mudança de direção.

A calha adotada é de 30 cm x 20 cm de concreto armado com inclinação de 0,5%, a princípio deveria ser de 20 cm x 10 cm, porém para execução prática e questões de segurança foram adotadas dimensões maiores.

## 4 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 4.1 Cálculo dos reservatórios – Água Fria

É de boa norma prever reservatórios com capacidade suficiente para uns dois dias de consumo diário, tendo em vista a intermitência do abastecimento da rede pública; o reservatório inferior deve armazenar 3/5 e o superior, 2/5 do consumo (CREDER, 2006). Para o cálculo da capacidade dos reservatórios foi estimada uma população para o edifício e considerada também uma reserva de incêndio, conforme descrito abaixo. São exigidos um reservatório superior e outro subterrâneo, ambos com capacidade determinada, de acordo com o regulamento de construções de cada Município, acrescido, o primeiro, de uma reserva técnica de incêndio (Eq. 1) (Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, 2018), assim calculada:

- Para edificação classificada como risco pequeno, utilizar a fórmula:

$$RTI = [60 + (n^{\circ} \text{ hid} \times w)] \times Q_{\text{sistema}} \quad \text{Eq. 1}$$

$$RTI = [60 + (15 \times 2)] \times 100 \rightarrow 9000 \text{ l}$$

Onde:

- RTI – Reserva técnica de incêndio
- $n^{\circ}$  hid – número de hidrantes
- $w$  – Constante atribuída para majoração = 2 min
- $Q_{\text{sistema}}$  – Vazão do sistema de incêndio

Foi utilizada a Tabela 1 de consumo de água potável por pessoa dos mais diversos tipos de edificações.

- Cada apartamento: 4 pessoas
- Apartamentos por pavimento: 2
- Pavimentos-tipo: 12

- População do edifício: 96 pessoas
- De acordo com a tabela 1, o consumo de água fria por pessoa é 200 litros:
- Consumo diário:  $96 \times 200 = 19200$  litros
- Consumo para dois dias:  $19200 \times 2 = 38400$  litros

Tabela 1-Consumo de água potável

<i>Prédio</i>	<i>Consumo (litros)</i>
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas – internatos	150 <i>per capita</i>
Escolas – externatos	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Matadouros – animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço p/automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup>

Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

A equação 2 calcula o volume do reservatório superior.

$$VRS = RTI + CD \times \frac{2}{5} \quad Eq. 2$$

$$VRS = 9,00 + 38,4 \times \frac{2}{5} \rightarrow 24,36 \text{ m}^3$$

Onde:

- VRS – Volume do reservatório superior
- RTI – Reserva técnica de incêndio
- CD – Consumo diário

A equação 3 calcula o volume do reservatório inferior.

$$VRI = CD \times \frac{3}{5} \quad Eq. 3$$

$$VRI = 38,4 \times \frac{3}{5} \rightarrow 23,04 \text{ m}^3$$

Onde:

- VRI – Volume do reservatório inferior
- RTI – Reserva técnica de incêndio
- CD – Consumo diário

A equação 4 calcula a altura do reservatório superior.

$$HRS = \frac{VRS}{C \times L} + SA \quad Eq. 4$$

$$HRS = \frac{24,36}{2,4 \times 4,82} + 0,2 \rightarrow 2,35 \text{ m}$$

Onde:

- HRS – Altura do reservatório superior
- VRS = Volume do reservatório superior
- C = Comprimento

- L = Largura
- AS = Separação atmosférica

A equação 5 calcula a altura do reservatório inferior.

$$HRI = \frac{VRI}{C \times L} + SA \quad Eq. 5$$

$$HRI = \frac{23,04}{2,4 \times 6,17} + 0,2 \cong 1,76 \rightarrow 1,80 \text{ m}$$

Onde:

- HRI – Altura do reservatório inferior
- VRI = Volume do reservatório inferior
- C = Comprimento
- L = Largura
- SA = Separação atmosférica

A equação 6 calcula a altura da reserva de incêndio.

$$HRTI = \frac{RTI}{C \times L} \quad Eq. 6$$

$$HRTI = \frac{9,00}{2,4 \times 4,82} \cong 0,8 \text{ m}$$

Onde:

- HRTI – Altura da reserva técnica de incêndio
- RTI = Reserva técnica de incêndio
- C = Comprimento
- L = Largura

#### 4.1.1 Dimensionamento das linhas (recalque e sucção)

O dimensionamento do recalque é feito através da fórmula de Forchheimer (Eq.8), onde entra-se com a vazão em m<sup>3</sup>/s (Eq. 7) e o tempo de funcionamento da bomba, que para encontrar a bomba ideal foi definido em 2 horas.

$$Q = \frac{CD}{h} \quad \text{Eq. 7}$$

$$Q = \frac{19,2}{2} = 9,6 \times 0,000277 \rightarrow 2,66 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Onde:

- Q – Vazão
- CD – Consumo diário
- H - Horas

$$D = 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X} \quad \text{Eq. 8}$$

$$D = 1,3 \times \sqrt{2,66 \times 10^{-3}} \times \sqrt[4]{0,0833} \cong 0,036 \rightarrow 36 \text{ mm (teórico)}$$

Onde:

- D – Diâmetro
- Q – Vazão
- X – Horas de funcionamento/ 24 horas

Por questões de projeto, foi escolhido o mesmo diâmetro do recalque para a sucção.

- Recalque – 50 mm

- Sucção – 50 mm

#### 4.1.2 Comprimentos equivalentes dos tubos

Para as definições das perdas de carga de cada elemento dos trechos, foi utilizada a Figura 7 definindo-se o diâmetro de 50 mm.

- Sucção
- Comprimento do tubo – 2,10 m
- 1 válvula de pé de crivo – 23,70 m
- 1 curva de 90° - 1,30 m
- 1 entrada de borda – 2,80 m
- Total: 29,90 m
  
- Recalque
- Comprimento do tubo:  $3,0 + 10,15 + 50,85 + 0,20 = 64,20$  m
- 2 curvas longas de 45° - 1,40 m
- 3 curvas longas de 90° - 3,9 m
- 1 saída de canal – 3,3 m
- Total: 72,80 m

Figura 7: Perdas de cargas localizadas

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

Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

A fórmula de Hazen-Williams (Eq. 9) calcula a perda de carga em tubulações, foi definida uma rugosidade de 140 e utilizado o mesmo diâmetro do recalque e sucção.

$$J = \left( \frac{Q}{0,279 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \quad \text{Eq. 9}$$

$$J = \left( \frac{2,66 \times 10^{-3}}{0,279 \times 140 \times 0,050^{2,63}} \right)^{1,85} \cong 0,042 \text{ m/m}$$

Onde:

- J – Perda de carga unitária em m/m
- Q – Vazão
- D – Diâmetro
- C - Rugosidade

Foi definida a altura estática da sucção e recalque (Eq.10 e 11) e logo em seguida calculada a altura manométrica da bomba.

$$H_s = J \times C \quad \text{Eq. 10}$$

$$H_s = 0,042 \times 29,9 \cong 1,26 \text{ m}$$

$$H_r = J \times C \quad \text{Eq. 11}$$

$$H_r = 0,042 \times 72,80 \cong 3,0 \text{ m}$$

Onde:

- $H_s$  – altura estática de sucção
- $H_r$  – altura estática de recalque
- $J$  – Perda de carga unitária
- $C$  – Comprimento equivalente

#### 4.1.3 Altura manométrica e seleção das bombas

Para dimensionar a bomba, precisa-se conhecer a altura manométrica (Eq.12), a vazão e o rendimento do conjunto motor-bombas, que, para instalações prediais, é da ordem de 40% (CREDER, 2006).

$$H_m = H_{est} + H_{perdas} \quad \text{Eq. 12}$$

$$H_m = 52,80 + 1,26 + 3,0 \rightarrow 57,06 \text{ mca}$$

Através da vazão do projeto e da altura manométrica, foi escolhida uma bomba centrífuga da fabricante Dancor.

- Modelo – 630 TJM
- Potência – 5 CV

- Saída da sucção – 1 ½'
- Saída do recalque – 1 ¼'

#### 4.1.4 Rendimento da bomba

O rendimento da bomba (Eq. 14) é calculado dividindo-se a potência útil (Eq. 13) do motor pela potência utilizada.

$$P_{\text{útil}} = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{75} \quad \text{Eq. 13}$$

$$P_{\text{útil}} = \frac{2,66 \times 10^{-3} \times 57,06 \times 1000}{75} \cong 2,0$$

Onde:

- $P_{\text{útil}}$  – Potência útil em CV
- $H_m$  – Altura manométrica
- $Q$  – Vazão

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{utilizado}}} \quad \text{Eq. 14}$$

$$\eta = \frac{2,0}{5} \times 100 \rightarrow 40,0\%$$

#### 4.1.5 Dimensionamento do ramal predial

A vazão mínima (Eq. 15) para os sistemas de distribuição indireta é calculada pela fórmula (CREDER, 2006):

$$Q = \frac{C}{3600} \quad \text{Eq. 15}$$

$$Q = \frac{\left(\frac{19,2}{24}\right)}{3600} \rightarrow 2,22 \times 10^{-4} \text{ l/s}$$

Onde:

- Q – Vazão em l/s
- C – Consumo diário

Através da vazão mínima, foi calculado o diâmetro do ramal predial (Eq.16).

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi}} \quad \text{Eq. 16}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2,22 \times 10^{-4}}{\pi}} = 0,02 \text{ m} \rightarrow 20 \text{ mm}$$

Onde:

- D - Diâmetro
- Q – Vazão

#### 4.1.6 Cálculo dos ramais e sub-ramais

Os sub-ramais foram dimensionados através de Tabela 2. Já para os ramais foi utilizada a equação 17 extraída da NBR 5626: 1998, essa equação dá uma ideia da vazão provável em função dos pesos atribuídos as peças de utilização (CREDER, 2006). As figuras 10, 11, 12 e 13 demonstram perspectivas dos sistemas de água fria.

Conhecidas as vazões, foi feito um pré-dimensionamento dos encanamentos pela “capacidade de descarga dos canos” de acordo com o ábaco (Figura 8).

$$Q = C \times \sqrt{EP} \quad Eq. 17$$

Onde:

- Q - Vazão em l/s
- C - Coeficiente de descarga = 0,30 l/s
- EP – Soma dos pesos de todas as peças de utilização alimentada através do trecho considerado.

