

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIREÇÃO DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ERICA BARRETO MATOS

**ESTUDO DE CASO DE PROJETOS E DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS, HIDROSANITÁRIAS E PLUVIAIS EM UMA UNIDADE RESIDENCIAL**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2022

ERICA BARRETO MATOS

**ESTUDO DE CASO DE PROJETOS E DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS, HIDROSANITÁRIAS E PLUVIAIS EM UMA UNIDADE RESIDENCIAL**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. M.Sc. Euler Wagner Freitas
Santos

ARACAJU

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Matos, Erica Barreto.

M425e Estudo de caso de projetos e de execução de instalações elétricas,
hidrossanitárias e pluviais em uma unidade residencial. / Erica Barreto
Matos. – Aracaju, 2022.

123 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Euler Wagner Freitas Santos. Monografia
(Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de
Sergipe, 2022.

1. Projeto elétrico. 2. Projeto hidrossanitário. 3. Água pluvial. 4.
Unidade residencial. I. Santos, Euler Wagner Freitas. II. Título.

CDU 69:624

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

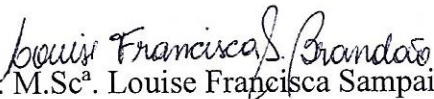
Título da Monografia Nº 226

**ESTUDO DE CASO DE EXECUÇÃO E PROJETOS DE INSTALAÇÕES EM UMA
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

ÉRICA BARRETO MATOS

Esta monografia foi apresentada às 8 h 30 do dia 20 de JULHO de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

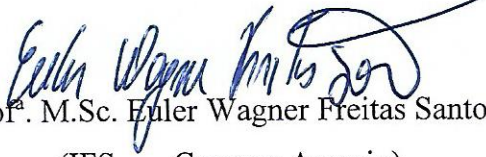
Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof.^a M.Sc.^a Louise Francisca Sampaio
Brandão

(IFS – Campus Aracaju)


Prof. M.Sc. Luiz Alberto Cardoso dos
Santos

(IFS – Campus Aracaju)


Prof.^a M.Sc. Euler Wagner Freitas Santos
(IFS – Campus Aracaju)

Orientador


Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)

Coordenador da COEC

Dedico este trabalho a Deus, ao meu anjo da guarda
e a minha deusa, por todo o amor e apoio.

AGRADECIMENTOS

Começo esse texto informando que, as palavras aqui descritas, não representam 1% da profunda gratidão que sinto por todos os seres que estiveram comigo durante essa jornada emocionante e inesquecível.

Agradeço a Deus, esse ser de puro amor que me deu o dom da vida, e, que colocou tantas pessoas maravilhosas em minha vida, sem o senhor, pai amado, eu nada seria. Gratidão ao meu anjo, por me amar, cuidar e acreditar em mim, mesmo quando nem eu mesma acreditava. Preciso agradecer também aos espíritos de luz que me iluminaram durante todo esse curso.

Gratidão a minha deusa, o amor da minha vida, a minha mãe, essa mulher tão guerreira e forte que me deu todo o suporte e amor que me ajudaram a chegar até aqui, minha mãe, essa conquista é mais sua que minha, pois sem ti, esse trabalho não existiria. Agradeço a minha vó, essa rainha que me inspirou a lutar mesmo quando eu não tinha mais forças. Nos momentos de maior fragilidade e vontade de desistir, sua voz dizendo que seu sonho era ver suas netas formadas ecoava em minha mente, dando-me a garra necessária para continuar.

Obrigada a toda a minha família por estarem comigo durante todo esse caminho, me escutando, me incentivando e me acalutando. O amor e gratidão que eu sinto por essas pessoas não tem limites. Em especial quero agradecer ao meu Padrinho, que foi e é um dos meus pais, a minhas primas Maiza, Milla, Bruna e Renata, que são a minha fortaleza e irmãos de coração, ao meu primo Miguel, por ser tão maravilhoso comigo. Agradeço também ao meu tio Silvanio e minha tia Mari, por todo o amor que sempre me deram. Gratidão ao meu delicioso Gael, o filho que não nasceu da minha barriga, por ter sido a fonte da minha alegria em tantos momentos difíceis dessa jornada.

In memoriam ao meu pai Tita e ao meu pai Zezinho, eu sei que, mesmo não estando encarnados na terra, estão vendo a sua filha se formar. Nunca os esqueci e sempre os amarei, mesmo não os sentindo fisicamente, sei que me empurraram para esse final de ciclo. Gratidão por me amarem e estarem sempre comigo.

Agradeço também a meu pai Muniz, pois essa conquista também é o fruto da atenção, cuidado e conhecimento que o senhor me forneceu.

Aos meus amigos, que me escutaram quando eu precisei, por me suportarem mesmo quando eu só falava deste trabalho, eu dizia que não conseguiria e vocês me garantiam que eu seria capaz. Quero agradecer especialmente a minha amiga Stéfanny, que esteve comigo durante toda essa jornada, me incentivando e me apoiando dentro e fora da faculdade e ao meu amigo Elyakim, que mesmo estando ao meu lado em tão pouco tempo, foi essencial para essa conquista. A gratidão que eu sinto por ambos é imensurável. Agradeço também a minha amiga Larissa, por todo o amor que a mim ofereceu, e aos meus amigos Marcelo e Felipe, por tudo que fizeram por mim, vocês são sensacionais.

Agradeço também aos meus antigos chefes dos estágios em que estive, especialmente Wlana, Valdson e Ícaro. O impacto que tiveram na minha vida, e o quanto me ajudaram com suas palavras e atitudes a ter forças e ser capaz de finalizar esse ciclo, é inexplicável, mas sentido profundamente por mim.

Gratidão ao IFS e todos que fazem parte deles, especialmente aos meus professores, que me forneceram, além de conhecimento técnico, ensinamentos éticos. Mestre Euler, entre todos os professores foi o que teve o maior impacto em minha vida, não apenas por ser o melhor orientador que eu poderia ter nesse estudo, mas também, por ser essa pessoa de imensa luz e bondade que me inspira a ser melhor, esse trabalho só foi possível graças ao senhor, obrigada por não ter desistido de mim.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, infelizmente, não pude citar aqui. Seus nomes não estão escritos nessas páginas, mas suas marcas estão presentes em cada letra deste trabalho, e eu nunca os esquecerei.

“Nenhuma prece feita com sinceridade fica sem resposta. Às vezes, a solução do problema é complicada: não depende apenas do esforço dos Benfeitores Espirituais, exige mudança das atitudes do próprio indivíduo.”
(Chico Xavier)

RESUMO

MATOS, Erica Barreto. **Estudo de caso de projetos e de execução de instalações elétricas, hidrosanitárias e pluviais em uma unidade residencial.** 123f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

Atualmente com o avanço tecnológico, aumentou-se a busca por moradias modernas, versáteis e seguras, tornando maior a responsabilidade dos projetistas sobre a elaboração de projetos eficientes e que atendam as demandas. O presente trabalho tem como objetivo elaborar os projetos das instalações elétricas, hidráulicas, de esgoto sanitário e de águas pluviais de uma residência unifamiliar localizada na cidade da Barra dos Coqueiros- SE como também acompanhar a execução dessas instalações, observando o nível de atendimento ao projeto no processo de execução. Foi realizado um estudo nas normas e em outras literaturas técnicas que regem os serviços envolvendo projetos e execução dessas instalações complementares, e que subsidiaram tanto o dimensionamento dos componentes desses sistemas, quanto os trabalhos de inspeção durante as visitas de campo à obra na fase de execução dessas instalações. Além deles, foi fundamental o projeto arquitetônico da edificação estudada. O atendimento dos projetos na fase da execução das instalações foi satisfatório, pois as alterações foram relativamente poucas, e, de maneira geral, não trouxeram comprometimento do desempenho dos sistemas projetados.

Palavras-chave: Projeto elétrico, Projeto hidrossanitário, Águas pluviais, Execução de instalações, Unidade residencial.

ABSTRACT

MATOS, Erica Barreto. ***Case study of projects and execution of electrical, hydro-sanitary and rainwater installations in a residential unit.*** 123f. Monography (Bachelor of Civil Engeneering) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

Currently, with the technological advance, the search for modern, versatile and safe houses has increased, making designers more responsible for the elaboration of efficient projects that meet the demands. The present work has the objective of elaborating the projects of electrical, hydraulic, sanitary sewage and rainwater installations of a single family residence located in the city of Barra dos Coqueiros-SE as well as monitoring the execution of these installations, observing the level of service to the project. in the execution process. A study was carried out on the standards and other technical literature that govern the services involving the design and execution of these complementary facilities, and which subsidized both the dimensioning of the components of these systems, as well as the inspection work during field visits to the work in the execution phase. of these facilities. In addition to them, the architectural design of the building studied was fundamental. The fulfillment of the projects in the installation execution phase was satisfactory, as the changes were relatively few, and, in general, did not compromise the performance of the designed systems.

Keywords: *Electrical project, Hydro-sanitary project, Rainwater, Execution of installations, Residential unit.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rede pública de baixa tensão.	22
Figura 2 – Circuito de iluminação	26
Figura 3 – Circuito de tomadas de uso geral.....	27
Figura 4 – Circuitos terminais.....	28
Figura 5 – Tipos de conduítes	28
Figura 6 – Instalação predial de água fria.	30
Figura 7 – Sistema direto de distribuição.	33
Figura 8 – Sistema indireto de distribuição, sem bombeamento.....	34
Figura 9 – Sistema indireto de distribuição, com bombeamento.....	34
Figura 10 – Sistema hidropneumático de distribuição.....	35
Figura 11 – Ábaco para encanamento de aço galvanizado e ferro fundido.	37
Figura 12 – Ábaco para encanamento de cobre e PVC	38
Figura 13 – Ábaco de diâmetros e vazões em função da soma dos pesos.	40
Figura 14 – Coluna de distribuição.....	42
Figura 15 – Barrilete ramificado	44
Figura 16 – Barrilete concentrado.	44
Figura 17 – Instalação predial de esgoto sanitário.	45
Figura 18 – Desconectores.	51
Figura 19 – Caixa de gordura.....	54
Figura 20 – Partes do subsistema de ventilação na instalação predial de esgoto. ...	57
Figura 21 – Instalação predial de águas pluviais.....	58
Figura 22 – Calha para telhado.	63
Figura 23– Caixa de areia.	65
Figura 24 – Planta baixa do pavimento térreo.....	69
Figura 25 – Planta baixa do pavimento superior.	69
Figura 26 – Ponto de iluminação.....	71
Figura 27 – Ponto de tomada de uso geral	72
Figura 28 – Isométrico do barrilete.....	88
Figura 29 – Isométrico do banheiro do pavimento térreo.	89
Figura 30 – Isométrico dos banheiros do pavimento superior.....	90
Figura 31 – Isométrico da varanda aberta.....	91
Figura 32 – Isométrico da cozinha/gourmet.	92
Figura 33 – Isométrico da área de serviço.	93

Figura 34 – Isométrico do jardim – parte frontal	94
Figura 35 – Isométrico do jardim – área dos fundos.	94
Figura 36 – Ramais presentes no banheiros.....	97
Figura 37 – Caixa sifonada.....	98
Figura 38 – Tubo de queda.	99
Figura 39 – Caixa de Inspeção.....	102
Figura 40 – Cobertura da edificação.	105
Figura 41 – Caixa de passagem.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa da população.	35
Tabela 2 – Consumo predial diário.	36
Tabela 3 – Valor da vazão máxima (Q _{máx.}) em hidrômetros.	38
Tabela 4 – Diâmetro dos sub-ramais.	39
Tabela 5 – Seções equivalentes.	40
Tabela 6 – Pesos de utilização.	41
Tabela 7 – Unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal dos ramais de descarga.	49
Tabela 8 – Unidades Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados a tabela 7.	50
Tabela 9 – Dimensionamento de ramais de esgoto.	50
Tabela 10 – Dimensionamento do tubo de queda.	52
Tabela 11 – Dimensionamento de coletores prediais e subcoletores.	52
Tabela 12 – Dimensionamento de ramais de ventilação.	56
Tabela 13 – Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação.	56
Tabela 14 – Chuvas intensas no Brasil.	61
Tabela 15 – Coeficientes multiplicativos de vazão de projeto.	62
Tabela 16 – Coeficientes de rugosidade (n).	62
Tabela 17 – Capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade n=0,11 (vazão em L/min).	63
Tabela 18 – Área máxima da cobertura para condutores verticais de seção circular.	64
Tabela 19 – Cômodos e suas dimensões.	68
Tabela 20 – Tipos de linhas elétricas.	73
Tabela 21 – Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito.	74
Tabela 22 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.	75
Tabela 23 – Capacidade de condução de corrente.	75
Tabela 24 – Seção nominal dos eletroduto.	76
Tabela 25 – Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação. ..	77
Tabela 26 – Fatores de demanda para a iluminação e pequenos aparelhos.	78
Tabela 27 – Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela - residencial.	78
Tabela 28 – Fatores de demanda para aparelhos de aquecimento de água.	79