Tabela 2-Diâmetros mínimos dos sub-ramais

Diâmetros dos Sub-Ramais (Mínimos)	
Peças de Utilização	Diâmetro (mm e pol.)
Aquecedor de baixa pressão	20 (3/4)
Aquecedor de alta pressão	15 (1/2)
Bacia sanitária com caixa de descarga	15 (1/2)
Bacia sanitária com válvula de descarga	32 (1 1/4)
Banheira	15 (1/2)
Bebedouro	15 (1/2)
Bidê	15 (1/2)
Chuveiro	15 (1/2)
Filtro de pressão	15 (1/2)
Lavatório	15 (1/2)
Máquina de lavar pratos ou roupa	20 (3/4)
Mictório auto-aspirante	25 (1)
Mictório de descarga descontínua	15 (1/2)
Pia de despejo	20 (3/4)
Pia de cozinha	15 (1/2)
Tanque de lavar roupa	20 (3/4)

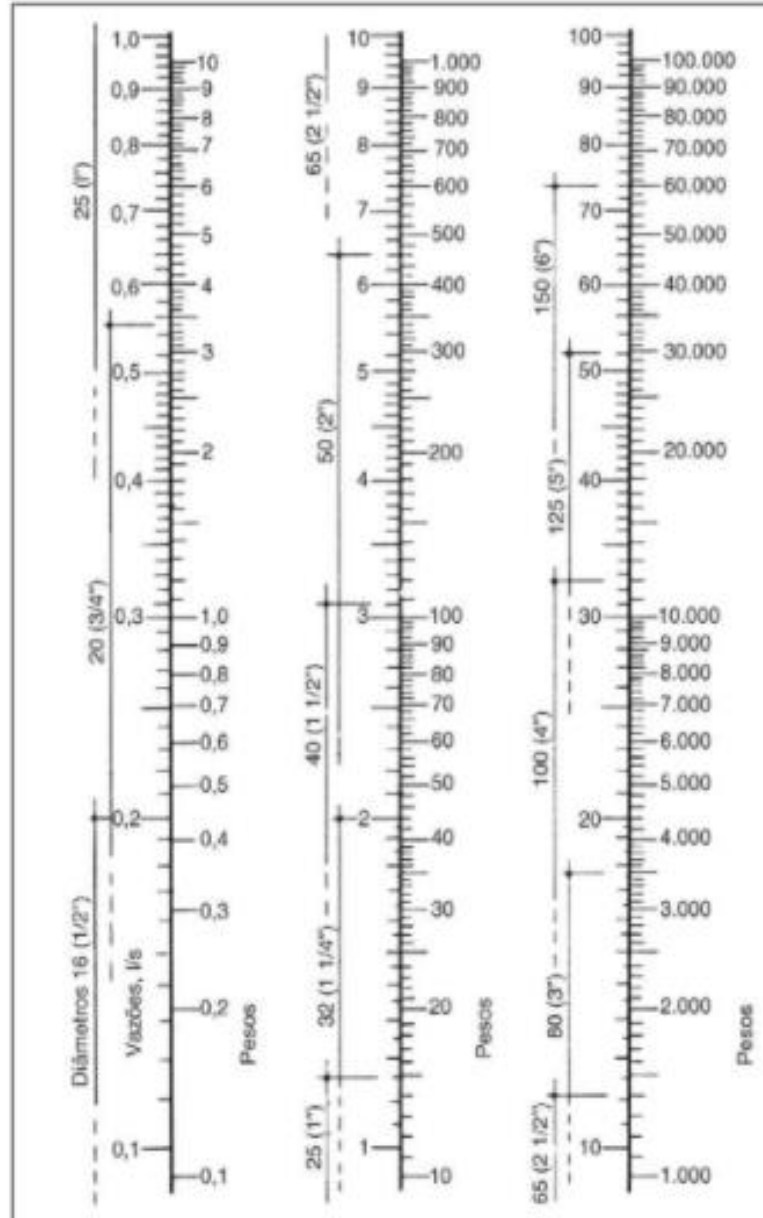
Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

Tabela 3: Pesos relativos nos pontos de utilização

Aparelho Sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/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
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
Lavatório		Torneira ou misturador	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 com 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	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

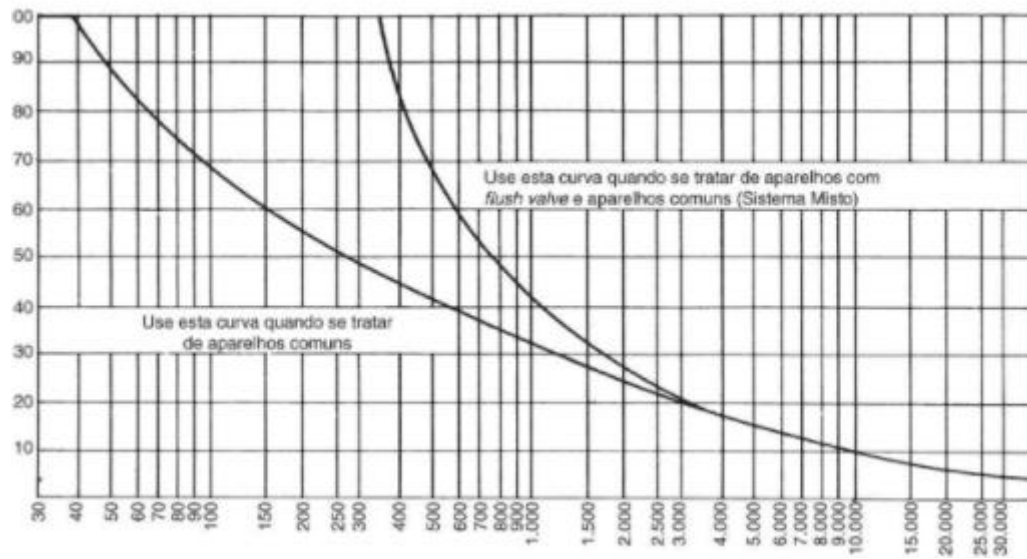
Fonte: ABNT- NBR 5626: 1998 (Adaptado)

Figura 8: Vazões e diâmetros em função dos pesos



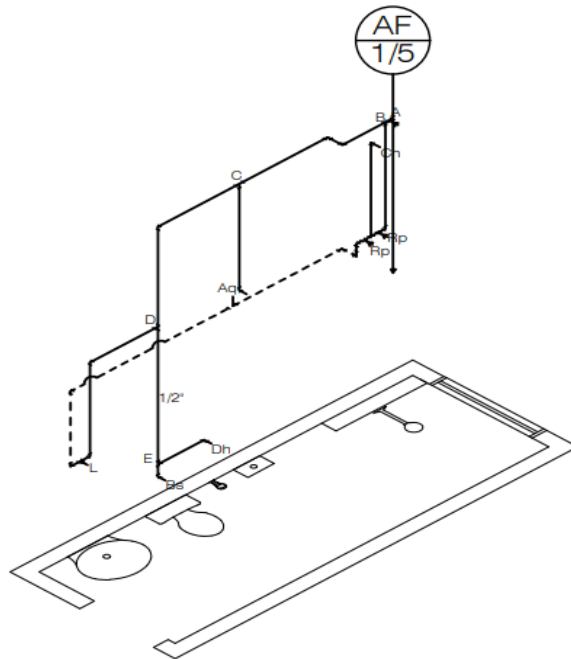
Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

Figura 9: Curvas das percentagens prováveis



Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

Figura 10: Perspectiva AF 1 e 5



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 4: Cálculo de sub-ramais da AF 1 e 5

Peça de utilização	Peso	Diâmetro (mm)
Chuveiro	0,5	15
Bacia sanitária	0,3	15
Aquecedor	0,5	20
Lavatório	0,5	15
Ducha higiênica	0,1	15

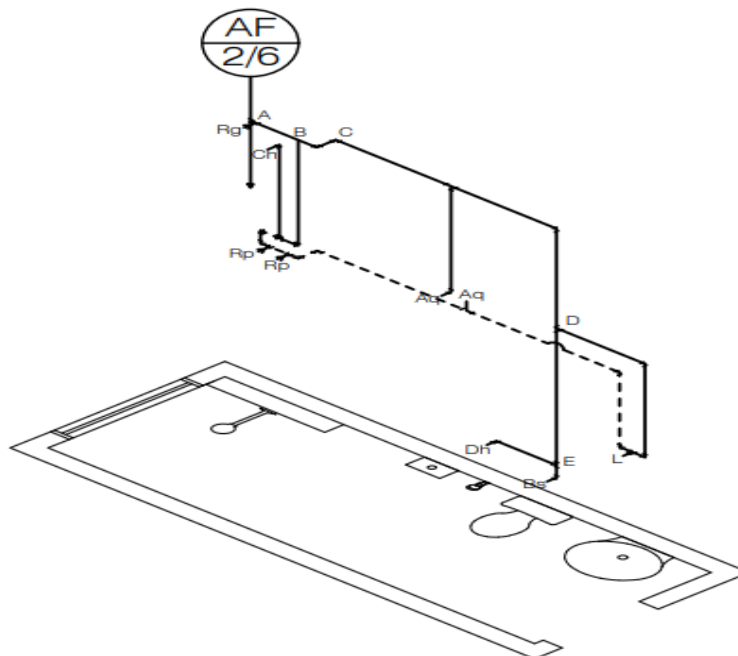
Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 5: Cálculo de ramais da AF 1 e 5

Trechos	Soma dos pesos	Qm	Fu	Q	Diâmetro (mm)
AB	1,9	0,41	1	0,41	20
BC	1,4	0,35	1	0,35	20
CD	0,9	0,28	1	0,28	20
DE	0,4	0,19	1	0,19	15

Fonte: Do Autor (2021)

Figura 11: Perspectiva AF 2 e 6



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 6: Cálculo de sub-ramais AF 2 e 6

Peça de utilização	Peso	Diâmetro (mm)
Chuveiro	0,5	15
Bacia sanitária	0,3	15
Aquecedor	0,5	20
Lavatório	0,5	15
Ducha higiênica	0,1	15

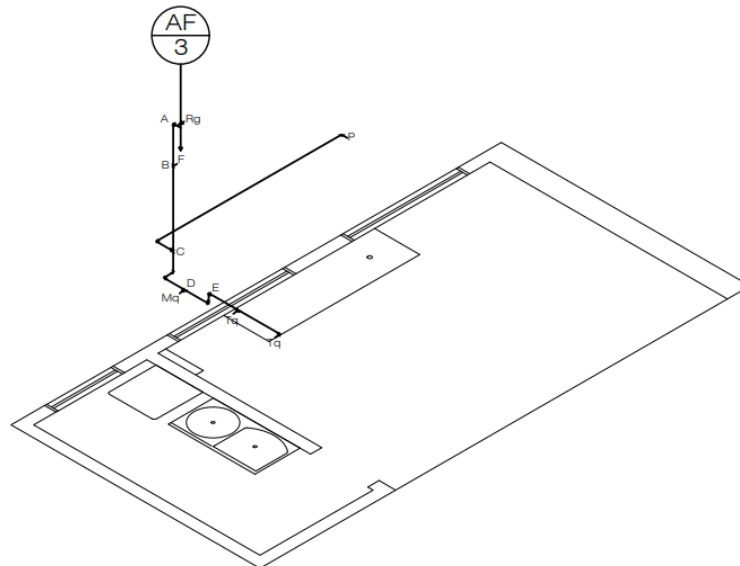
Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 7: Cálculo dos ramais AF 2 e 6

Trechos	Soma dos pesos	Qm	Fu	Q	Diâmetro (mm)
AB	1,9	0,41	1	0,41	20
BC	1,4	0,35	1	0,35	20
CD	0,9	0,28	1	0,28	20
DE	0,4	0,19	1	0,19	15

Fonte: Do Autor (2021)

Figura 12: Perspectiva AF 3



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 8: Cálculo dos sub-ramais AF 3

Peça de utilização	Peso	Diâmetro (mm)
Máquina de lavar	1	20
Tanque	1	20
Filtro	0,1	15
Pia	0,7	15