Tabela 29 – Fatores de demanda para secadores de roupas, máquina de lavar louça, forno microondas e hidromassagem.	79
Tabela 30 – Dimensionamento das categorias de atendimento 220/127V.	80
Tabela 31 – Quadro de distribuição – Espaço de reserva.	81
Tabela 32 – Resultados dos cálculos das pressões do barrilete.	88
Tabela 33 – Resultados dos cálculos das pressões do banheiro do primeiro pavimento.	89
Tabela 34 – Resultados dos cálculos das pressões dos banheiros do pavimento superior.	90
Tabela 35 – Resultados dos cálculos das pressões da varanda aberta.	91
Tabela 36 – Resultados dos cálculos das pressões da cozinha/gourmet.	92
Tabela 37 – Resultados dos cálculos das pressões da área de serviço.	93
Tabela 38 – Resultados dos cálculos das pressões do jardim-parte frontal.	94
Tabela 39 – Resultados dos cálculos das pressões do jardim-área dos fundos.	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVOS GERAIS	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	PROJETO ELÉTRICO	21
3.1.1	Definições de elementos constituintes de sistemas elétricos prediais	22
3.1.2	NBR 5410:2004 (Instalações elétricas de baixa tensão)	24
3.1.3	NR 10:2019 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade)	24
3.1.4	Estudo Preliminar	25
3.1.5	Dimensionamento	26
3.1.5.1	Dimensionamento de iluminação.....	26
3.1.5.2	Dimensionamento de Tomadas de Uso Geral (TUG).....	26
3.1.5.3	Dimensionamento de Tomadas de Uso Específico (TUE)	27
3.1.5.4	Dimensionamento dos circuitos.....	27
3.1.5.5	Dimensionamento dos condutores	28
3.1.5.6	Dimensionamento dos eletrodutos	29
3.1.5.7	Dimensionamento dos dispositivos de proteção.....	29
3.1.5.8	Dimensionamento de Aterramento	29
3.2	PROJETO HIDRÁULICO (INSTALAÇÕES DE ÁGUAS FRIAS).....	29
3.2.1	Definições de elementos constituintes de instalações hidráulicas prediais	30
3.2.2	NBR 5626:2020 (Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção)	31
3.2.3	Estudo Preliminar	32
3.2.4	Sistema de Abastecimento de Água.....	33
3.2.5	Dimensionamento	35
3.2.5.1	Dimensionamento de Reservatório	35
3.2.5.2	Dimensionamento de Extravasores.....	37
3.2.5.3	Dimensionamento de Ramal de Alimentação.....	37
3.2.5.4	Dimensionamento do Hidrômetro	38
3.2.5.5	Dimensionamento de Sub-ramais	39
3.2.5.6	Dimensionamento de Ramais.....	39
3.2.5.7	Dimensionamento de Colunas.....	41

3.2.5.8	Pressões mínima e máxima no sistema de distribuição	43
3.2.5.9	Dimensionamento do Barrilete	43
3.3	PROJETO SANITÁRIO (INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO)	44
3.3.1	Definições de elementos constituintes de instalações sanitárias prediais	45
3.3.2	NBR 8160:1999 (Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução) 47	
3.3.3	Estudo Preliminar	48
3.3.4	Dimensionamento	48
3.3.4.1	Dimensionamento dos componentes do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário	49
3.3.4.2	Dimensionamento dos ramais de descarga e de esgoto	50
3.3.4.3	Dimensionamento dos desconectores	50
3.3.4.4	Dimensionamento do tubo de queda	51
3.3.4.5	Dimensionamento do coletor predial e dos subcoletores	52
3.3.4.6	Dimensionamento de caixas de gordura	53
3.3.4.7	Dimensionamento de caixa de inspeção ou poço de visita	54
3.3.4.8	Dimensionamento de subsistema de ventilação	54
3.4	PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS (INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAS)	57
3.4.1	Definições de elementos constituintes de instalações hidráulicas prediais	58
3.4.2	NBR 10844:1989 (Instalações prediais de água pluviais – Procedimentos) ...	59
3.4.3	Estudo Preliminar	60
3.4.4	Dimensionamento	60
3.4.4.1	Dimensionamento dos fatores meteorológicos	60
3.4.4.2	Dimensionamento de calhas	61
3.4.4.3	Dimensionamento de condutores verticais	63
3.4.4.4	Dimensionamento de condutores horizontais	64
3.4.4.5	Dimensionamento de ralos	65
3.4.4.6	Dimensionamento de caixas de inspeção ou caixa de areia	65
3.5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE ALGUNS ESTUDOS	65
3.5.1	A importância do projeto elétrico residencial – Silva (2021).	65
3.5.2	Impactos e transtornos gerados através da má execução das instalações hidrossanitárias – Claudino <i>et al.</i> (2020)	66
3.5.3	Estudo de manutenção predial em prédios públicos: proposta de manual de uso, operação e manutenção para os sistemas de cobertura e hidrossânitário do campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe – Pereira (2021)	67
4	METODOLOGIA	68

5	RESULTADOS e DISCUSSÕES	70
5.1	PROJETO ELÉTRICO	70
5.1.1	Características da Instalação.....	70
5.1.2	Pontos de Iluminação	70
5.1.3	Pontos de tomadas de uso geral (TUG)	71
5.1.4	Pontos de tomadas de uso específico (TUE).....	72
5.1.5	Divisão dos circuitos	73
5.1.6	Condutores	73
5.1.7	Eletrodutos.....	76
5.1.8	Dispositivos de proteção.....	76
5.1.9	Quadro de distribuição de cargas	80
5.1.10	Diagrama Unifilar	81
5.1.11	Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação.....	82
5.2	PROJETO HIDRÁULICO	82
5.2.1	Características da Instalação.....	82
5.2.2	Reservatório	82
5.2.3	Ramal de Alimentação.....	83
5.2.4	Hidrômetro	83
5.2.5	Extravasor.....	83
5.2.6	Sub-ramais	84
5.2.7	Ramais.....	84
5.2.8	Barrilete	85
5.2.9	Pressões.....	86
5.2.10	Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação.....	95
5.3	PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO	95
5.3.1	Características da Instalação.....	95
5.3.2	Ramais de Esgoto e de Descarga	95
5.3.3	Desconectores	98
5.3.4	Tubo de queda.....	99
5.3.5	Coletor predial e subcoletores	100
5.3.6	Caixa de gordura	100
5.3.7	Caixa de inspeção	100
5.3.8	Ventilação	101
5.3.9	Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação....	101
5.4	PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS	102

5.4.1	Características da Instalação.....	102
5.4.2	Fatores meteorológicos	102
5.4.3	Calha	103
5.4.4	Condutores Verticais.....	104
5.4.5	Condutores Horizontais	105
5.4.6	Ralos.....	107
5.4.7	Caixa de Areia	107
5.4.8	Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação....	107
6	CONCLUSÃO	108
	REFERÊNCIAS.....	110
	ANEXO 1 – PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS – SUA EQUIVALÊNCIA EM METROS DE TUBULAÇÃO DE PVC RÍGIDO	113
	ANEXO 2 – ÁBACOS PARA DETERMINAÇÃO DO DIÂMETROS DE CONDUTORES VERTICAIS	114
	ANEXO 3 – CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR (VAZÕES EM L/MIN)	115
	ANEXO 4 – TABELA DE PREVISÃO DE CARGAS	116
	ANEXO 5 – QUADRO DE DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO GERAL	118
	ANEXO 6 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS	119
	ANEXO 7 – DIAGRAMA UNIFILAR	121
	ANEXO 8 – MEMORIAL DE CÁLCULO DE PRESSÃO	122

1 INTRODUÇÃO

O aumento na busca por novas habitações no Brasil nos últimos anos, devido a auxílios fornecidos pelo governo como programas de financiamento e ampliação de crédito, tem sido fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais no sistema de construção civil. Esse progresso além de trazer transformações no mercado, na cultura e na tecnologia, também tem forte impacto na elaboração dos projetos. Em consequência disso, é esperado projetos modernos, que atendam às necessidades e expectativas da construtora e do consumidor em qualidade e eficiência (ÁVILA, 2011).

Esse aumento na expectativa do resultado dos projetos acarreta no crescimento da responsabilidade dos projetistas. Para a engenharia civil essa expectativa é estendida aos projetos complementares, sendo os básicos essenciais: de instalações elétricas, de instalações hidráulicas, de instalações de esgoto sanitário e de instalações de águas pluviais (MIYAMOTO, 2018). No presente trabalho os projetos estudados são esses citados.

A energia elétrica é algo fundamental na vida do homem do século atual, dessa forma é essencial que qualquer construção tenha seu abastecimento adequadamente garantido. O projeto de instalações elétricas é o responsável por garantir o fornecimento de energia elétrica nas edificações. A NBR 5410:2004 (Instalações elétricas de baixa tensão) é a norma que concede as diretrizes necessárias para a concepção dos projetos de instalações elétricas residenciais de forma segura e que atenda às necessidades dos usuários.

A água é um elemento essencial para a vida do ser humano, por essa razão, existe a necessidade que as suas moradias sejam abastecidas por água. O projeto de instalações hidráulicas é o encarregado por assegurar o fornecimento de água nas edificações de maneira segura, confortável e suprimindo todas as necessidades dos usuários. A NBR 5626:2020 (Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção) é a norma que apresenta condições que devem ser respeitadas na elaboração dos projetos hidráulicos.

A concepção do projeto de instalações de esgoto sanitário tem a função de certificar que seja feita a condução e o destino seguros adequados, dos despejos oriundos das edificações. A NBR 8160:1999 (Sistemas prediais de esgoto sanitário –

Projeto e execução) é a norma responsável por definir os parâmetros usados pelo projetista na elaboração dos projetos de esgoto sanitário residencial.

Na elaboração do projeto de instalações de águas frias o objetivo do projetista é assegurar que as águas provenientes da chuva que estão presentes na edificação sejam conduzidas a sua destinação final de maneira adequada e segura. A NBR 10844:1989 (Instalações prediais de águas pluviais) é a norma que fornece as condições que devem ser seguidas e respeitadas pelo projetista na elaboração dos projetos de águas pluviais.

O intuito do presente estudo foi elaborar e acompanhar a execução dos projetos complementares de instalações citados acima de uma residência unifamiliar, de modo a seguir o dimensionamento dos elementos das instalações com respeito as orientações nas normas vigentes de cada projeto e garantir que o objetivo de cada um deles seja atingido. Para isso, após a escolha da edificação objeto de estudo, com o acesso ao seu projeto arquitetônico, elaborou-se os projetos abordados anteriormente. Posteriormente acompanhou-se todas as etapas de execução desses projetos.

O trabalho foi estruturado em seções, sendo apresentadas de maneira sequenciada, para ter uma fundamentação sobre o assunto estudado e as suas motivações. A seção 2 mostra os objetivos gerais e específicos. A seção 3 apresenta o que foi observado nas referências bibliográficas da literatura técnica utilizadas para o embasamento deste trabalho, por meio da fundamentação teórica. A metodologia utilizada para a elaboração desta monografia está na seção 4. A seção 5 corresponde aos resultados obtidos e as discussões. Para finalizar, a seção 6 apresenta as conclusões do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos do presente trabalho serão exibidos a seguir.