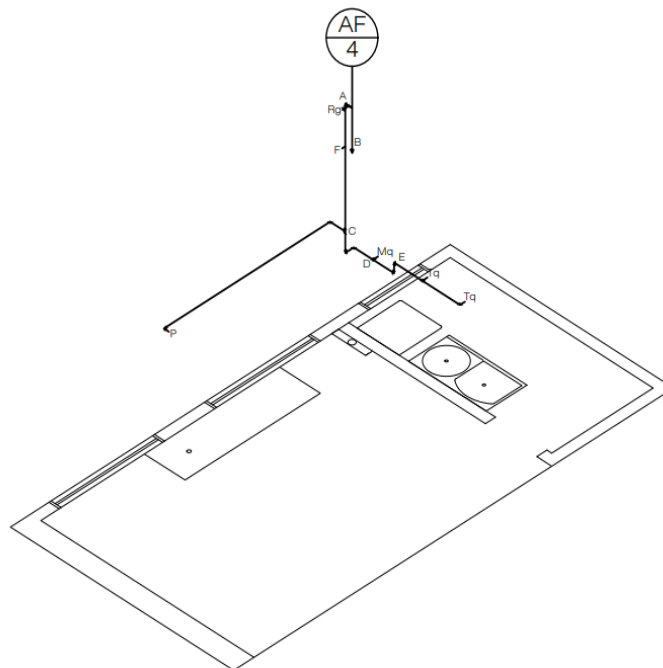
Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 9: Cálculo de ramais AF 3

Trechos	Soma dos pesos	Qm	Fu	Q	Diâmetro (mm)
AB	3,8	0,58	1	0,58	25
BC	3,7	0,58	1	0,58	25
CD	3	0,51	1	0,51	20
DE	2	0,42	1	0,42	20

Fonte: Do Autor (2021)

Figura 13: Perspectiva AF 4



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 10: Cálculo de sub-ramais AF 4

Peça de utilização	Peso	Diâmetro (mm)
Máquina de lavar	1	20
Tanque	1	20
Filtro	0,1	15
Pia	0,7	15

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 11: Cálculo de ramais AF 4

Trechos	Soma dos pesos	Qm	Fu	Q	Diâmetro (mm)
AB	3,8	0,58	1	0,58	25
BC	3,7	0,58	1	0,58	25
CD	3	0,51	1	0,51	20
DE	2	0,42	1	0,42	20

Fonte: Do Autor (2021)

#### 4.1.7 Dimensionamento do barrilete

O barrilete foi dimensionado através do método de Hunter (Eq.19), tal método fixa a perda de carga em 8% e calculou-se a vazão (Eq.18) como se cada metade da caixa atendesse a metade das colunas.

$$Q = \frac{Q1 + Q2}{2} \quad Eq. 18$$

$$Q = \frac{3,38 + 3,42}{2} \rightarrow 3,40 \frac{l}{s}$$

Onde:

- Q – Vazão em l/s
- Q1 – Somatório das vazões do trecho 1

- Q2 – Somatório das vazões do trecho 2

$$D = (0,10 \times Q)^{0,38} \quad Eq. 19$$

$$D = (0,10 \times 3,40 \times 10^{-3})^{0,38} \cong 0,048 \rightarrow 50 \text{ mm}$$

#### 4.1.8 Comprimento virtual

O comprimento virtual foi calculado somando-se todas as perdas de carga dos componentes em cada trecho do edifício, sendo o trecho AB do barrilete até o primeiro registro de gaveta de cima para baixo do edifício e assim sucessivamente até o andar térreo.

- AF 1
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta de 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta de 32 mm – 0,40
- 4 curvas 90° de 50 mm – 5,20
- 2 curvas 90° de 32 mm – 1,40
- 3 tês bilateral de 50 mm – 22,80
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- 1 redução 50x32 – 0,90
- Total – 38,80
- Trecho BC
- 1 redução 32x25 – 0,90
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 5,50
- Trecho CD

- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- Total – 4,0
  
- Trecho DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK, KL idem CD
- Trecho LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 joelho 90° de 25 mm – 1,50
- Total – 2,40
  
- AF 2
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta de 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta 50 mm – 0,40
- 4 curvas 90° de 50 mm – 5,20
- 1 curva 90° de 32 mm – 0,70
- 3 tês bilateral de 50 mm – 22,80
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- 1 redução 50x32 – 0,90
- Total – 38,10
  
- Trecho BC
- 1 redução 32x25 – 0,90
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 5,50
  
- Trecho CD
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- Total – 4,0

- Trecho DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK, KL idem CD
  
- Trecho LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 joelho 90° de 25 mm – 1,50
- Total – 2,40
  
- AF 3
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta 40 mm – 0,70
- 4 curvas 90° de 40 mm – 5,20
- 1 curva 90° de 40 mm – 1,20
- 2 tês bilateral de 50 mm – 15,20
- 1 tê bilateral de 40 mm – 7,30
- 1 redução 50x40 – 0,90
- Total – 34,10
  
- Trecho BC
- 1 tê unilateral de 40 mm – 2,20
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- 1 redução 40x32 – 0,90
- Total – 7,60
  
- Trecho CD
- 1 tê unilateral 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral 32 mm – 4,50
- Total – 6,0
  
- DE idem CD

- Trecho EF
- 1 redução 32x25 – 0,90
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 5,50
- Trecho FG, GH, HI, IJ, JK, KL
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 4,0
  
- Trecho LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 joelho 90° de 25 mm – 1,50
- Total – 2,40
  
- AF 4
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta de 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta de 40 mm – 0,70
- 4 curvas 90° de 50 mm – 5,20
- 1 curva 90° de 40 mm – 1,20
- 2 tê bilateral de 50 mm – 15,20
- 1 tê bilateral de 40 mm – 7,30
- 1 redução 50x40 – 0,90
- Total – 34,10
  
- Trecho BC
- 1 tê unilateral de 40 mm – 2,20
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- 1 redução 40x32 – 0,90
- Total – 7,60

- Trecho CD e DE
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- Total – 6,0
  
- Trecho EF
- 1 redução 32x25 – 0,90
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,50
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 5,50
  
- Trecho FG, GH, HI, IJ, JK, KL
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 4,0
  
- Trecho LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 joelho 90° de 25 mm – 1,50
- Total: 2,40
  
- AF 5
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta de 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta de 40 mm – 0,70
- 4 curvas 90° de 50 mm – 5,20
- 1 curva 90° de 40 mm – 1,20
- 3 tê bilateral de 50 mm – 22,80
- 1 tê bilateral de 40 mm – 7,30
- 1 redução 50x40 – 0,90
- Total – 41,70

- Trecho BC
- 1 tê unilateral de 40 mm – 2,20
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- 1 redução 40x25 – 0,90
- Total – 6,20
  
- Trecho CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK, KL
  
- Trecho LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 joelho 90° de 25 mm – 1,50
- Total – 2,40
  
- AF 6
- Trecho AB
- 1 entrada de borda de 50 mm – 2,80
- 1 registro de gaveta de 50 mm – 0,80
- 1 registro de gaveta de 32 mm – 0,4
- 4 curvas 90° de 50 mm – 5,20
- 2 curvas 90° de 32 mm – 1,4
- 3 tês bilateral de 50 mm – 22,80
- 1 tê bilateral de 32 mm – 4,50
- 1 redução 50x32 – 0,90
- Total – 38,80
  
- Trecho BC
- 1 tê unilateral de 32 mm – 1,5
- 1 tê bilateral de 50 mm – 3,10
- 1 redução 32x25 – 0,90
- Total – 5,50

- Trecho CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK, KL, LM
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 1 tê bilateral de 25 mm – 3,10
- Total – 4,0
  
- Trecho MN
- 1 redução 25x20 – 0,40
- 1 tê unilateral de 25 mm – 0,90
- 3 curvas 90° de 20 mm – 1,80
- 1 registro de gaveta ¾' – 0,20
- Total – 3,30
  
- Trecho NO
- 1 redução 20x15 – 0,40
- 3 curvas 90° de 15 mm – 1,20
- 1 registro de gaveta de 15 mm – 0,10
- Total – 1,70

#### 4.1.9 Cálculo da perda de carga unitária

Foi utilizada a fórmula de Hazem-Williams (Eq.20) para o cálculo da perda de carga em todos os trechos de tubulação do edifício. Nota-se que, quanto menor a vazão, menor também é a perda de carga no trecho.

$$J = \left( \frac{Q}{0,279 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \quad Eq. 20$$

- AF 1 e AF 2
- Para Q = 1,04 e D = 32 mm – 0,065 m/m
- Para Q = 1,03 e D = 25 mm – 0,211 m/m
- Para Q = 1,0 e D = 25 mm – 0,20 m/m
- Para Q = 0,95 e D = 25 mm – 0,182 m/m

- Para  $Q = 0,90$  e  $D = 25$  mm – 0,164 m/m
  - Para  $Q = 0,87$  e  $D = 25$  mm – 0,154 m/m
  - Para  $Q = 0,83$  e  $D = 25$  mm – 0,141 m/m
  - Para  $Q = 0,77$  e  $D = 25$  mm – 0,123 m/m
  - Para  $Q = 0,73$  e  $D = 25$  mm – 0,111 m/m
  - Para  $Q = 0,66$  e  $D = 25$  mm – 0,093 m/m
  - Para  $Q = 0,58$  e  $D = 25$  mm – 0,073 m/m
  - Para  $Q = 0,41$  e  $D = 25$  mm – 0,038 m/m
- 
- AF 3 e AF 4
  - Para  $Q = 1,30$  e  $D = 40$  mm – 0,033 m/m
  - Para  $Q = 1,26$  e  $D = 32$  mm – 0,09 m/m
  - Para  $Q = 1,22$  e  $D = 32$  mm – 0,09 m/m
  - Para  $Q = 1,19$  e  $D = 32$  mm – 0,08 m/m
  - Para  $Q = 1,14$  e  $D = 25$  mm – 0,25 m/m
  - Para  $Q = 1,09$  e  $D = 25$  mm – 0,23 m/m
  - Para  $Q = 1,03$  e  $D = 25$  mm – 0,21 m/m
  - Para  $Q = 0,98$  e  $D = 25$  mm – 0,19 m/m
  - Para  $Q = 0,91$  e  $D = 25$  mm – 0,17 m/m
  - Para  $Q = 0,83$  e  $D = 25$  mm – 0,14 m/m
  - Para  $Q = 0,74$  e  $D = 25$  mm – 0,11 m/m
  - Para  $Q = 0,58$  e  $D = 25$  mm – 0,07 m/m
- 
- AF 5
  - Para  $Q = 1,04$  e  $D = 40$  mm – 0,022 m/m
  - Para  $Q = 1,03$  e  $D = 25$  mm – 0,211 m/m
  - Para  $Q = 1,00$  e  $D = 25$  mm – 0,20 m/m
  - Para  $Q = 0,95$  e  $D = 25$  mm – 0,182 m/m
  - Para  $Q = 0,90$  e  $D = 25$  mm – 0,164 m/m
  - Para  $Q = 0,87$  e  $D = 25$  mm – 0,154 m/m
  - Para  $Q = 0,83$  e  $D = 25$  mm – 0,141 m/m
  - Para  $Q = 0,77$  e  $D = 25$  mm – 0,123 m/m

- Para  $Q = 0,73$  e  $D = 25$  mm – 0,111 m/m
- Para  $Q = 0,66$  e  $D = 25$  mm – 0,093 m/m
- Para  $Q = 0,58$  e  $D = 25$  mm – 0,073 m/m
- Para  $Q = 0,41$  e  $D = 25$  mm – 0,038 m/m
  