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Elaborar e acompanhar a execução dos projetos de instalações elétrica, hidráulica, de esgoto sanitário e de águas pluviais de uma residência unifamiliar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar o projeto de instalações elétricas respeitando as recomendações da NBR 5410:2004 e NR 10:2019.

Elaborar o projeto de instalação hidráulica obedecendo as diretrizes da NBR 5626:2020.

Elaborar o projeto de instalação de esgoto sanitário seguindo as prescrições da NBR 8160:1999.

Elaborar o projeto de instalação de águas pluviais seguindo a NBR 10844:1989.

Acompanhar a execução das instalações para observar aspectos práticos, facilitadores ou passíveis de melhoria dos projetos, durante a fase de execução de cada um deles.

Observar o nível de atendimento dos projetos na fase de execução das instalações.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PROJETO ELÉTRICO

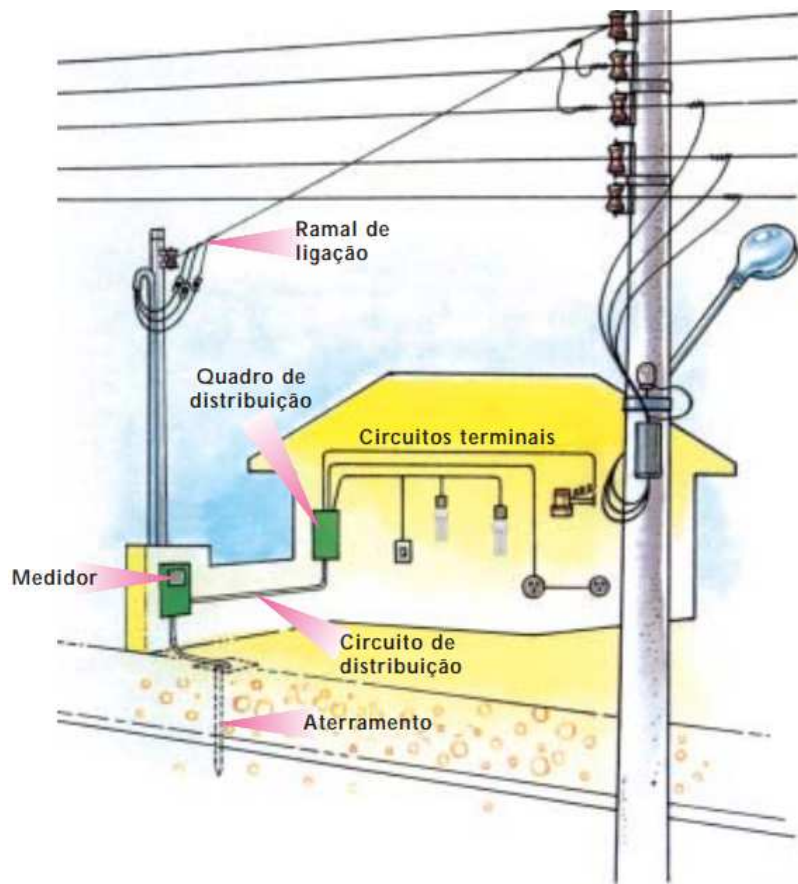
De acordo com Araújo (2016), um projeto elétrico deve atender as diretrizes mínimas apresentadas em norma para um funcionamento adequado das instalações elétricas, mas também ser dinâmico e versátil. Tendo o posicionamento das tomadas nos locais adequados, disjuntores com dimensionamento correto e também um sistema de aterramento que mantenha a edificação segura, para que caso apareçam “tensões de contato” seja feita a desconexão imediata e automática da alimentação da edificação.

Conforme Filho (2011), o projeto elétrico tem como propósito assegurar que irá haver o abastecimento de energia elétrica através da empresa de distribuição elétrica, ou geradores particulares, para os pontos de utilização como tomadas e pontos de luz. Ademais, o autor afirma que para garantir a segurança e eficácia dessa distribuição, é necessário que o projeto respeite as diretrizes das diferentes normas técnicas aplicáveis.

O projeto elétrico é um subsistema que precisa ser integrado ao sistema construtivo apresentado pela arquitetura, que deve obedecer não apenas as diretrizes propostas pelas normas da ABNT, como também o regulamento da distribuidora de energia elétrica local em relação aos cálculos de demandas, condições técnicas mínimas e os procedimentos de abastecimento de energia (ARAÚJO, 2016).

Para melhor compreensão de como é a rede pública de baixa tensão, a Figura 1 apresenta ilustrações de alguns componentes presentes nas instalações elétricas.

Figura 1 – Rede pública de baixa tensão.



Fonte: Manual de Instalação Elétricas Residenciais da Elektro/Pirelli (2006).

3.1.1 Definições de elementos constituintes de sistemas elétricos prediais

A seguir estão as definições da NBR 5410:2004 para projetos elétricos:

- **Componente** (de uma instalação elétrica): é um termo utilizado para contemplar os itens da instalação elétrica, abrangendo materiais, acessórios, dispositivos, equipamentos (de geração, conversão, transmissão, entre outros), máquinas, conjuntos ou partes da instalação (como linhas elétricas), dependendo do contexto em que ela é empregada.
- **Quadro de distribuição principal**: é o primeiro quadro de distribuição, depois da entrada da linha elétrica na edificação.
- **Ponto de tomada**: é o ponto utilizado para conectar o equipamentos ou equipamentos à fonte de alimentação através de tomada de corrente.

- Linha externa: é a linha que entra e sai de uma edificação, independentemente de ser uma linha de energia, de tubulação de água, ou de outras funções.
- Ponto de entrada (numa edificação): é o ponto em que uma linha externa penetra na edificação.
- Alimentação ou fonte normal: Alimentação ou fonte que é responsável por fornecer energia elétrica regular.

Outros componentes que fazem parte das instalações elétricas são apresentados abaixo:

- Demanda: é a média das potências elétricas, ativas ou reativas, que é requerida pelo sistema elétrico por uma determinada parcela de tempo, através do fragmento de carga instalada em operação na unidade consumidora. (ENERGISA – NDU – 001, 2016)
- Disjuntor Termomagnético (DTM): é um dispositivo mecânico que tem função de desligar automaticamente a corrente nos fios do circuito que apresentam uma oscilação muito grande na corrente elétrica, apresentando um aumento bastante significativo em relação a corrente nominal. O DTM funciona como também como um interruptor que pode ser utilizado manualmente pelo usuário para interromper a corrente elétrica. (COTRIM, 2009).
- Disjuntor Diferencial Residual (DR): é um dispositivo que tem a função de detectar fugas de corrente elétrica, interrompendo a corrente de maneira rápida antes que a mesma cause choques elétricos. Por norma, esses dispositivos precisam estar localizados em circuitos de ambientes molhados, ou seja, que possuem contato com água, como: banheiros, áreas de serviços e áreas externas (COTRIM, 2009).
- Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS): é um dispositivo que tem a função de proteger a instalação elétrica, detectando e desviando as sobrecargas, oriundas dos surtos elétricos, através do sistema aterramento. (ALMEIDA *et al.*, 2021).
- Quadro de distribuição geral: é um dispositivo que recebe o fornecimento energético do alimentador, sendo esse responsável em distribuir a energia para os circuitos que fazem parte da edificação. No quadro, estão presente, além de todos os condutores que vem do medidor, também os dispositivos de proteção (SILVA e FILHO, 2020).

- O aterramento: é uma medida de segurança que consiste na ligação de equipamentos elétricos e condutores à terra. Esse sistema limita as sobretensões geradas por descargas atmosféricas e contatos acidentais, permitindo que haja a dispersão da corrente elétrica de maneira segura para o solo (MAMEDE FILHO, 2007).

3.1.2 NBR 5410:2004 (Instalações elétricas de baixa tensão)

A NBR 5410:2004 é empregada particularmente nas instalações elétricas de edificações, independente do seu uso. Já que a mesma apresenta as condições necessárias que devem ser utilizadas em projetos e instalações elétricas de baixa tensão, para que se possa tanto garantir o conforto e segurança das pessoas e animais, como também a proteção dos equipamentos. A norma apresenta detalhamento nas informações de representação e formas de dimensionar os diversos tipos de componentes encontrados nos projetos, e é a base utilizada para qualquer projeto com unidades de baixa tensão.

Esse documento normativo é aplicado predominante em instalações elétricas de edificações, com circuitos elétricos alimentados por tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua. Como também para circuitos elétricos que funcionam com tensão superior a 1000 V, mas que sejam alimentados por tensão igual ou inferior a 1000V em corrente alternada.

A norma garante que seguindo os parâmetros por ela estabelecidos, os equipamentos e materiais serão utilizados de maneira segura, adaptando-se as suas devidas funções, conforme a carga estabelecida, e antecipa influências externas que podem causar algum impacto a edificação, tendo o cuidado de fornecer proteções contra choques elétricos de contato direto, sobretensões e corrente elétrica, utilizando condutores de isolamento e reduzindo os riscos de acidentes elétricos.

3.1.3 NR 10:2019 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade)

A NR 10:2019 é a norma regulamentadora que traz parâmetros com medidas de controles e sistemas preventivos, que tem como um dos focos assegurar a proteção e saúde dos trabalhadores que estão em contato direto ou indireto com

instalações e serviços elétricos. Esta norma se estende desde à fase de geração até a fase de manutenção das instalações elétricas, incluindo também atividades que sejam realizados próximos a essas instalações.

Essa norma estabelece algumas medidas de segurança em projetos, algumas delas são:

- Obrigatoriedade de especificação, sinalizados com advertência e condição operativa, dos dispositivos de desligamento de circuitos que detenham recursos que possam impedir a religação da energia.
- Determinar os aspectos do esquema de aterramento, se há necessidade de interligação entre o condutor neutro e o de proteção, e a ligação à terra das partes condutoras não atribuídas à condução de energia elétrica.
- Considerar o espaço protegido, em relação ao dimensionamento e localização dos componentes elétricos e ações externas, como também durante as atividades realizadas nos serviços de construção e manutenção.

3.1.4 Estudo Preliminar

Os primeiros passos para se fazer um projeto elétrico são: conhecimento sobre o tipo de edificação, ter acesso a planta de situação e a plantas do projeto arquitetônico, e ainda, de preferência, as plantas do projeto estrutural. É importante obter dados do cliente para saber as necessidades dos futuros usuários da edificação, como também realizar uma previsão dos equipamentos elétricos que serão utilizados nela, tornando possível o dimensionamento correto dos componentes elétricos, conforme estabelecido pela NBR 5410:2014.

De acordo com Filho (2011) é indispensável que antes da elaboração do projeto elétrico, o técnico responsável pela edificação tenha conhecimento sobre a estrutura e o sistema da mesma. Além disso, deve existir a comunicação de todos os profissionais responsáveis pela criação dos projetos e o projetista, para que dessa forma, seja elaborado um projeto eficiente, confortável e seguro para o melhor aproveitamento do usuário.

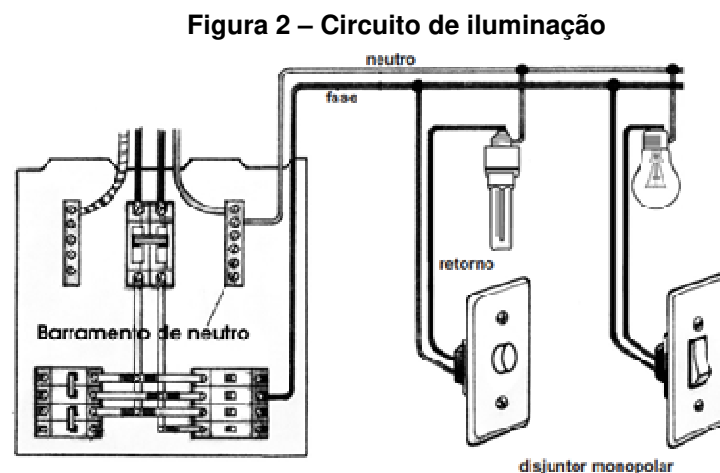
Vale salientar que é necessário que o projetista também compreenda sobre as especificações de abastecimento de energia elétrica, assim como às indicações fornecidas pela concessionária, para que o processo de distribuição seja realizado apropriadamente, atendendo a demanda de consumo do imóvel (NERY, 2012).