- AF 6
- Para  $Q = 1,08$  e  $D = 32$  mm – 0,07 m/m
- Para  $Q = 1,05$  e  $D = 25$  mm – 0,22 m/m
- Para  $Q = 1,02$  e  $D = 25$  mm – 0,21 m/m
- Para  $Q = 0,99$  e  $D = 25$  mm – 0,20 m/m
- Para  $Q = 0,95$  e  $D = 25$  mm – 0,18 m/m
- Para  $Q = 0,90$  e  $D = 25$  mm – 0,16 m/m
- Para  $Q = 0,85$  e  $D = 25$  mm – 0,15 m/m
- Para  $Q = 0,82$  e  $D = 25$  mm – 0,14 m/m
- Para  $Q = 0,76$  e  $D = 25$  mm – 0,12 m/m
- Para  $Q = 0,71$  e  $D = 25$  mm – 0,11 m/m
- Para  $Q = 0,64$  e  $D = 25$  mm – 0,09 m/m
- Para  $Q = 0,56$  e  $D = 25$  mm – 0,07 m/m
- Para  $Q = 0,38$  e  $D = 20$  mm – 0,1 m/m
- Para  $Q = 0,19$  e  $D = 20$  mm – 0,03 m/m

#### 4.1.10 Cálculo das colunas de água fria

As colunas de água fria foram dimensionadas individualmente e trecho por trecho (Tabela 12,13,14,15,16 e 17). Para este trabalho foi utilizada uma planilha e marcha de cálculo sugerida pela NBR 5626: 2020:

- d) Trecho: identificação do trecho de tubulação a ser dimensionado
- e) Soma dos pesos
- f) Vazão estimada, em litros por segundo:
- g) Diâmetro, em milímetros

- h) Velocidade, em metros por segundo
- i) Perda de carga unitária
- j) Diferença de cota (desce + ou sobe -), em metros
- k) Pressão disponível, em quilopascals
- l) Comprimento real da tubulação, em metros
- m) Comprimento equivalente da tubulação
- n) Perda de carga na tubulação, em quilopascals
- o) Perda de carga nos registros e outros componentes
- p) Perda de carga total, em quilopascals
- q) Pressão disponível residual, em quilopascals
- r) Pressão requerida no ponto de utilização

Tabela 12: Cálculo da coluna de AF 1

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultâneo	Vazão l/s	Diâmetro (mm)	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
1	AB	1,9	22,8	1,43	0,73	1,04	32	27,59	38,8	66,39	6,7	0,065	4,31	2,39
1	BC	1,9	20,9	1,37	0,75	1,03	25	3,15	5,5	8,65	5,54	0,211	1,83	3,71
1	CD	1,9	19	1,31	0,76	1	25	3,15	4	7,15	6,86	0,2	1,43	5,43
1	DE	1,9	17,1	1,24	0,77	0,95	25	3,15	4	7,15	8,58	0,182	1,3	7,28
1	EF	1,9	15,2	1,16	0,78	0,9	25	3,15	4	7,15	10,43	0,164	1,17	9,26
1	FG	1,9	13,3	1,1	0,79	0,87	25	3,15	4	7,15	12,41	0,154	1,1	11,31
1	GH	1,9	11,4	1,01	0,82	0,83	25	3,15	4	7,15	14,46	0,141	1	13,46
1	HI	1,9	9,5	0,92	0,84	0,77	25	3,15	4	7,15	16,61	0,123	0,88	15,73
1	IJ	1,9	7,6	0,83	0,88	0,73	25	3,15	4	7,15	18,88	0,111	0,79	18,09
1	JK	1,9	5,7	0,72	0,92	0,66	25	3,15	4	7,15	21,24	0,093	0,66	20,58
1	KL	1,9	3,8	0,58	1	0,58	25	3,15	4	7,15	23,73	0,073	0,52	23,21
1	LM	1,9	1,9	0,41	1	0,41	25	3,15	2,4	5,55	26,36	0,038	0,21	26,15

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 13: Cálculo da coluna de AF 2

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultâneo	Vazão l/s	Diâmetro	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
2	AB	1,9	22,8	1,43	0,73	1,04	32	25,78	38,1	63,88	6,7	0,065	4,15	2,55
2	BC	1,9	20,9	1,37	0,75	1,03	25	3,15	5,5	8,65	5,7	0,211	1,83	3,87
2	CD	1,9	19	1,31	0,76	1	25	3,15	4	7,15	7,02	0,2	1,43	5,59
2	DE	1,9	17,1	1,24	0,77	0,95	25	3,15	4	7,15	8,74	0,182	1,3	7,44
2	EF	1,9	15,2	1,16	0,78	0,9	25	3,15	4	7,15	10,59	0,164	1,17	9,42
2	FG	1,9	13,3	1,1	0,79	0,87	25	3,15	4	7,15	12,57	0,154	1,1	11,47
2	GH	1,9	11,4	1,01	0,82	0,83	25	3,15	4	7,15	14,62	0,141	1	13,62
2	HI	1,9	9,5	0,92	0,84	0,77	25	3,15	4	7,15	16,77	0,123	0,88	15,89
2	IJ	1,9	7,6	0,83	0,88	0,73	25	3,15	4	7,15	19,04	0,111	0,79	18,25
2	JK	1,9	5,7	0,72	0,92	0,66	25	3,15	4	7,15	21,4	0,093	0,66	20,74
2	KL	1,9	3,8	0,58	1	0,58	25	3,15	4	7,15	23,89	0,073	0,52	23,37
2	LM	1,9	1,9	0,41	1	0,41	25	3,15	2,4	5,55	26,52	0,038	0,21	26,31

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 14: Cálculo da coluna de AF 3

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultâneo	Vazão l/s	Diâmetro	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
3	AB	3,8	45,6	2,03	0,64	1,3	40	23,73	34,1	57,83	6,7	0,033	1,91	4,79
3	BC	3,8	41,8	1,94	0,65	1,26	32	3,15	7,6	10,75	7,94	0,09	0,97	6,97
3	CD	3,8	38	1,85	0,66	1,22	32	3,15	6	9,15	10,12	0,09	0,82	9,3
3	DE	3,8	34,2	1,75	0,68	1,19	32	3,15	6	9,15	12,45	0,08	0,73	11,72
3	EF	3,8	30,4	1,65	0,69	1,14	25	3,15	5,5	8,65	14,87	0,25	2,16	12,71
3	FG	3,8	26,6	1,55	0,7	1,09	25	3,15	4	7,15	15,86	0,23	1,64	14,22
3	GH	3,8	22,8	1,43	0,72	1,03	25	3,15	4	7,15	17,37	0,21	1,5	15,87
3	HI	3,8	19	1,31	0,75	0,98	25	3,15	4	7,15	19,02	0,19	1,36	17,66
3	IJ	3,8	15,2	1,17	0,78	0,91	25	3,15	4	7,15	20,81	0,17	1,22	19,59
3	JK	3,8	11,4	1,01	0,82	0,83	25	3,15	4	7,15	22,74	0,14	1	21,74
3	KL	3,8	7,6	0,83	0,89	0,74	25	3,15	4	7,15	24,89	0,11	0,79	24,1
3	LM	3,8	3,8	0,58	1	0,58	25	3,15	2,4	5,55	27,25	0,07	0,39	26,86

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 15: Cálculo da coluna de AF 4

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultân	Vazão l/s	Diâmetro	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
4	AB	3,8	45,6	2,03	0,64	1,3	40	18,86	34,1	52,96	6,7	0,33	1,75	4,95
4	BC	3,8	41,8	1,94	0,65	1,26	32	3,15	7,6	10,75	8,1	0,09	0,97	7,13
4	CD	3,8	38	1,85	0,66	1,22	32	3,15	6	9,15	10,28	0,09	0,82	9,46
4	DE	3,8	34,2	1,75	0,68	1,19	32	3,15	6	9,15	12,61	0,08	0,73	11,88
4	EF	3,8	30,4	1,65	0,69	1,14	25	3,15	5,5	8,65	15,03	0,25	2,16	12,87
4	FG	3,8	26,6	1,55	0,7	1,09	25	3,15	4	7,15	16,02	0,23	1,64	14,83
4	GH	3,8	22,8	1,43	0,72	1,03	25	3,15	4	7,15	17,53	0,21	1,5	16,03
4	HI	3,8	19	1,31	0,75	0,98	25	3,15	4	7,15	19,18	0,19	1,36	17,82
4	IJ	3,8	15,2	1,17	0,78	0,91	25	3,15	4	7,15	20,97	0,17	1,22	19,75
4	JK	3,8	11,4	1,01	0,82	0,83	25	3,15	4	7,15	22,9	0,14	1	21,9
4	KL	3,8	7,6	0,83	0,89	0,74	25	3,15	4	7,15	25,05	0,11	0,79	24,26
4	LM	3,8	3,8	0,58	1	0,58	25	3,15	2,4	5,55	27,41	0,07	0,39	27,02

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 16: Cálculo da coluna de AF 5

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultân	Vazão l/s	Diâmetro	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
5	AB	1,9	22,8	1,43	0,73	1,04	40	20,76	41,7	62,46	6,7	0,022	1,37	5,33
5	BC	1,9	20,9	1,37	0,75	1,03	25	3,15	6,2	9,35	8,48	0,21	1,96	6,52
5	CD	1,9	19	1,31	0,76	1	25	3,15	4	7,15	9,67	0,2	1,43	8,24
5	DE	1,9	17,1	1,24	0,77	0,95	25	3,15	4	7,15	11,39	0,18	1,29	10,1
5	EF	1,9	15,2	1,16	0,78	0,9	25	3,15	4	7,15	13,25	0,16	1,14	12,11
5	FG	1,9	13,3	1,1	0,79	0,87	25	3,15	4	7,15	15,26	0,15	1,07	14,19
5	GH	1,9	11,4	1,01	0,82	0,83	25	3,15	4	7,15	17,34	0,14	1	16,34
5	HI	1,9	9,5	0,92	0,84	0,77	25	3,15	4	7,15	19,49	0,12	0,86	18,63
5	IJ	1,9	7,6	0,83	0,88	0,73	25	3,15	4	7,15	21,78	0,11	0,79	21
5	JK	1,9	5,7	0,72	0,92	0,66	25	3,15	4	7,15	24,15	0,09	0,64	23,5
5	KL	1,9	3,8	0,58	1	0,58	25	3,15	4	7,15	26,65	0,07	0,5	26,15
5	LM	1,9	1,9	0,41	1	0,41	25	3,15	4	7,15	29,3	0,04	0,29	29,01

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 17: Cálculo da coluna de AF 6

Coluna	Trecho	Pesos		Vazão l/s	Fator Simultân	Vazão l/s	Diâmetro	Comprimentos (m)			Pressão Estática	Perda de carga		Pressão Dinâmica
		Unit.	Acum.					Real	Virtual	Total		Unit.	Total (m)	
6	AB	1,9	24,4	1,48	0,73	1,08	32	22,57	38,8	61,37	6,7	0,07	4,29	2,41
6	BC	1,9	22,5	1,42	0,74	1,05	25	3,15	5,5	8,65	5,56	0,22	1,9	3,66
6	CD	1,9	20,6	1,36	0,75	1,02	25	3,15	4	7,15	6,81	0,21	1,5	5,31
6	DE	1,9	18,7	1,3	0,76	0,99	25	3,15	4	7,15	8,46	0,2	1,43	7,03
6	EF	1,9	16,8	1,23	0,77	0,95	25	3,15	4	7,15	10,18	0,18	1,29	8,89
6	FG	1,9	14,9	1,16	0,78	0,9	25	3,15	4	7,15	12,04	0,16	1,14	10,9
6	GH	1,9	13	1,08	0,79	0,85	25	3,15	4	7,15	14,05	0,15	1,07	12,98
6	HI	1,9	11,1	1	0,82	0,82	25	3,15	4	7,15	16,13	0,14	1	15,13
6	IJ	1,9	9,2	0,9	0,84	0,76	25	3,15	4	7,15	18,28	0,12	0,86	17,42
6	JK	1,9	7,3	0,81	0,88	0,71	25	3,15	4	7,15	20,57	0,11	0,79	19,78
6	KL	1,9	5,4	0,7	0,92	0,64	25	3,15	4	7,15	22,93	0,09	0,64	22,29
6	LM	1,9	3,5	0,56	1	0,56	25	3,15	4	7,15	25,44	0,07	0,5	24,94
6	MN	1,9	1,6	0,38	1	0,38	20	14,66	3,3	17,96	28,09	0,1	1,8	31,24
6	NO	1,9	0,4	0,19	1	0,19	20	3,95	1,7	5,65	34,39	0,03	0,17	34,22

Fonte: Do Autor (2021)

## 4.2 Cálculo da capacidade de aquecimento dos aquecedores a gás- Água quente

Para a escolha do aquecedor ideal, foi necessário calcular a capacidade de aquecimento (Eq.24) através do consumo diário de cada apartamento (Eq. 21).

$$CD = p \times c \quad Eq. 21$$

$$CD = 4 \times 50 \rightarrow 200 \text{ l}$$

Onde:

- CD – Consumo diário em litros
- p – Quantidade de pessoas

- c – consumo de água quente

$$\Delta t = T2 - T1 \quad Eq. 22$$

$$\Delta t = 50 - 25 \rightarrow 25^\circ C$$

Onde:

- $\Delta t$  – Variação de temperatura
- T2 – Temperatura da água quente
- T1 – Temperatura da água fria

$$Qp = \frac{CD}{h} \quad Eq. 23$$

$$Qp = \frac{200}{7} \cong 30 \text{ l/h}$$

Onde:

- CD – Consumo diário
- Qp – Quantidade de água em litros/ hora
- h – horas de aquecimento

$$C = Qp \times 1 (\Delta t) \quad Eq. 24$$

$$C = 30 \times 25 \rightarrow 750 \text{ kcal/h}$$

Onde:

- C – Capacidade de aquecimento
- Qp – Quantidade de água em litros/ hora
- $\Delta t$  – Variação de temperatura

#### 4.2.1 Cálculo dos ramais e sub-ramais de esgoto- Água quente

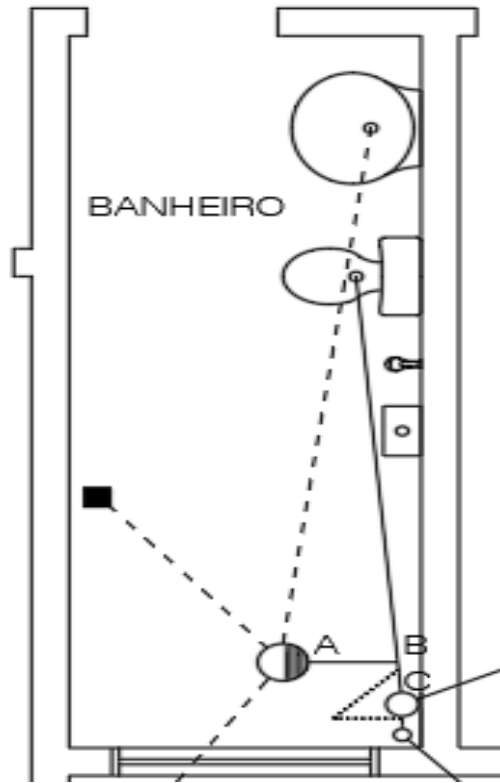
Para o cálculo dos ramais e sub-ramais, foi usada a Tabela 18. Foram somadas as unidades Hunter de contribuição (UHC) trecho por trecho e utilizados os valores mínimos propostos pela NBR 8160: 1999. As figuras 14, 15 e 16 demonstram os trechos considerados para os dimensionamentos.

Tabela 18: UHC e diâmetros

Aparelho sanitário		UHC	DN
Bacia sanitária		6	100
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	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
Máquina de lavar roupas		3	50

Fonte: ABNT- NBR 8160: 1999 - Adaptado

Figura 14: Projeto de esgoto sanitário - banheiro



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 19: Cálculo de ramais de descarga do banheiro

Peça de utilização	UHC	Diâmetro (mm)
Vaso sanitário	6	100
Lavatório	1	40
Chuveiro	2	40

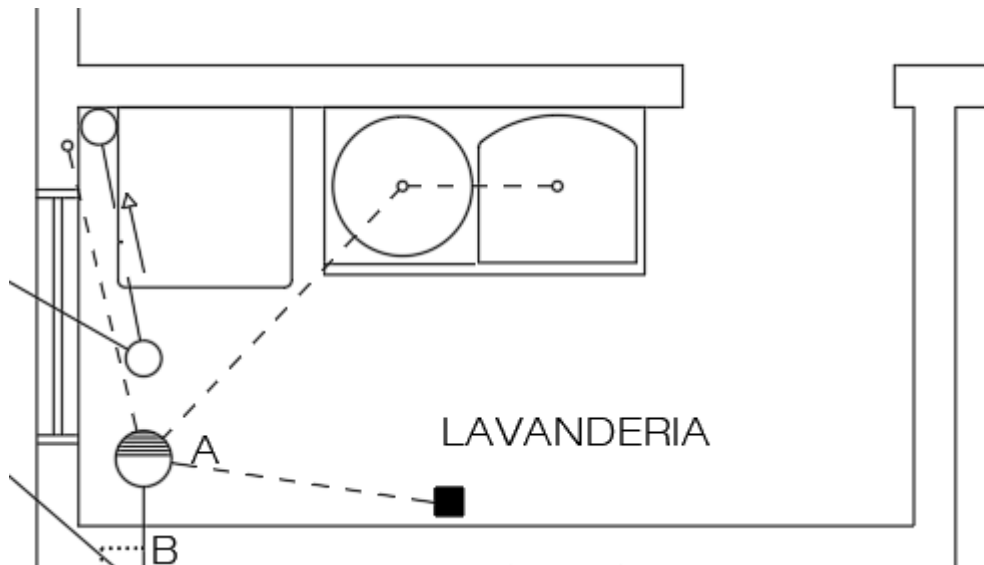
Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 20: Cálculo de ramais de esgoto do banheiro

Trechos	Soma UHC	Diâmetro (mm)
AB	3	50
BC	9	100

Fonte: Do Autor (2021)

Figura 15: Projeto de esgoto sanitário - lavanderia



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 21: Cálculo de ramais de descarga da lavanderia

Peça de utilização	UHC	Diâmetro (mm)
Maq. De lavar	3	40
Tanque	3	40

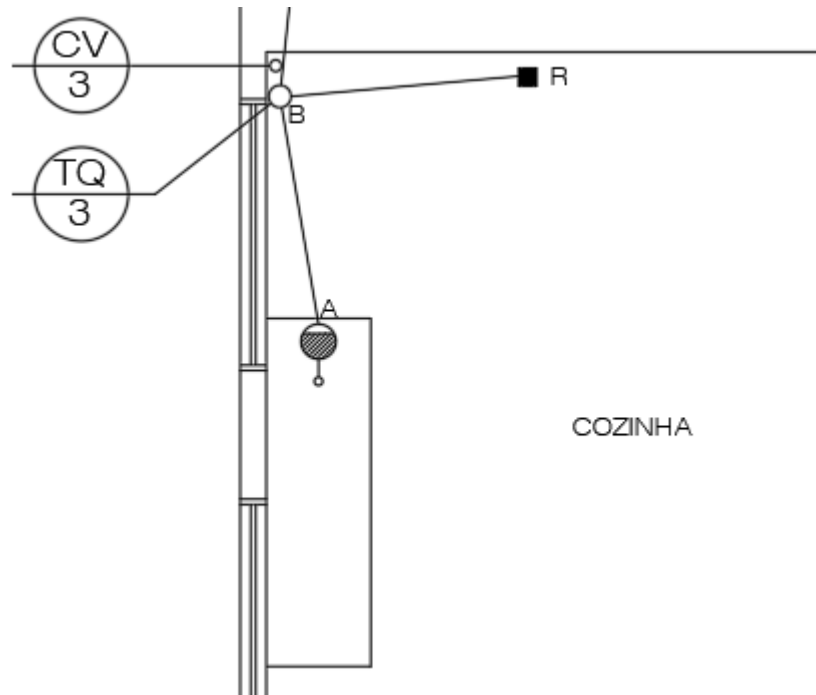
Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 22: Cálculo de ramal de esgoto da lavanderia

Trechos	Soma UHC	Diâmetro (mm)
AB	6	50

Fonte: Do Autor (2021)

Figura 16: Projeto de esgoto sanitário - cozinha



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 23: Cálculo de ramal de descarga da cozinha

Peça de utilização	UHC	Diâmetro (mm)
Pia	3	50

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 24: Cálculo de ramal de esgoto da cozinha

Trechos	Soma UHC	Diâmetro (mm)
AB	3	50

Fonte: Do Autor (2021)

#### 4.2.2 Cálculo dos tubos de queda, subcoletores e colunas de ventilação

Os tubos de queda e colunas de ventilação foram dimensionados utilizando o somatório das Unidade Hunter de Contribuição (UHC) através das Tabela 26 e Tabela 25 respectivamente. Por questões de construtibilidade, algumas bitolas de colunas de ventilação foram repetidas. As tabelas 28, 29, 30, 31 e 32 representam os cálculos para o dimensionamento dos tubos de queda e colunas de ventilação. Os subcoletores com diâmetro de 150 mm foram dimensionados através da Tabela 27 somando-se os valores de UHC dos tubos de queda e escolhendo o diâmetro ideal com declividade de 4%:

- TQ 1 + TQ 2      UHC = 312
- TQ 1 + TQ 2 + TQ 3      UHC = 384
- TQ 1 + TQ 2 + TQ 3 + TQ 4      UHC = 564
- TQ 1 + TQ 2 + TQ 3 + TQ 4 + TQ 5      UHC = 696

Tabela 25: Diâmetro nominal do tubo de ventilação

DN	UHC	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	1100			8	31	238			
150	2000			7	26	201			
150	2900			6	23	183			
200	1800				10	73	286		
200	3400				7	57	219		
200	5600				6	49	186		
200	7600				5	43	171		
250	4000					24	94	293	
250	7200					18	73	225	
250	11000					16	60	192	
250	15000					14	55	174	
300	7300					9	37	116	287
300	13000					7	29	90	219
300	20000					6	24	76	186
300	26000					5	22	70	152

Fonte: ABNT- NBR 8160: 1999 - Adaptado

Tabela 26: Dimensionamento de tubos de queda

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

Fonte: NBR 8160: 1999 - Adaptado

Tabela 27: Dimensionamento de coletores e subcoletores

Dimensionamento de Coletores Prediais e Subcoletores				
Diâmetro Nominal do Tubo — DN	Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição			
	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: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

Tabela 28: Dimensionamento do TQ 1 e CV 1

Pavimento	Tubo de queda 1			Coluna de ventilação 1		
	N. UHC	UHC Ac.	Diâmetro (mm)	UHC Ac.	Distância (m)	Diâmetro
cobertura	0	0	100	132	0,3	75
12	11	11	100	132	3,45	75
11	11	22	100	121	6,6	75
10	11	33	100	110	9,75	75
9	11	44	100	99	12,9	75
8	11	55	100	88	16,05	75
7	11	66	100	77	19,2	75
6	11	77	100	66	22,35	75
5	11	88	100	55	25,5	75
4	11	99	100	44	28,65	75
3	11	110	100	33	31,8	75
2	11	121	100	22	34,95	75
1	11	132	100	11	38,1	75
térreo	0	132	100			
subsolo						