3.1.5 Dimensionamento

O projeto elétrico apresenta uma série de componentes que necessitam de dimensionamentos, abaixo é apresentada as orientações fornecidas pela NBR 5410:2004 sobre eles.

3.1.5.1 Dimensionamento de iluminação

Para o dimensionamento da iluminação, é essencial que seja feito a previsão de carga. De acordo com a NBR 5410:2004 essa previsão é realizada pelo método de carga mínima, que consiste em determinar a quantidade mínima de pontos de iluminação com base na área de cada ambiente. A Figura 2, tem a ilustração do circuito de iluminação.

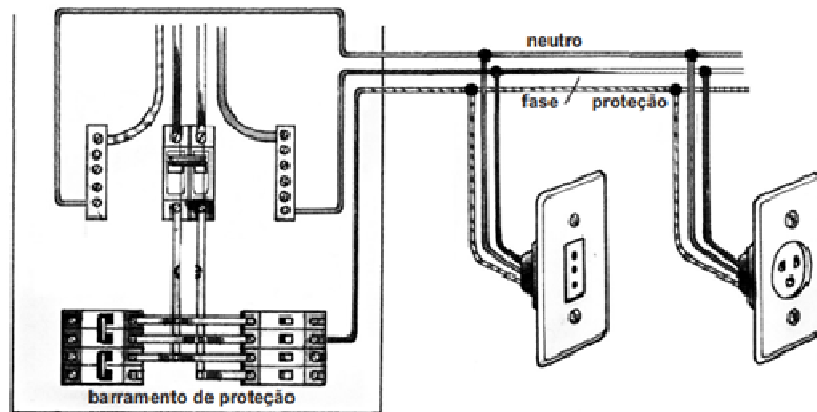


Fonte: Senai-RJ (2003).

3.1.5.2 Dimensionamento de Tomadas de Uso Geral (TUG)

Conforme a NBR 5410:2004, o dimensionamento de tomada de uso geral (TUG) está relacionado ao tipo de ambiente e seu perímetro. A Figura 3 possui a ilustração de como é composto o circuito de tomadas de uso geral.

Figura 3 – Circuito de tomadas de uso geral.



Fonte: Senai-RJ (2003).

3.1.5.3 Dimensionamento de Tomadas de Uso Específico (TUE)

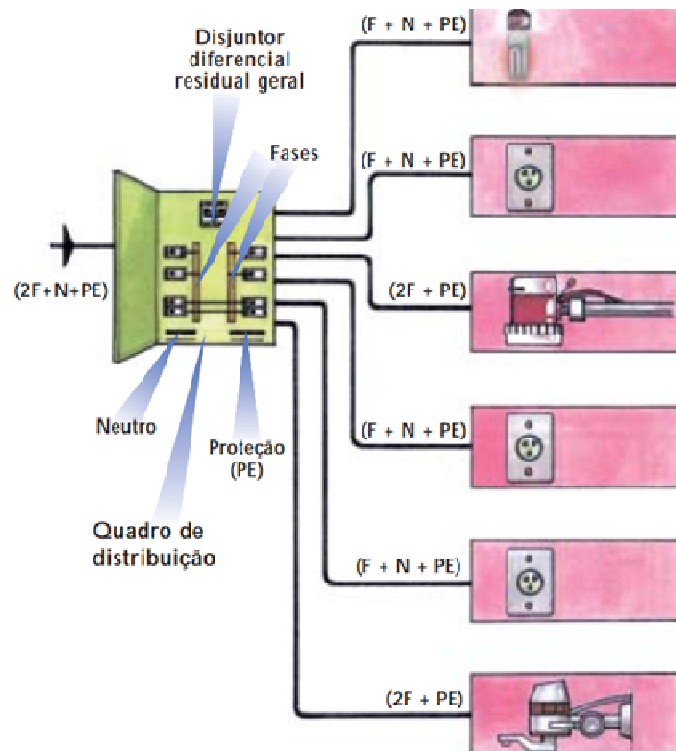
De acordo com a NBR 5410:2004, o dimensionamento de tomadas de uso específico (TUE) é baseado na quantidade de aparelhos que necessitam de uma potência específica, já que a TUE é dimensionada para atender exclusivamente a determinados equipamentos fixos/estacionários.

3.1.5.4 Dimensionamento dos circuitos

Consoante a NBR 5410:2004, a divisão dos circuitos deve ocorrer através das seguintes orientações:

- Separar os circuitos de iluminação em relação aos circuitos de tomadas;
- Separar os circuitos de tomada de uso específico dos demais;
- Limitar os valores de corrente;
- Uniformizar a distribuição de cargas;
- Prever futuras ampliações.

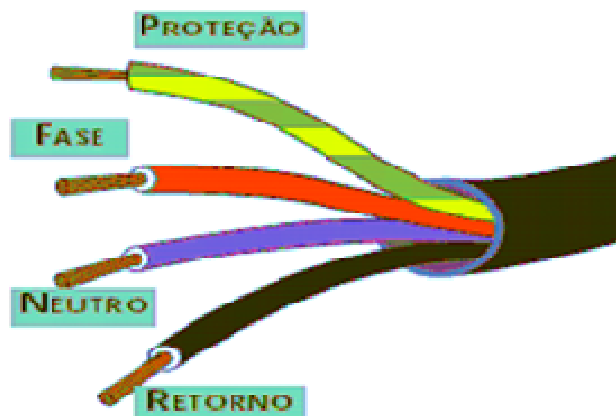
É apresentado pela Figura 4 os circuitos terminais, com o intuito de facilitar a compreensão dos diferentes tipos de circuitos que em geral compõe uma instalação elétrica de baixa tensão.

Figura 4 – Circuitos terminais.

Fonte: Manual de Instalação Elétricas Residenciais da Elektro/Pirelli (2006).

3.1.5.5 Dimensionamento dos condutores

Em relação ao dimensionamento dos condutores, a NBR 5410:2004 leva em consideração o método de instalação, o fator corretor de temperatura (FCT), o fator corretor de agrupamento (FCA), a quantidade de cabos por circuito, a isolamento e por fim a seção mínima dos condutores. Existem quatro tipos de condutores: fase, neutro, retorno e terra. Os diferentes tipos são apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Tipos de conduítes

Fonte: Manual de Instalação Elétricas Residenciais da Elektro/Pirelli (1996).

3.1.5.6 Dimensionamento dos eletrodutos

A NBR 5410:2004 determina que o dimensionamento dos eletrodutos seja realizado em função da taxa de ocupação máxima. Essa taxa é obtida através da soma das áreas (diâmetro externo) dos condutores previstos em relação à área útil da seção transversal do eletroduto.

3.1.5.7 Dimensionamento dos dispositivos de proteção

Para garantir a segurança dos equipamentos e usuários nas edificações que possuem instalações elétricas de baixa tensão, é necessário o uso de alguns dispositivos de proteção contra curto circuitos, sobrecargas, choque térmico, incêndios, entre outros (NERY, 2012). Esses dispositivos de proteção são: disjuntor termomagnético, dispositivo diferencial residual (DR), dispositivo de proteção contra surto (DPS).

3.1.5.8 Dimensionamento de Aterramento

Quanto ao aterramento, de acordo com a NBR 5410:2004, existe dois tipos comuns em instalações elétricas de baixa tensão: o aterramento funcional e o de proteção. O primeiro tem um dos condutores da instalação conectado a terra, é costume que esse condutor seja o neutro, permitindo que a instalação e seus equipamentos realizem suas funções com êxito. Enquanto o segundo é feito com a conexão das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação com a terra, objetivando proteger contra choques elétricos por contato indireto (CREDER, 2007).

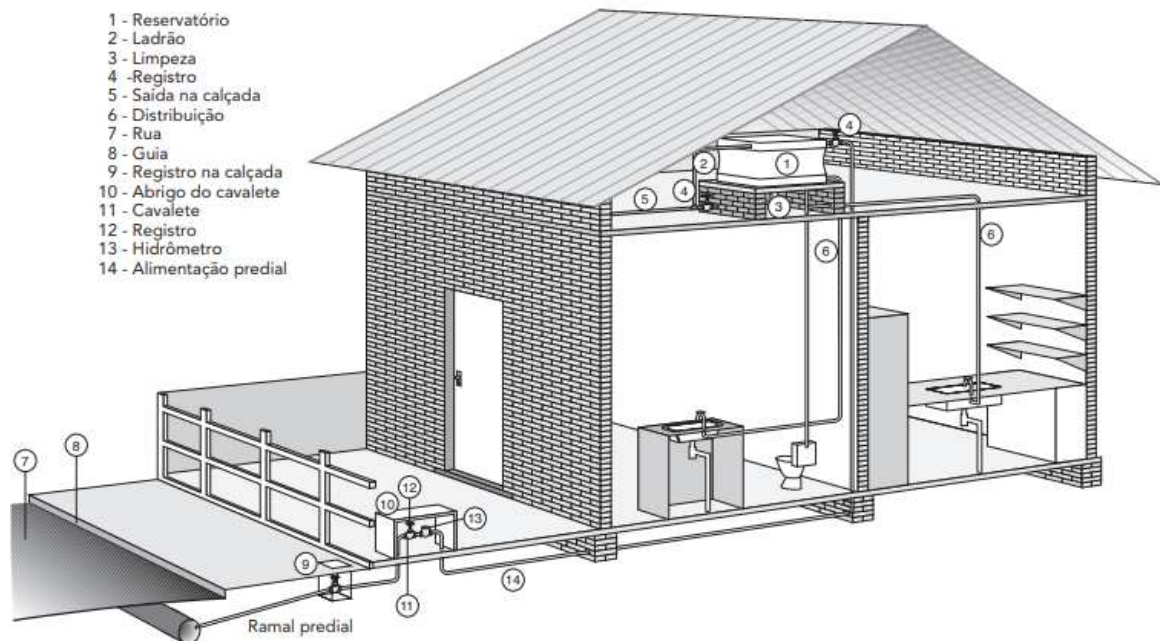
3.2 PROJETO HIDRÁULICO (INSTALAÇÕES DE ÁGUAS FRIAS)

Conforme Melo e Netto (2009), as instalações de águas frias tem como objetivo o abastecimento de água das edificações, para atingir tal feito a instalação é composta por um conjunto de aparelhos e conexões. Sendo que esse abastecimento é um procedimento que ocorre desde a rede pública até os aparelhos que precisam de água como: chuveiros, torneiras, pias e vasos sanitários.

Carvalho Júnior (2012) afirma que os componentes básicos de uma instalação de água fria são o ramal predial, hidrômetro, alimentador predial, reservatório inferior, sistema de recalque, reservatório superior, barrilete, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais. Vale ressaltar que esses componentes básicos afirmados pelo autor são para edificações de alguns pavimentos, pois em edificações de pequeno porte, como é presente neste trabalho, não há necessidade de elementos como reservatório inferior e sistema de recalque.

Para que seja facilitado o entendimento dos componentes mais comuns e básicos que estão presentes em uma instalação predial de água fria, a Figura 6 apresenta a ilustração deles.

Figura 6 – Instalação predial de água fria.



Fonte: Carvalho Júnior (2016).