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 29: Dimensionamento do TQ 2 e CV 2

Tubo de queda 2				Coluna de ventilação 2		
Pavimento	N. UHC	UHC Ac.	Diâmetro (mm)	UHC Ac.	Distância (m)	Diâmetro
cobertura	0	0	100	180	0,3	75
12	15	15	100	180	3,45	75
11	15	30	100	165	6,6	75
10	15	45	100	150	9,75	75
9	15	60	100	135	12,9	75
8	15	75	100	120	16,05	75
7	15	90	100	105	19,2	75
6	15	105	100	90	22,35	75
5	15	120	100	75	25,5	75
4	15	135	100	60	28,65	75
3	15	150	100	45	31,8	75
2	15	165	100	30	34,95	75
1	15	180	100	15	38,1	75
térreo	0	180				
subsolo						

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 30: Dimensionamento do TQ 3 e CV 3

Tubo de queda 3				Coluna de ventilação 3		
Pavimento	N. UHC	UHC Ac.	Diâmetro (mm)	UHC Ac.	Distância (m)	Diâmetro
cobertura	0	0	50	72	0,3	60
12	6	6	50	72	3,45	60
11	6	12	50	66	6,6	50
10	6	18	50	60	9,75	50
9	6	24	50	54	12,9	50
8	6	30	50	48	16,05	50
7	6	36	50	42	19,2	50
6	6	42	50	36	22,35	50
5	6	48	50	30	25,5	50
4	6	54	75	24	28,65	50
3	6	60	75	18	31,8	50
2	6	66	75	12	34,95	60
1	6	72	75	6	38,1	60
térreo	0	72	75			
subsolo						

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 31: Dimensionamento do TQ 4 e CV 4

Tubo de queda 4				Coluna de ventilação 4		
Pavimento	N. UHC	UHC Ac.	Diâmetro (mm)	UHC Ac.	Distância (m)	Diâmetro
cobertura	0	0	100	180	0,3	75
12	15	15	100	180	3,45	75
11	15	30	100	165	6,6	75
10	15	45	100	150	9,75	75
9	15	60	100	135	12,9	75
8	15	75	100	120	16,05	75
7	15	90	100	105	19,2	75
6	15	105	100	90	22,35	75
5	15	120	100	75	25,5	75
4	15	135	100	60	28,65	75
3	15	150	100	45	31,8	75
2	15	165	100	30	34,95	75
1	15	180	100	15	38,1	75
térreo	0	180	100			
subsolo						

Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 32: Dimensionamento do TQ 5 e CV 5

Tubo de queda 5				Coluna de ventilação 5		
Pavimento	N. UHC	UHC Ac.	Diâmetro (mm)	UHC Ac.	Distância (m)	Diâmetro
cobertura	0	0	100	234	0,3	75
12	11	11	100	216	3,45	75
11	11	22	100	198	6,6	75
10	11	33	100	180	9,75	75
9	11	44	100	162	12,9	75
8	11	55	100	144	16,05	75
7	11	66	100	126	19,2	75
6	11	77	100	108	22,35	75
5	11	88	100	90	25,5	75
4	11	99	100	72	28,65	75
3	11	110	100	54	31,8	75
2	11	121	100	36	34,95	75
1	11	132	100	18	38,1	75
térreo	0	132	100			
subsolo						

Fonte: Do Autor (2021)

### **4.3 Dimensionamento das calhas- Águas pluviais**

Para o dimensionamento das calhas, foi calculada a área do telhado embutido (Eq. 25) e a vazão (Eq.26). A intensidade pluviométrica foi extraída da

Tabela 34 utilizando-se um período de retorno de 25 anos.

$$A = a \times b + \frac{c \times b}{2} \quad Eq. 25$$

$$A = 11,30 \times 13,20 + \frac{1,0 \times 13,20}{2} \rightarrow 159,72 \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{i \times A}{60} \quad Eq. 26$$

$$Q = \frac{265 \times 159,72}{60} \rightarrow \frac{705,43}{2} = 352,72 \text{ l/min}$$

Onde:

- A – Área em m<sup>2</sup>
- a – comprimento
- b – largura
- c – altura
  
- Largura da calha – 30 centímetros
- Altura da calha – 20 centímetros

Para maior segurança e para se evitar transbordamentos, foi adotada a calha de concreto liso de 30x20 cm (Tabela 33), maior do que a recomendada.

Tabela 33-: Vazões e dimensões de calha de concreto liso

Vazões em l/min em calhas retangulares de concreto liso, lâmina d'água e meia altura				
Dimensão (m)		Declividade		
a	b	0,5%	1%	2%
0,20	0,10	366	518	732
0,30	0,20	1.626	2.299	3.251
0,40	0,30	4.124	5.832	8.248
0,50	0,40	8.171	11.656	16.343
0,60	0,50	14.050	19.870	28.100
0,70	0,60	22.022	31.144	44.044
0,80	0,70	32.334	45.727	64.668
0,90	0,80	45.220	63.950	90.439
1,00	0,90	60.903	86.130	121.806

Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitárias (2006)

Tabela 34: Intensidade pluviométrica em mm/h

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
Alegrete/RS	174	238	313
Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
Alto Tapajós/PA	168	229	267
Alto Teresópolis/RJ	114	137	-
Aracaju/SE	116	122	126
Avaré/SP	115	144	170
Bagé/RS	126	204	234
Barbacena/MG	156	222	265
Barra do Corda/MA	120	128	152
Bauru/SP	110	120	148
Belém/PA	138	157	185
Belo Horizonte/MG	132	227	230
Blumenau/SC	120	125	152
Bonsucesso/MG	143	196	-
Cabo Frio/RJ	113	146	218
Campos/RJ	132	206	240
Campos do Jordão/SP	122	144	164
Catalão/GO	132	174	198
Caxambu/MG	106	137	-
Caxias do Sul/RS	120	127	218
Corumbá/MT	120	131	161
Cruz Alta/RS	204	246	347
Cuiabá/MT	144	190	230
Curitiba/PR	132	204	228
Encruzilhada/RS	106	126	158
Fernando de Noronha/FN	110	120	140
Florianópolis/SC	114	120	144
Formosa/GO	136	176	217
Fortaleza/CE	120	156	180
Goiânia/GO	120	178	192
Guaramiranga/CE	114	126	152
Iraí/RS	120	198	228
Jacarezinho/PR	115	122	146
João Pessoa/PB	115	140	163
Juaretê/AM	192	240	288
Km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174
Lins/SP	96	122	137
Maceió/AL	102	122	174
Manaus/AM	138	180	198
Natal/RN	113	120	143
Nazaré/PE	118	134	155
Niterói/RJ	130	183	250
Nova Friburgo/RJ	120	124	156
Olinda/PE	115	167	173
Ouro Preto/MG	120	211	-
Paracatu/MG	122	233	-
Paranaguá/PR	127	186	191
Paratins/AM	130	200	205
Passa Quatro/MG	118	180	192
Passa Fundo/RS	110	125	180
Petrópolis/RJ	120	126	156
Pinheiral/RJ	142	214	244
Piracicaba/SP	119	122	151
Ponta Grossa/PR	120	126	148

Continuação Tabela 34

Porto Alegre/RS	118	146	167
Porto Velho/RO	130	167	184
Quixeramobim/CE	115	121	126
Resende/RJ	130	203	264
Rio Branco/AC	126	139	-
Rio de Janeiro/RJ Bangu	122	156	174
Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160
Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152
Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204
Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167
Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172
Rio Grande/RS	121	204	222
Salvador/BA	108	122	145
Santa Maria/RS	114	122	145
Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152
Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152
Santos/SP	136	198	240
Santos-Itapema/SP	120	174	204
São Carlos/SP	120	178	161
São Francisco do Sul/SC	118	132	167
São Gonçalo/PB	120	124	152
São Luiz/MA	120	126	152
São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253
São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191
São Simão/SP	116	148	175
Sena Madureira/AC	120	160	170
Sete Lagoas/MG	122	182	281
Soure/PA	149	162	212
Taperinha/PA	149	202	241
Taubaté/SP	122	172	208
Teófilo Otoni/MG	108	121	154
Teresinha/PI	154	240	262
Teresópolis/RJ	115	149	176
Tupi/SP	122	154	-
Turiçu/MG	126	162	230
Uaupés/AM	144	204	230
Ubatuba/SP	122	149	184
Uruguaiana/RS	120	142	161
Vassouras/RJ	125	179	222
Viamão/RS	114	126	152
Vitória/ES	102	156	210
Volta Redonda/RJ	156	216	265

Fonte: ABNT- NBR 10844: 1989 - Adaptado

### 4.3.1 Dimensionamento dos condutores verticais

Para o dimensionamento dos condutores verticais foi considerada a vazão da calha (Tabela 33), do telhado e a altura da calha para se encontrar a altura da lâmina d'água (Eq.27). Através da altura da lâmina d'água foi utilizado o ábaco (Figura 17) extraído da NBR 10844. Não foi possível entrar no ábaco com os valores existentes, logo adotou-se o valor mínimo recomendado pela norma (70 mm).

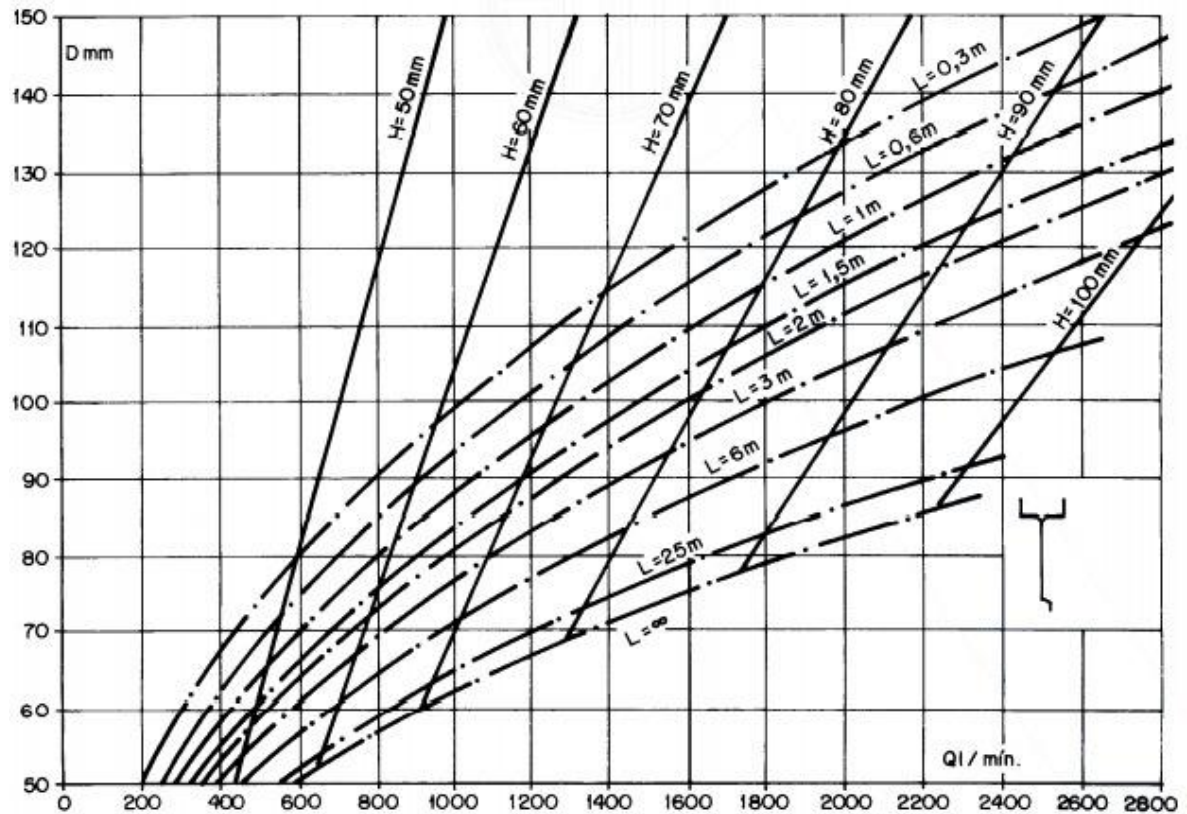
$$H = \frac{Q \times \frac{b}{2}}{Q_c} \quad \text{Eq.27}$$

$$H = \frac{352,72 \times \frac{200}{2}}{1626} \cong 21,70 \text{ mm}$$

Onde:

- H – Altura da lâmina d'água em mm
- Q – Vazão do telhado em l/min
- b – Altura da calha em mm
- Q<sub>c</sub> – Vazão da calha em mm

Figura 17: Ábaco para cálculo de condutores verticais

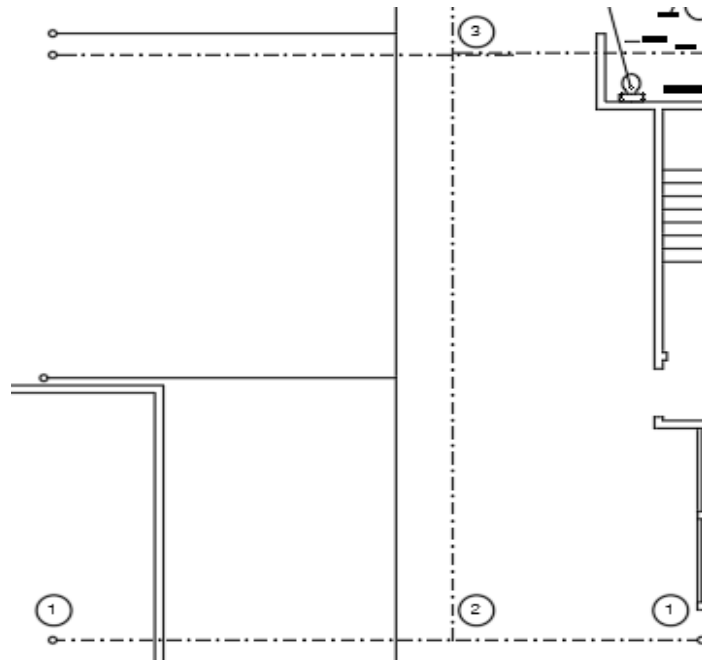


#### 4.3.2 Dimensionamento dos condutores horizontais

O dimensionamento das tubulações verticais foi feito entrando com os valores das vazões nos trechos (Tabela 35), e a declividade considerada foi de 2%.

- Vazão no trecho 1 e 2 – 352,72 l/min
- Vazão no trecho 2 e 3 – 705,44 l/min

Figura 18: Trechos de condutores horizontais



Fonte: Do Autor (2021)

Tabela 35: Capacidade de condutores horizontais

Diâmetro interno (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: ABNT- NBR 10844: 1989 - Adaptado

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho se trata de um estudo sobre o projeto hidráulico-sanitário de um edifício onde foi possível dimensionar quatro sistemas diferentes e alcançar bons resultados diante dos objetivos definidos anteriormente.

É possível notar que o projeto é econômico, visto que foi possível dimensionar colunas de águas frias, ramais, sub-ramais, barrilete, sucção e recalque com diâmetros que variam de 20 a 50 mm, reservatório inferior com 23,04 m<sup>3</sup>, reservatório superior com 24,36 m<sup>3</sup>; para as tubulações de esgoto e águas pluviais os diâmetros variam de 40 a 150 mm. O aspecto construtivo também foi muito considerado, visto que, todas as tubulações e dispositivos de inspeção foram colocados nos lugares mais viáveis possíveis.

O projeto alerta ao construtor para possíveis manutenções já que foram dispostos cortes verticais e perspectivas dos sistemas de distribuição do edifício, logo, em um eventual vazamento, o responsável pela manutenção poderia identificar os pontos críticos do projeto ou até mesmo localizar os pontos exatos das tubulações e demais dispositivos.

Após ser feito um estudo do projeto arquitetônico, foi possível dimensionar todos os sistemas presentes no projeto hidráulico-sanitário com diâmetros ideais e de acordo com as especificações das normas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Sistemas Prediais de Água Fria e Quente – Projeto, execução, operação e manutenção**. 55p. Rio de Janeiro. 2020.

\_\_\_\_. NBR 5626: **Instalação Predial de água fria**. 41p. Rio de Janeiro. 1998.

\_\_\_\_. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. 74p. Rio de Janeiro. 1999.

\_\_\_\_. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais**. 13p. Rio de Janeiro. 1989.

\_\_\_\_. NBR 15575: **Edificações habitacionais- Desempenho- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários**. 32p. Rio de Janeiro. 2013.

CREDER, HÉLIO, **Instalações Hidráulicas e sanitárias**. 6ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2006.

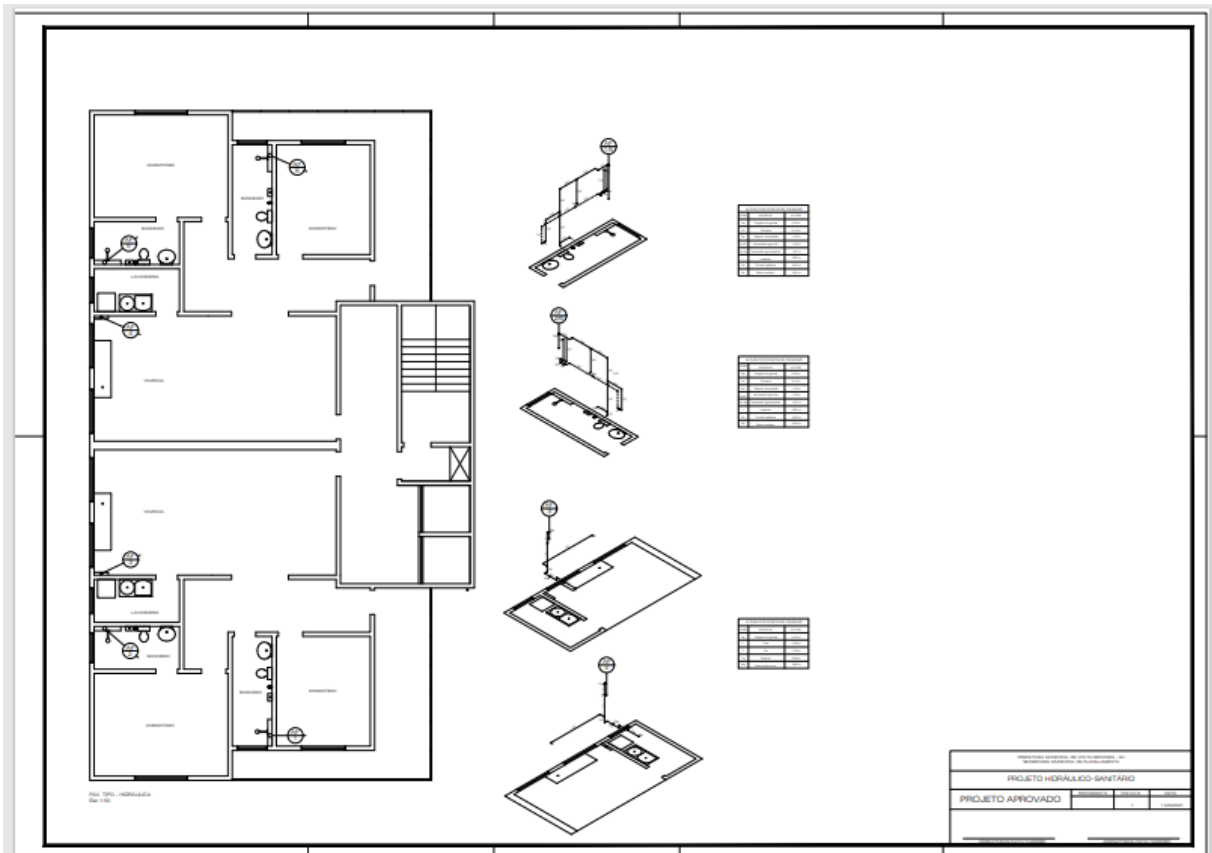
MACINTYRE, ARCHIBALD, **Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 2ª edição. Rio de Janeiro, LTC, 2021.

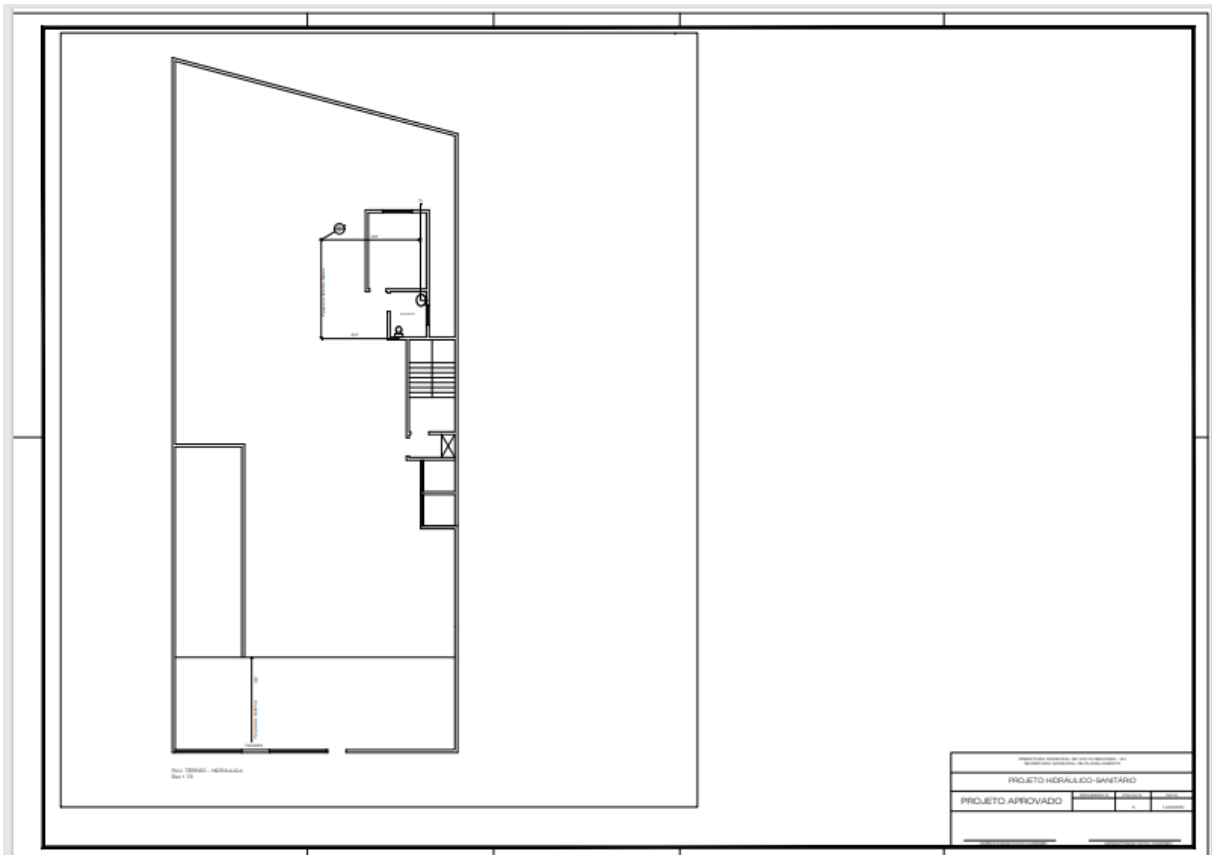
S.A, TIGRE, **Manual Técnico Tigre**. 5ª edição. Joinville, 2013.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto nº 42, de 17 de dezembro de 2018. Dispondo sobre o código de segurança contra incêndio e pânico. Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.cbmerj.rj.gov.br/pdfs/from\\_dgst/DECRETO\\_42-2018 - COSCIP - 26.12.18.pdf](http://www.cbmerj.rj.gov.br/pdfs/from_dgst/DECRETO_42-2018_-_COSCIP_-_26.12.18.pdf) >. Acessado em: 21/05/2021.