3.2.1 Definições de elementos constituintes de instalações hidráulicas prediais

A seguir estão as definições da NBR 5626:2020 para projetos hidráulicos:

- Água fria: é a água potável em temperatura ambiente;
- Água potável: é a água que tem a potabilidade necessária para obedecer a legislação vigente;
- Água quente: é a água potável em temperatura superior à ambiente, esse aquecimento é feito de maneira artificial;

- Componente: são os equipamentos que fazem parte dos sistemas prediais de água fria e água quente (SPAFAQ), e que obedecem suas funções específicas individualmente, como: reservatórios, válvulas, conexões;
- Barrilete: é a tubulação que descende para as colunas de distribuição;
- Ramal: é a tubulação proveniente da coluna de distribuição que tem a função de alimentar (ou nutrir) os sub-ramais.
- Coluna de distribuição: é a tubulação que descende do barrilete e tem a função de alimentar (ou nutrir) os ramais;

A definição de outros elementos que fazem parte das instalações hidráulicas prediais são encontradas por outros autores da literatura. Essas definições são apresentadas a seguir:

- Ramal predial: é a tubulação que conecta a rede pública de distribuição ao hidrômetro ou peça que limita a vazão (MELO e NETTO, 2009).
- Rede pública de distribuição de água: é encontrada na rua, que pertence a companhia encarregada do fornecimento de água (MELO e NETTO, 2009).
- Reservatório superior: é o reservatório conectado ao alimentador predial ou à tubulação de recalque, que tem a função de alimentar a rede de distribuição predial (CREDER, 2017).
- Ramal de alimentação: é a tubulação que conecta o hidrômetro ao reservatório de água (MELO e NETTO, 2009).
- Hidrômetro: é o aparelho que tem a função de medir o consumo de água e normalmente se encontra na mureta lateral, disposta em caixas apropriadas (MELO e NETTO, 2009).

3.2.2 NBR 5626:2020 (Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção)

A norma NBR 5626:2020 apresenta as diretrizes necessárias para o projeto, execução e manutenção de sistemas prediais de água fria e água quente (SPAFAQ). Essas diretrizes são exclusivas para sistemas de águas potáveis, não podendo ser utilizadas em águas não potáveis, em processo industrial e intrínsecos a equipamento específico.

O documento normativo apresentado tem como fundamento essencial que todas as suas instruções tenham como prerrogativa o respeito com os princípios de

uso racional de água e energia, o bom desempenho dos sistemas, além de assegurar a preservação da potabilidade da água. Ademais, as condições apresentadas por essa norma devem garantir a segurança sanitária.

A NBR 5626:2022 estabelece que os projetos de SPAFAQ precisam ser elaborados por profissionais capacitados, e também determina alguns requisitos que devem ser respeitados na elaboração dos projetos, alguns deles são os citados abaixo:

- Garantir que haja o abastecimento de água de maneira contínua, com vazão e pressão suficientes para o funcionamento correto dos aparelhos sanitários e dos outros componentes do sistema;
- Garantir que a potabilidade da água potável será conservada;
- Reduzir os níveis de ruído para evitar o desconforto dos usuários;
- Reduzir a presença de patologias;
- Possibilitar o acesso para manutenção;

3.2.3 Estudo Preliminar

Para elaboração do projeto hidráulico é necessário ter o conhecimento sobre as plantas de situação e do projeto arquitetônico, como também é preferível que se tenha o projeto estrutural para saber como melhor posicionar as tubulações. Ademais, é importante ter o entendimento sobre a quantidade de usuários da edificação, quais aparelhos que precisam de abastecimento de água serão utilizados, como também a sua localização, para assim fazer os dimensionamentos necessários dos componentes como reservatórios, ramais, sub-ramais e colunas, da maneira adequada mediante o determinado pela NBR 5626:2020.

Para que seja elaborado o projeto hidráulico é importante que o projetista tenha o conhecimento sobre as fontes disponíveis para o abastecimento de água da edificação, para assim determinar o sistema de abastecimento utilizado (rede particular, pública ou mista), como também qual será o sistema de distribuição. Caso o abastecimento ocorra por meio da rede pública, é necessário que o responsável técnico respeite as instruções ofertadas pela companhia de água, para que a distribuição de água ocorra da maneira desejada, suprimindo a demanda dos usuários.

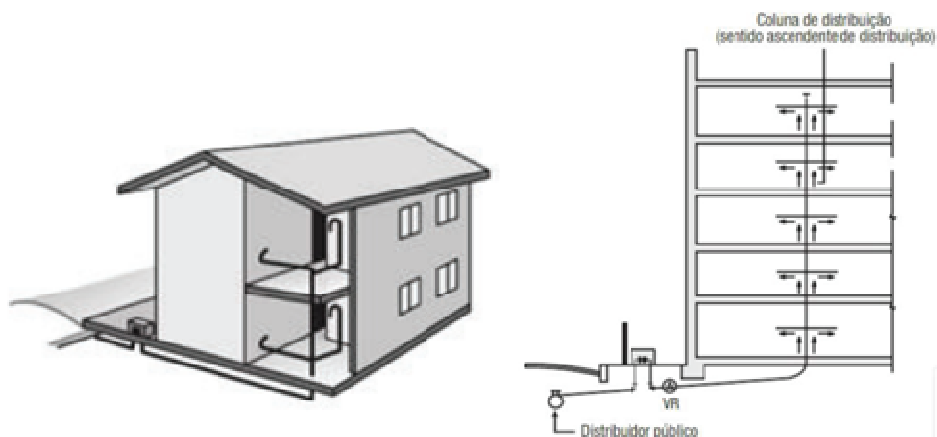
3.2.4 Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento da rede de distribuição predial costuma ser feito pela distribuidora pública, mas em alguns casos são realizados com fontes particulares, nessa situação precisa ser comprovada que a água é potável. Já em outros casos, o abastecimento é feito com distribuição mista. (CREDER, 2017).

Segundo Creder (2017), o sistema de distribuição predial pode ser feito de diferentes formas, os tipos e suas particularidades são apresentados a seguir:

Sistema direto de distribuição: quando o alimentador ou ramal predial possui boa pressão, e constância no abastecimento, então, a distribuição interna é ascendente, não havendo a necessidade de um reservatório superior. Esse sistema é apresentado na Figura 7.

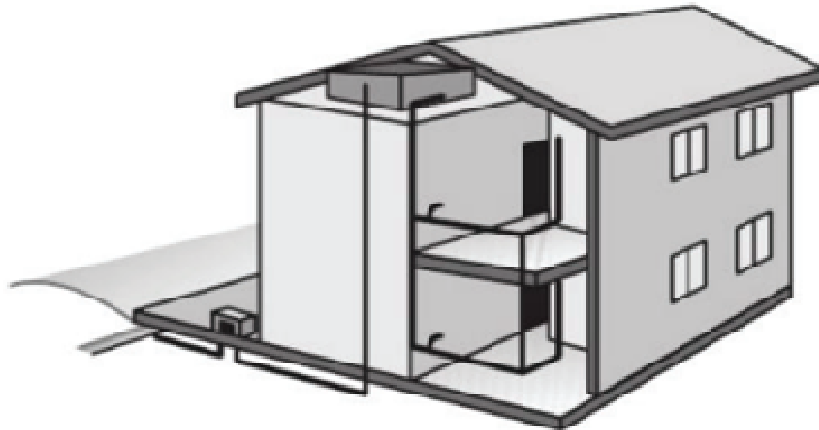
Figura 7 – Sistema direto de distribuição.



Fonte: Boteiro e Ribeiro Jr. (2010).

Sistema indireto de distribuição, sem bombeamento: quando o alimentador ou ramal predial possui boa pressão e o abastecimento é descontinuo, é preciso a presença de um reservatório superior, e o fornecimento da edificação é descendente. Esse sistema é comum em edificações de até dois pavimentos. Esse tipo de sistema de distribuição é mostrado na Figura 8.

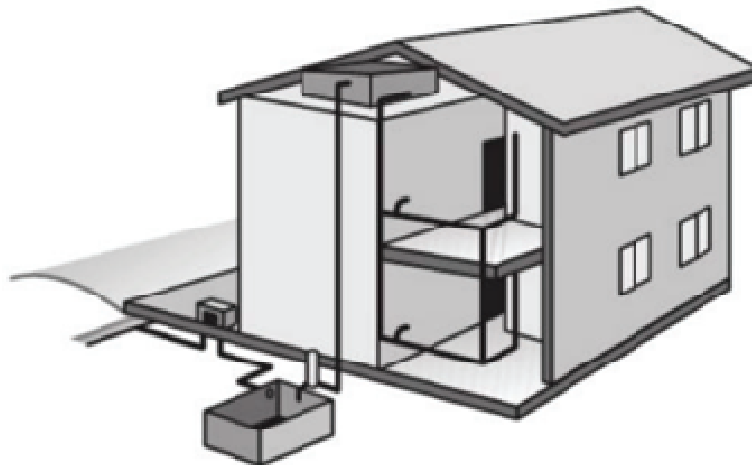
Figura 8 – Sistema indireto de distribuição, sem bombeamento.



Fonte: Boteiro e Ribeiro Jr. (2010).

Sistema indireto de distribuição, com bombeamento: quando o alimentador ou ramal predial não possui boa pressão e o abastecimento é descontinuo, é preciso a presença de um reservatório superior e outro inferior, como também de bombeamento, a distribuição interna é descendente. Esse sistema é comum em grandes edifícios, sendo necessário bombas de recalque. A ilustração do mesmo está apresentado na Figura 9.

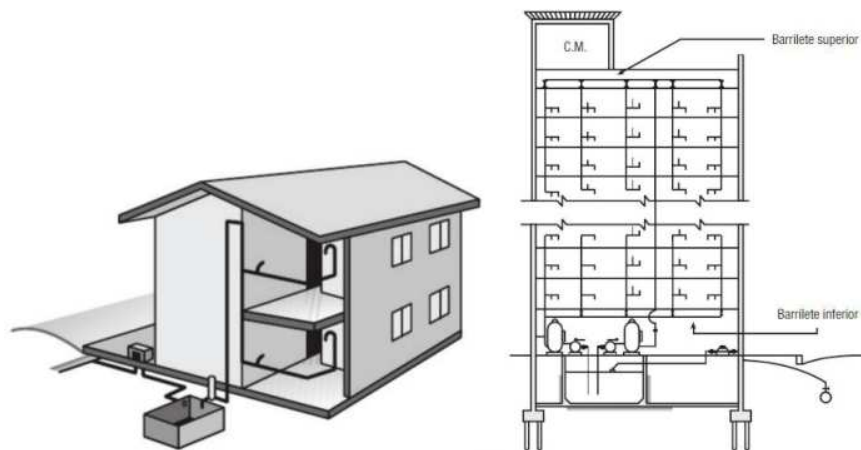
Figura 9 – Sistema indireto de distribuição, com bombeamento.



Fonte: Boteiro e Ribeiro Jr. (2010).

Sistema Hidropneumático de Distribuição: é um sistema de abastecimento que não necessita de reservatório superior, porém sua instalação não é barata, sendo preciso apenas quando o gabarito é crítico ou para aliviar a estrutura. A Figura 10, apresenta a ilustração desse sistema.

Figura 10 – Sistema hidropneumático de distribuição.



Fonte: Boteiro e Ribeiro Jr. (2010).

3.2.5 Dimensionamento

O projeto hidráulico é composto por um conjunto de elementos que necessitam de dimensionamento, abaixo são apresentados métodos que podem ser usados para isso.

3.2.5.1 Dimensionamento de Reservatório

Os reservatórios devem ser dimensionados de forma a reter água suficiente para um consumo máximo de três dias, sendo preferencial dois dias. Primeiro é necessário saber a quantidade de usuários da edificação, quando não há esse conhecimento prévio, é usada a Tabela 1 para a estimativa da população, depois, é calculado o consumo de água através da Tabela 2 (MELO e NETTO, 2009).

Para o dimensionamento do reservatório é fundamental que seja previsto uma quantidade de água para incêndio (reserva técnica), além da água armazenada. O corpo de bombeiros possui regulamento, por onde é calculado a quantidade necessária de água para essa reserva (MELO e NETTO, 2009). Como a edificação apresentada nesse trabalho é uma residência unifamiliar de dois pavimentos não se faz necessário o acréscimo da reserva técnica.

Tabela 1 – Estimativa da população.

(continua).

Local	Taxa de Ocupação
Residência e Apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m ²

Tabela 1 – Estimativa da população.**(conclusão).**

Local	Taxa de Ocupação
Escritório	Uma pessoa por 6,00 m ²
Pavimento Térreo	Uma pessoa por 2,5 m ²
Lojas – pavimento superior	Uma pessoa por 5,0 m ²
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,0 m ²
Salas de hotéis	Uma pessoa por 5,5 m ²
Restaurantes	Uma pessoa por 1,4 m ²
Salas de operações (hospitais)	Oito pessoas
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,7 m ²

Fonte: MELLO E NETO (2009).