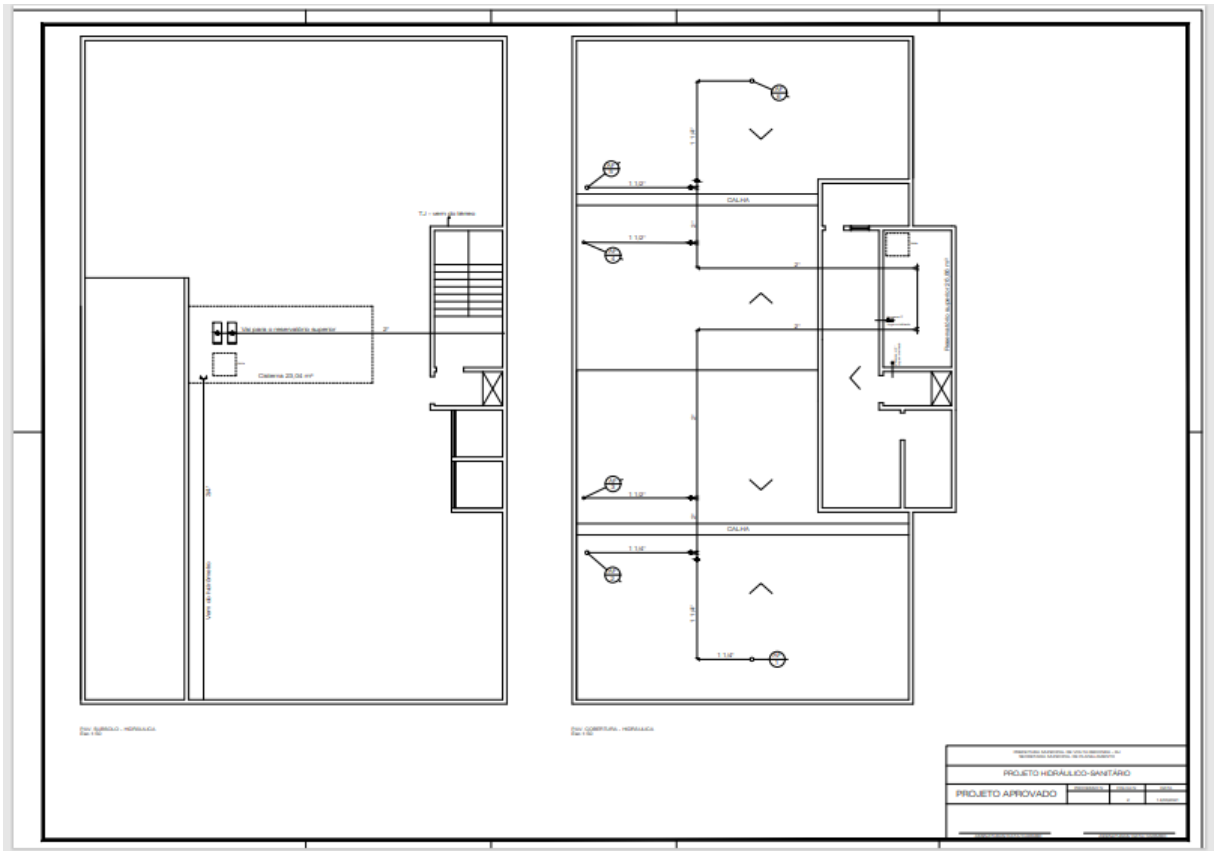
Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. 2ª edição. 133p. Rio de Janeiro, 2005.

## APENDICE A- Planta pavimento tipo - Hidráulica

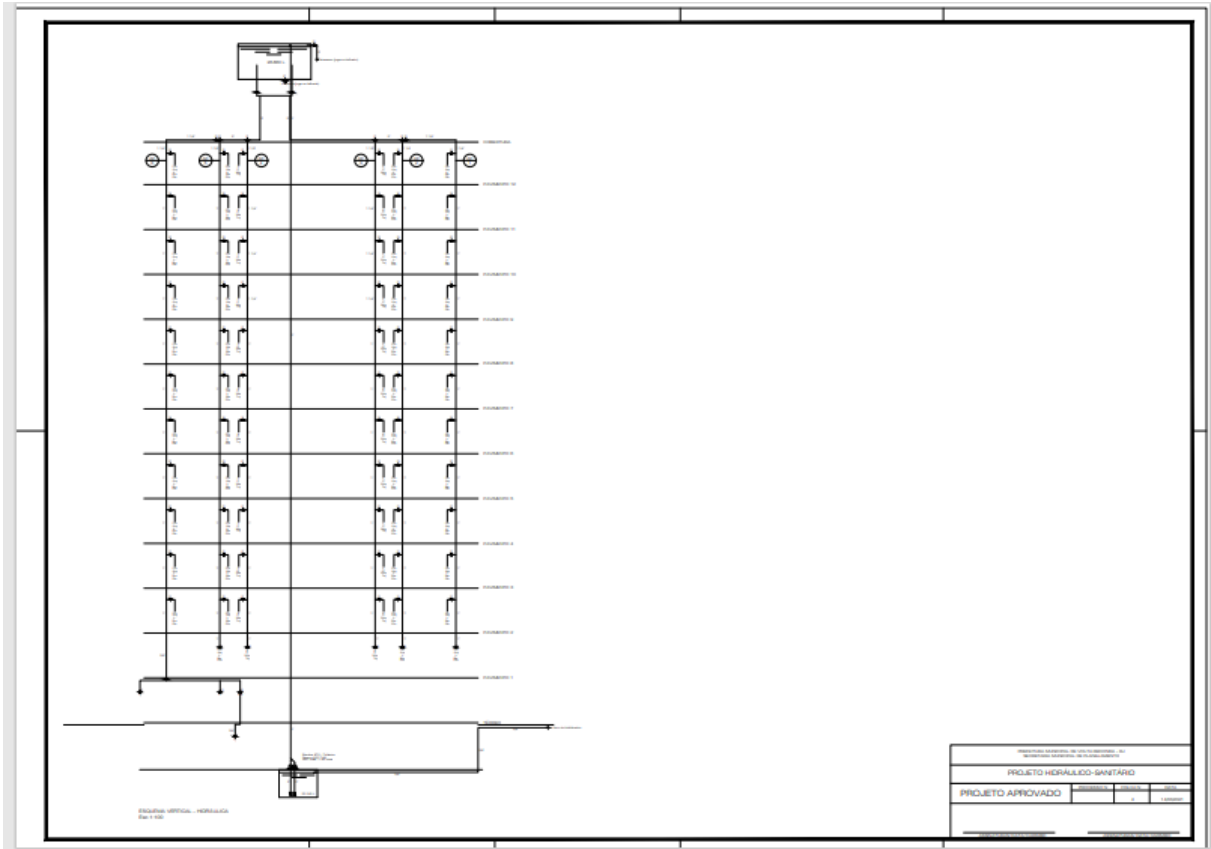


**APENDICE B- Planta pavimento térreo - Hidráulica**

**APENDICE C- Planta subsolo e cobertura - Hidráulica**

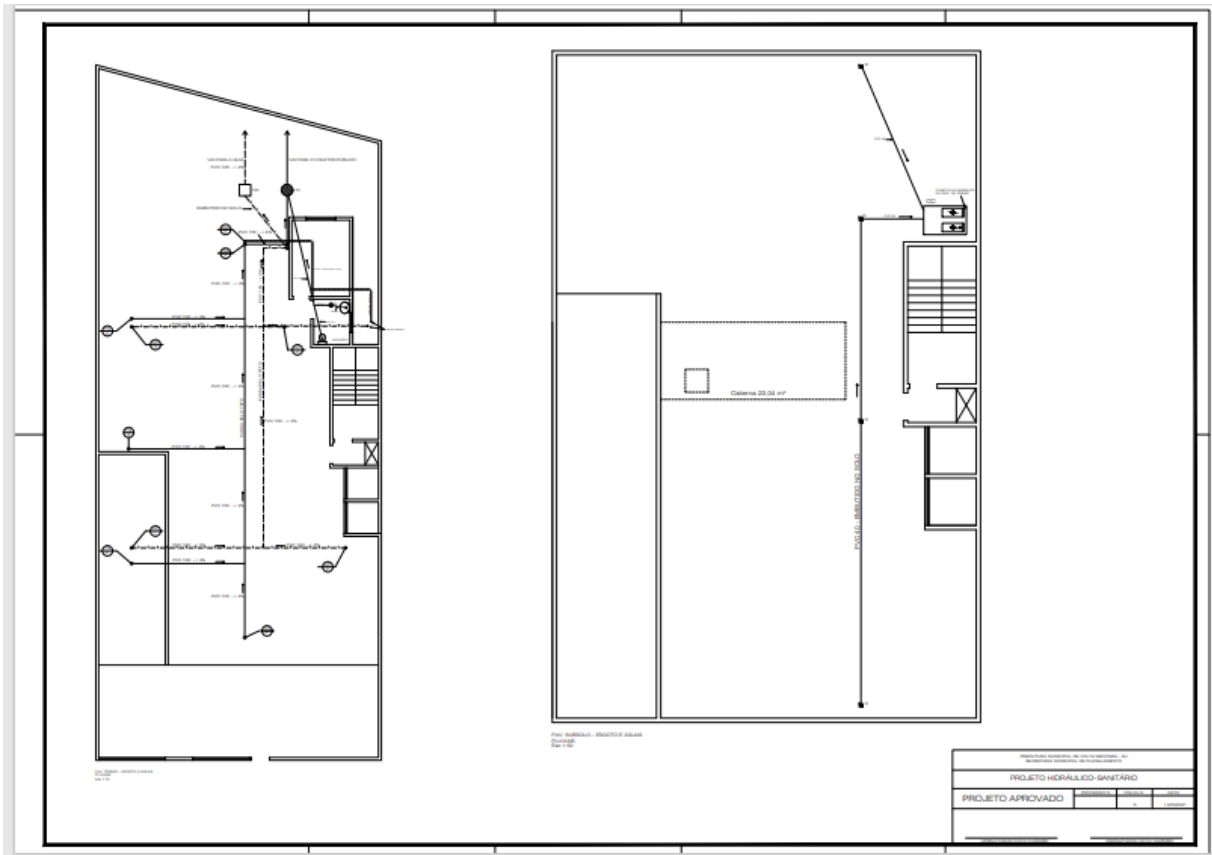


### APENDICE D- Esquema vertical - Hidráulica





## APENDICE F- Planta subsolo e térreo – Esgoto e águas pluviais



### APENDICE G- Esquema vertical - Esgoto e águas pluviais