Tabela 2 – Consumo predial diário.

Prédio	Consumo (litros)
Alojamento provisório	80 per capita
Casas populares ou rurais	125 per capita
Residências	150 per capita
Apartamentos	200 per capita
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas – internatos	150 per capita
Escolas – externatos	50 per capita
Quartéis	150 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escritórios	50 per capita
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 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 serviços p/automóveis	150 por veículos
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²

Fonte: CREDER (2017).

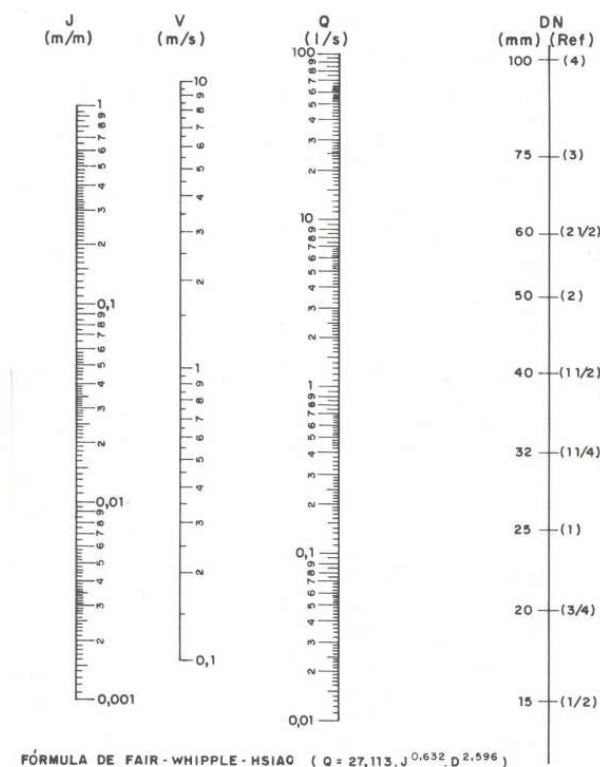
3.2.5.2 Dimensionamento de Extravasores

O extravasor possui fórmulas para o seu dimensionamento, porém também é possível que seja adotado diâmetro imediatamente superior ao da tubulação de entrada do reservatório, nunca sendo inferior a 25 mm (MACYNTRE, 2010).

3.2.5.3 Dimensionamento de Ramal de Alimentação

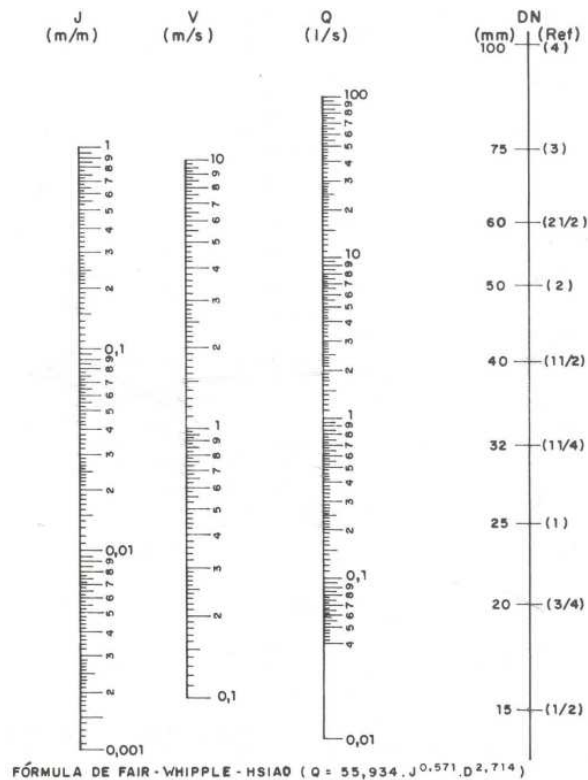
Caso o consumo fornecido pela rede pública seja contínuo, o dimensionamento do ramal de alimentação é calculado da seguinte forma: primeiramente calcula-se a vazão de entrada, o cálculo é feito dividindo o consumo diário (para o cálculo do consumo é usada a Tabela 2) pela quantidade de segundos que um dia possui (86.400). Vale destacar, que é recomendado pela NBR 5626:1998 que a velocidade máxima nessa tubulação seja de 1,0 m/s, e que a mínima seja de 0,6 m/s. Com os dados de vazão e velocidade, é possível determinar o diâmetro do ramal através dos ábacos que são apresentados nas Figuras 11 e 12, conforme o material do tubo, se ferro ou PVC (MELO e NETTO, 2009). Ademais, de acordo com Creder (2017), o diâmetro do ramal não pode ser inferior a $\frac{3}{4}$ ".

Figura 11 – Ábaco para encanamento de aço galvanizado e ferro fundido.



Fonte: Creder (2017)

Figura 12 – Ábaco para encanamento de cobre e PVC



Fonte: Creder (2017).

3.2.5.4 Dimensionamento do Hidrômetro

Para dimensionar o hidrômetro é adotado o mesmo diâmetro do alimentador predial. De acordo com a NBR 5626:1998, pode ser estimado a perda de carga por meio da Equação 1, apresentada abaixo.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\text{máx.}})^{-2} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde:

Δh = perda de carga no hidrômetro, em kPa;

Q = vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx.}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h (Tabela 3).

Tabela 3 – Valor da vazão máxima ($Q_{\text{máx.}}$) em hidrômetros.

(continua).

$Q_{\text{máx.}}$ M ³ /h	Diâmetro nominal DN
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25

Tabela 3 – Valor da vazão máxima ($Q_{\text{máx.}}$) em hidrômetros.**(conclusão).**

$Q_{\text{máx.}}$ M ³ /h	Diâmetro nominal DN
20	40
30	50

Fonte: NBR 5626 (ABNT 1998).

3.2.5.5 Dimensionamento de Sub-ramais

Os diâmetros mínimos dos sub-ramais, é encontrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Diâmetro dos sub-ramais

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: NBR 5626 (ABNT 1998).

3.2.5.6 Dimensionamento de Ramais

Existem duas hipóteses de dimensionamento de ramais: a primeira é pelo consumo máximo, ou seja, é considerado que todos os aparelhos são usados simultaneamente, já a segunda hipótese seria pelo consumo máximo provável, ou seja, não é considerado que todos aparelhos funcionem simultaneamente. De acordo com Creder (2017) as hipóteses são dimensionadas das seguintes maneiras:

Na hipótese de consumo máximo é possível dimensionar os ramais usando o método das seções equivalentes, onde todos os diâmetros são definidos em função da vazão obtida com tubo de 15 mm (1/2"). Na Tabela 5 é possível encontrar os diferentes diâmetros para os números de tubulações de 15 mm.

Na hipótese de consumo máximo provável, o dimensionamento é realizado com o uso da Equação 2, e posteriormente com o ábaco apresentado na Figura 13. Vale ressaltar que os pesos das peças de utilização são encontrados na Tabela 6.

$$Q = C\sqrt{\sum P} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

Q= vazão em l/s;

C= coeficiente de descarga = 0,30 l/s;

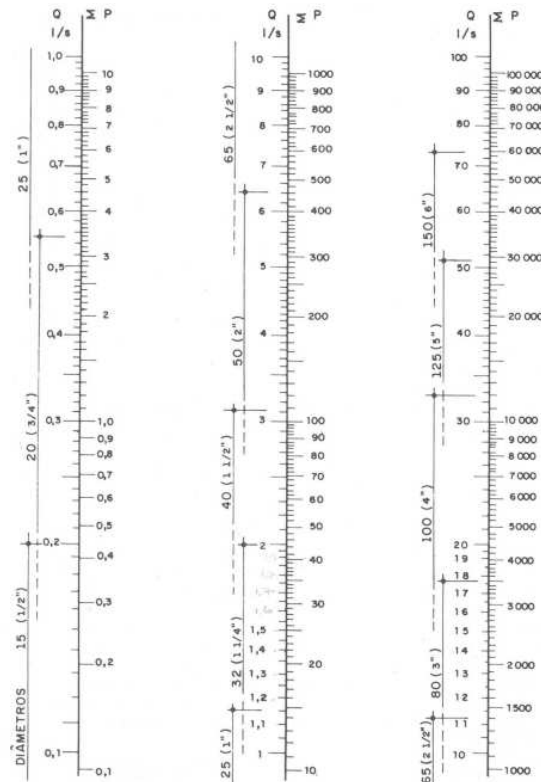
$\sum P$ = soma dos pesos de todas as peças de utilização conectadas ao ramal;

Tabela 5 – Seções equivalentes.

Diâmetros dos canos (pol.)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
N.º de canos de 1/2 com a mesma capacidade	1	2,9	6,2	10,9	17,4	37,8	65,5	110,5	189

Fonte: CREDER (2017).

Figura 13 – Ábaco de diâmetros e vazões em função da soma dos pesos.



Fonte: Creder (2017).

3.2.5.7 Dimensionamento de Colunas

O dimensionamento das colunas é realizado trecho por trecho, dessa forma, é preferível a criação de um esquema vertical de instalação, contendo todos os aparelhos que serão atendidos em cada coluna (CREDER, 2017). Além disso, é possível que a coluna alimente mais de um conjunto sanitário por pavimento. Entretanto, é mais usual que a alimentação seja de um conjunto por andar. A NBR 5626:1998 fornece os pesos dos diferentes aparelhos na Tabela 6, e sabendo a ocupação deles, é possível determinar o peso por andar (NETO, MELLO, 2009).

Tabela 6 – Pesos das peças de utilização.

Peças de Utilização			Vazão (l/s)	Peso
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
Bacia sanitária		Válvula de descarga	1,7	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,3	1
Bebedouro		Registro de pressão	0,1	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,1	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,2	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,1	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,3	1
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	1
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,5	2,8
Mictório	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
Pia		Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

Fonte: NBR 5626 (ABNT, 1998).

Para facilitar o dimensionamento de coluna, a NBR 5626:1998 propõe que seja feito uma planilha de cálculo, observando-se além das velocidades, da vazão máxima e da pressão a jusante as seguintes instruções de Creder (2017):

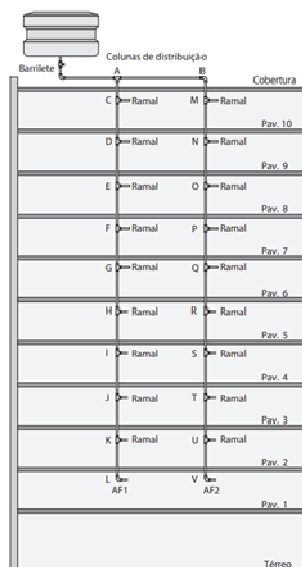
1. Numerar a coluna;
2. Sinalizar com letra os trechos que tiver derivações para os ramais;

3. Juntar os pesos de todas as peças de utilização;
4. Somar o acúmulo de pesos no trecho;
5. Definir a vazão(l/s), por meio do ábaco apresentado pela Figura 12;
6. Arbitrar um diâmetro D em mm;
7. Determinar a velocidade V, em m/s, e a perda de carga J, em m/m, através dos ábacos ilustrados nas Figuras 12 e 13, com os dados de diâmetro e a vazão. Se a velocidade for superior a 2,5 m/s, deve ser utilizado um diâmetro maior.
8. Medir o comprimento real L (m) da tubulação na planta;
9. Obter o comprimento equivalente que é o resultado das perdas localizadas nas conexões, registros, etc, que resulta no aumento do comprimento real, os valores dessas perdas de cargas são apresentadas no Anexo 1.
10. Determinar o comprimento total (L_t) com o somatório do comprimento equivalente e do comprimento real;
11. Obter a perda de carga unitária (J) seguindo as orientações da instrução 7;
12. Determinar a perda de carga total H_p (mca), por meio da multiplicação do comprimento total com a perda carga unitária, demonstrada na Equação 3:

$$H_p = J \times L_t \quad (\text{eq. 3})$$
13. Obter a pressão dinâmica a jusante (mca), mediante a subtração da pressão disponível pela perda de carga total.

A Figura 14 mostra um exemplo ilustrativo da coluna de distribuição.

Figura 14 – Coluna de distribuição.



Fonte: Carvalho Júnior (2016).

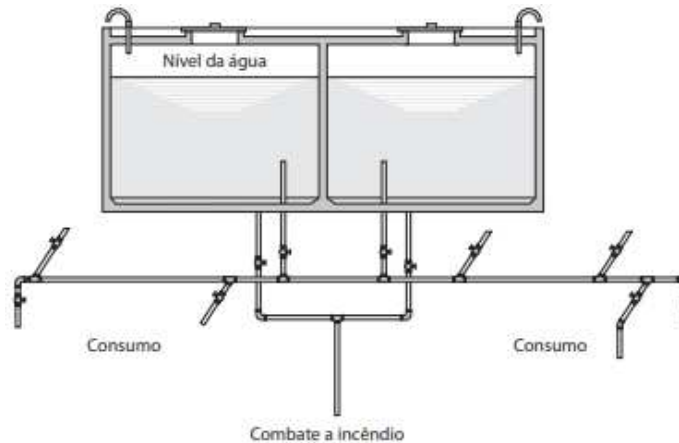
3.2.5.8 Pressões mínima e máxima no sistema de distribuição

Em concordância com a NBR 5626:2020, os pontos de utilização da instalação hidráulica devem possuir a pressão dinâmica mínima suficiente para garantir a vazão de projeto. Porém, também é necessário garantir que esse valor mínimo não seja inferior a 10 kPa (1 mca). Enquanto em qualquer outro ponto dessa instalação, é preciso que o valor de pressão dinâmica seja igual ou superior a 5 kPa (0,5 mca), com exceção dos trechos verticais de tomada d'água das saídas dos reservatórios superiores para o barrilete no sistema indireto de distribuição. Nesses trechos, o valor de pressão mínima é obtido pela diferença de cota entre o ponto mais baixo do reservatório e o barrilete, descontando as perdas de cargas presentes nesse caminho. Na mesma norma também é determinado que nos pontos de utilização a pressão estática deve ser igual ou inferior a 400 kPa (40 mca).

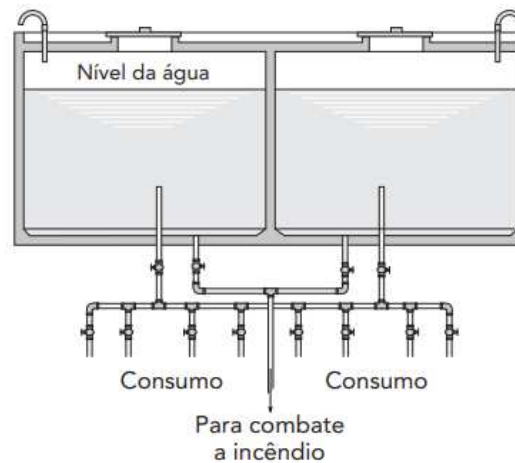
3.2.5.9 Dimensionamento do Barrilete

O barrilete é a tubulação que conecta os dois compartimentos da caixa d'água, que dão origem as colunas de água. Existem dois tipos de barrilete, o ramificado, apresentado na Figura 15 e o concentrado, mostrado na Figura 16. A vantagem do barrilete concentrado é que possui apenas um registro para todas as colunas em um único local, todavia a desvantagem é que precisa de grande espaço. Já o ramificado tem a vantagem de ser o mais econômico, porém os registros das colunas são bem espalhados (CREDER, 2017).

O dimensionamento do barrilete pode ser feito através de dois métodos: Hunter e seções equivalentes. O de Hunter é fixado a perda de carga (J) em 8% e calculado a vazão (Q) como se cada metade da caixa atendesse a metade das colunas. E com o conhecimento de J e Q, utilizando o ábaco de Fair Whipple-Hsiao (Figura 12), é calculado o diâmetro D (mm). O método das seções equivalentes, consiste em considerar os diâmetros encontrados para as colunas de modo que a metade seja atendida pela metade da caixa. Esse método das seções pode conduzir a diâmetros exagerados (CREDER, 2017).

Figura 15 – Barrilete ramificado

Fonte: Carvalho Júnior (2016).

Figura 16 – Barrilete concentrado.

Fonte: Carvalho Júnior (2016).

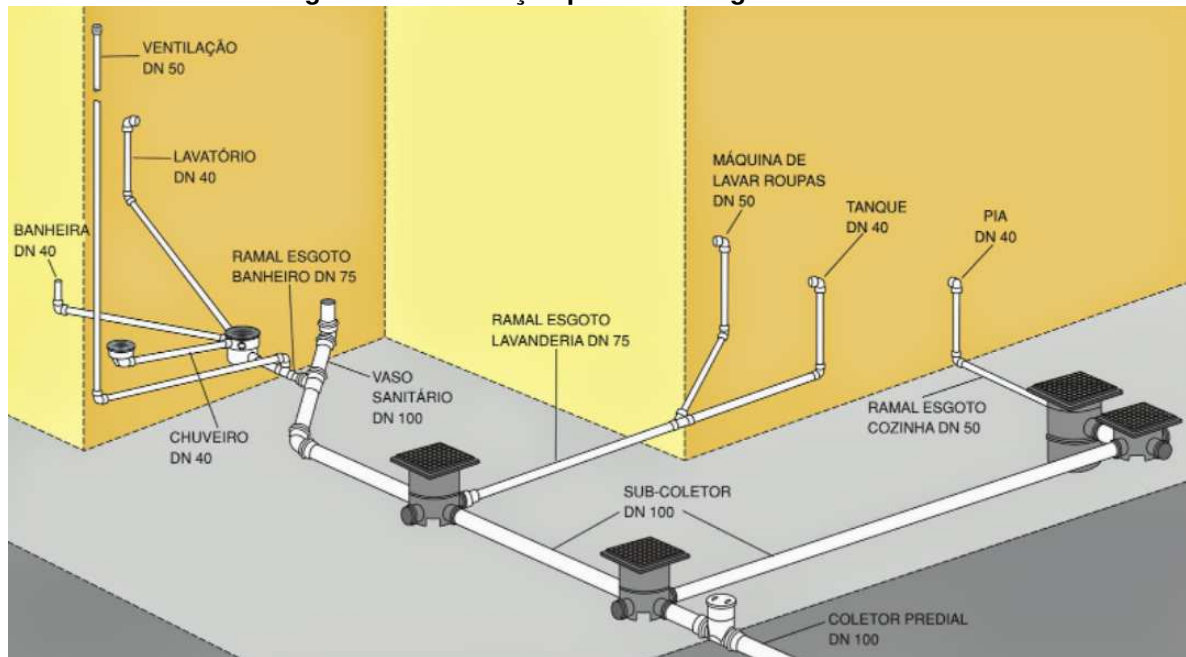
3.3 PROJETO SANITÁRIO (INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO)

Conforme descrito por Melo e Netto (2009), as instalações de esgoto sanitário são compostas de três segmentos: esgoto primário, esgoto secundário e ventilação. Essa instalação tem como objetivo retirar as águas que são usadas na edificação, levando de aparelhos sanitários e ralos até ao seu destino final, seja rede coletora pública de esgoto ou tratamento no próprio lote.

As instalações prediais de esgoto sanitário são compostas de maneira mais completa no segmento de esgoto primário por: ramal de descarga, ramal de esgoto, tubo de queda, subcoletor, coletor predial, caixa de gordura, caixa de inspeção e caixa coletora (VIEIRA *et al.*, 2019).

A Figura 17 mostra a ilustração de alguns elementos que compõem as instalações prediais de esgoto sanitário.

Figura 17 – Instalação predial de esgoto sanitário.



Fonte: Manual Técnico Tigre (2010).

3.3.1 Definições de elementos constituintes de instalações sanitárias prediais

A seguir estão as definições da NBR 8160:1999 para projetos sanitários:

- Esgoto sanitário: resíduos oriundos do uso de água para fins higiênicos;
- Esgoto industrial: resíduos líquidos que são provenientes de processos industriais;
- Aparelho sanitário: é um aparelho conectado a instalação predial e que é atribuído para receber dejetos ou águas servidas ou no uso da água para fins higiênicos. Como exemplo: vaso sanitário, pia, banheira;
- Caixa de gordura: é a caixa utilizada para abrigar na sua parte superior, as gorduras, óleos e graxas que fazem parte do esgoto, criando uma camada que deve ser retirada regularmente, evitando que esses elementos gordurosos obstruam a rede de esgoto;
- Caixa sifonada: é a caixa que contém desconector, que tem o objetivo de recolher efluentes do subsistema de esgoto sanitário;
- Caixa de inspeção: é a caixa utilizada para possibilitar limpeza, inspeções, desentupimento, junção ou mudanças na declividade e/ou direção das tubulações;

- Coluna de ventilação: é o tubo ventilador posicionado na vertical que atravessa um ou mais andares, e que tem uma abertura na extremidade superior liberando os gases para a atmosfera ou conectada ao tubo ventilador primário ou a barrilete de ventilação;
- Diâmetro nominal (DN): é o número utilizado em projeto para determinar as dimensões dos elementos das tubulações, que equivalem aproximadamente, ao diâmetro interno da tubulação em milímetros;
- Instalação primária de esgoto: é o conjunto de tubos e equipamentos que tem conexão com gases que são derivados do coletor público ou dos dispositivos de tratamento;
- Instalação secundária de esgoto: é o conjunto de tubos e equipamentos que não tem contato com gases que são derivados do coletor público ou dos dispositivos de tratamento;
- Ralo seco: receptor que não possui proteção hídrica, que possui grelha na parte superior e tem como função receber águas do chuveiro ou do piso lavado;
- Ramal de descarga: é o tubo que recebe diretamente os rejeitos dos aparelhos sanitários;
- Tubo de queda: é o tubo posicionado na vertical que recebe os despejos de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga;
- Tubo de ventilação: é o tubo que tem a função de permitir que o ar que é encontrado no sistema de esgoto seja liberado para a atmosfera e vice-versa ou que haja a passagem do ar no interior dele, que tem o objetivo de proteger o fecho hídrico dos desconectores e liberar os gases para a atmosfera;
- Desconector: equipamento aparelhado com fecho hídrico, que tem a função de impossibilitar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto;
- Subcoletores: é a tubulação que é responsável por receber os resíduos de ramais de esgoto ou tubos de queda;
- Coletor Predial: é a extensão de tubulação entre a última adição de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular.

- Subsistema de coleta e transporte: é conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e equipamentos indicados para receber o esgoto sanitário e levá-lo ao local adequado;
- Unidade de Hunter de Contribuição (UHC): é o fator numérico que retrata a contribuição conhecida conforme o uso costumeiro de cada tipo de aparelho sanitário.
- Altura do fecho hídrico: é a profundidade da faixa líquida, que é dimensionada pela diferença de cota entre o nível de saída e o ponto mais baixo da parede ou colo inferior do desconector, que faz divisão entre compartimentos ou ramos de entrada e saída desse equipamento.

Algumas das definições consideradas fundamentais em projetos de esgoto, embora descritas na NBR 8160:1999, são melhor compreensíveis por outros autores. Melo e Neto (2009) definem Ramal de esgoto como sendo o tubo que recebe os rejeitos dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector, e são responsáveis por conduzir os efluentes ao subcoletor ou ao tubo de queda;

3.3.2 NBR 8160:1999 (Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução)

A NBR 8160:1999 determina requisitos e sugestões relacionadas a projetos, execução, ensaio e manutenção das instalações prediais de esgoto sanitário, para que as exigências mínimas de segurança, higiene e conforto dos usuários sejam atendidas. Essa norma não deve ser utilizada em sistemas de esgoto industrial ou semelhante, exceto para estabelecer medidas de cautelas relacionadas à geração de esgoto sanitário presente nessas edificações. Ademais, a NBR 8160 também determina que não deve haver qualquer conexão entre as instalações de esgoto e as instalações de água pluvial.

A norma aqui abordada tem requisitos fundamentais para a elaboração do projeto, os quais são apresentados a seguir:

- Assegurar a qualidade de água, evitando a sua contaminação;
- Conceder que seja feito o escoamento dos sistemas sanitários da forma rápida, para evitar o vazamento e que dejetos fiquem depositados dentro das tubulações;
- Impossibilitar que os gases provenientes dos sistemas de esgoto sanitário alcancem os ambientes de uso;

- Não permitir que dejetos estranhos invadam o interior do sistema.
- Ter componentes que sejam de fácil fiscalização;
- Não permitir que o esgoto atinja o subsistema de ventilação;
- Fazer o uso de equipamentos de fixação nos aparelhos sanitários, que sejam de fácil remoção para manutenção.

3.3.3 Estudo Preliminar

O projeto de esgoto, como já apresentado nos estudos preliminares dos projetos elétrico e hidráulico, também necessita para a sua elaboração o conhecimento sobre o projeto arquitetônico, as plantas de situação, além de, se possível, que se tenha acesso ao projeto estrutural, para dessa forma evitar, a passagem das tubulações nos elementos estruturais.

Outrossim, é necessário que seja conhecido quais serão os aparelhos sanitários que estarão presentes na edificação, como também a sua localização, para que dessa forma seja feito o dimensionamento e o posicionamento de maneira correta de componentes como ramais de esgoto, caixa de inspeção e subcoletores, respeitando as diretrizes presentes na NBR 8160:1999.

É importante que antes da elaboração do projeto predial de esgoto sanitário, o engenheiro responsável pelo projeto tenha o conhecimento sobre como será feita a destinação final dos despejos oriundos da edificação, pois se houver uma rede pública de esgoto na região, o projetista deve respeitar as orientações ofertadas por ela. Porém se não houver essa rede pública, deve ser elaborado no projeto um sistema para recebimento desses despejos, como é o caso da fossa séptica.

3.3.4 Dimensionamento

A instalação de esgoto sanitária tem uma série de componentes que precisam ser dimensionados em projeto, sendo que esse dimensionamento deve estar em conformidade com a NBR 8160:1999, como mostrado nos próximos itens.

3.3.4.1 Dimensionamento dos componentes do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário

A NBR 8160:1999 determina que o dimensionamento das tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário podem ser feitos através de dois métodos: o hidráulico ou de unidade de Hunter de contribuição (UHC). O mesmo documento normativo ressalva que no uso de qualquer um dos métodos, os diâmetros nominais mínimos deverão respeitar os apresentados pela Tabela 7.

É importante ressaltar que neste trabalho o método adotado para fins de dimensionamento das tubulações do sistema de esgoto sanitário será o de unidade Hunter de contribuição (UHC).

Tabela 7 – Unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal dos ramais de descarga.

Aparelho Sanitário	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal Mínimo do Ramal de Descarga DN
Bacia sanitária	6	100 ¹
Banheira de residência	2	40
Bebedouro	0,5	40
Bidê	1	40
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Lavatório de residência	1	40
Lavatório coletivo	2	40
Mictório - Válvula de descarga	6	75
Mictório - Caixa de descarga	5	50
Mictório - Descarga automática	2	40
Mictório - De calha	2 ²	50
Pia de cozinha residencial	3	50
Pia de cozinha industrial – Preparação	3	50
Pia de cozinha industrial - Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar louças	2	50 ³

¹O 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 com saída própria para o ponto de esgoto de DN 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

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

³Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes

3.3.4.2 Dimensionamento dos ramais de descarga e de esgoto

De acordo com a NBR 8160:1999, os diâmetros mínimos dos ramais de descarga são encontrados na Tabela 7, entretanto, caso os aparelhos sanitários não estejam presentes nesta tabela, é preciso que seja calculado o número de UHC dos mesmos e o dimensionamento será realizado com os aparelhos indicados na Tabela 8. Além disso, os ramais de descarga tem como declividade mínima de percursos horizontais o valor de 2%, no caso do diâmetro nominal (DN) ser igual ou menor que 75 mm, e de 1%, quando iguais ou superiores a DN 100 mm. O dimensionamento dos ramais de esgoto, são feitos através da Tabela 9.

Tabela 8 – Unidades Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados a tabela 7.

Diâmetro Nominal Mínimo do Ramal de Descarga – DN	Número de Unidades Hunter de Contribuição UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999).

Tabela 9 – Dimensionamento de ramais de esgoto.

Diâmetro Nominal Mínimo do Ramal de Esgoto – DN	Número de Unidades Hunter de Contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999).

3.3.4.3 Dimensionamento dos desconectores

Os desconectores são elementos das instalações sanitárias que são indispensáveis, por ter a função de evitar a exposição dos ambientes internos aos gases oriundos dos despejos. Eles fazem parte dos esgotos primários, sendo três tipos de desconectores: caixa sifonada, sifões e ralos sifonados. (Macyntre, 2010)

Conforme presente na NBR 8160:1999, todos os desconectores precisam possuir as seguintes características: fecho hídrico com altura mínima de 5 cm e

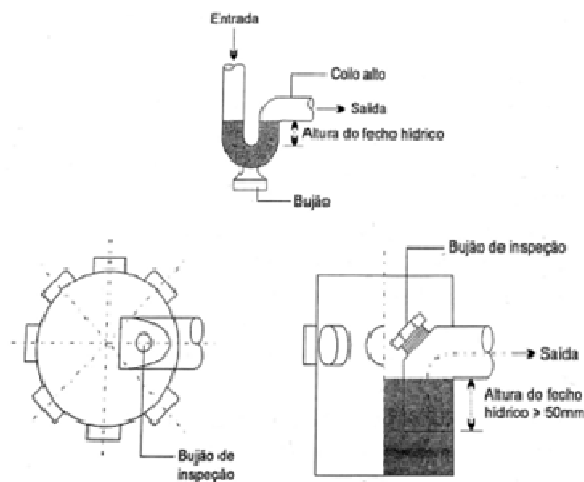
diâmetro do orifício de saída igual ou superior ao do diâmetro do ramal de descarga conectado a ele.

A mesma norma determina alguns atributos mínimos que as caixas sifonadas precisam possuir, que são apresentados abaixo:

- DN 100, no caso de receberem despejos de aparelhos sanitários de até 8 UHC;
- DN 125, no caso de receberem despejos de aparelhos sanitários de até 10 UHC;
- DN 150, no caso de receberem despejos de aparelhos sanitários de 15 UHC;

Vale destacar que a caixa sifonada precisa ter o ramal de esgoto com o diâmetro apresentado na Tabela 9. A Figura 18 traz a ilustração dos desconectores.

Figura 18 – Desconectores.



Fonte: Baptista (2010)

3.3.4.4 Dimensionamento do tubo de queda

Os tubos de queda podem ser dimensionados pelo somatório das UHC, conforme valores indicados na Tabela 9. O tubo de queda deve ser o mais vertical possível, porém existem casos onde há necessidade de desvios, e o dimensionamento dos tubos segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 17) é:

- a) quando o desvio formar ângulo igual ou inferior a 45° com a vertical, o tubo de queda é dimensionado com os valores indicados na tabela 10;
- b) quando o desvio formar ângulo superior a 45° com a vertical, deve-se dimensionar:
 - 1) parte do tubo de queda acima do desvio como um tubo de queda independente, com base no número de unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos acima do desvio, de acordo com os valores da tabela 10;
 - 2) a parte horizontal do desvio de acordo com os valores da tabela 11;
 - 3) a parte do tubo de queda abaixo do desvio, com base no número de unidade de Hunter de contribuição de todos os aparelhos que descarregam neste tubo de queda, de acordo com os valores da tabela 10, não podendo o

diâmetro nominal adotado, neste caso, ser menor do que o da parte horizontal.

Tabela 10 – Dimensionamento de tubos de queda.

Diâmetro Nominal Mínimo do Tubo DN	Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição UHC	
	Prédio de até 3 pavimentos	Prédio com mais de 3 pavimentos
40	4	8
60	10	24
75	30	700
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 (ABNT, 1999).

3.3.4.5 Dimensionamento do coletor predial e dos subcoletores

Conforme determinado pela NBR 8160:1999, o diâmetro e declividade mínima para subcoletor e coletor predial são determinados pelo somatório de UHC apresentado na Tabela 11. Sendo que o coletor predial não pode ter um diâmetro nominal inferior a DN 100. Nos casos de prédios residenciais, o único aparelho que será considerado do somatório de UHC será o de maior descarga de cada banheiro, já nos outros casos, serão contabilizados todos os aparelhos.

O comprimento máximo que os subcoletores podem atingir é de 15 metros. Ademais, os coletores prediais devem ser posicionados o mais retilíneo possível entre si. As mudanças de direção precisam ser feitas utilizando caixas de inspeção ou curvas de raio longo, com ângulo de 45° ou 90°. A ligação entre ramal de esgoto e coletor predial deve ser feita com o uso de caixa de inspeção ou junção simples com ângulo menor que 45°, porém com o uso de peça de inspeção (CREDER, 2017).

Tabela 11 – Dimensionamento dos coletores prediais e subcoletores.

(continua).

Diâmetro Nominal Mínimo do Tubo DN	Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função as Declividades Mínimas (%)			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250

Tabela 11 – Dimensionamento dos coletores prediais e subcoletores.**(conclusão).**

Diâmetro Nominal Mínimo do Tubo DN	Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função as Declividades Mínimas (%)			
	0,5	1	2	4
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 (ABNT, 1999).

3.3.4.6 Dimensionamento de caixas de gordura

A caixa de gordura, ilustrada na Figura 19, é obrigatória em todas as edificações em que haja despejos gordurosos (pia de cozinha, copas, etc.) sua função é retê-los, antes de direcionar os efluentes para a caixa de inspeção ou tubo de queda, prevenindo que não haja deposição desses resíduos nas paredes da tubulação (MELO e NETTO, 2009).

De acordo com a NBR 8160:1999, as dimensões das caixas de gordura devem obedecer as seguintes especificações:

✓ **Para uma cozinha:** Caixa de Gordura Pequena (CGP)

Cilíndrica com Diâmetro interno de 30 cm;

Parte submersa do septo: 20 cm;

Capacidade de retenção: 18 L;

Diâmetro de saída: DN 75;

✓ **Para duas cozinhas:** Caixa de Gordura Simples (CGS)

Cilíndrica com Diâmetro interno de 40 cm;

Parte submersa do septo: 20 cm;

Capacidade de retenção: 31 L;

Diâmetro de saída: DN 75;

✓ **Para três a doze cozinhas:** Caixa de Gordura Dupla (CGD)

Cilíndrica com Diâmetro interno de 60 cm;

Parte submersa do septo: 35 cm;

Capacidade de retenção: 120 L;

Diâmetro de saída: DN 100;

✓ **Para mais de dozes cozinhas:** Caixa de Gordura Dupla (CGD)

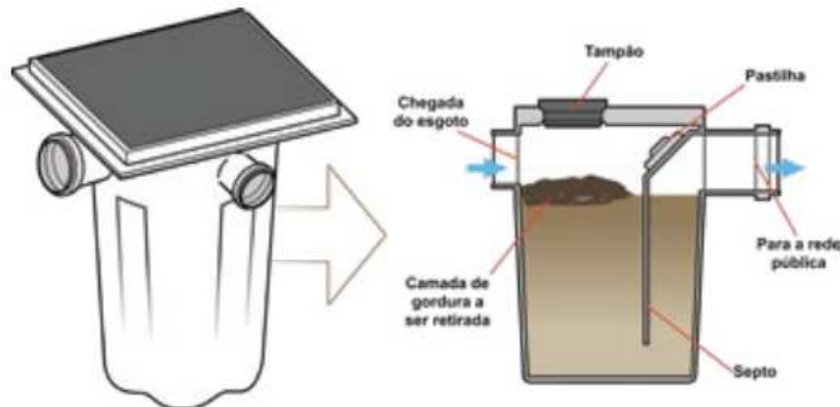
Cilíndrica com distância mínima entre o septo e a saída de 20 cm

Volume de capacidade de retenção: $V = 2N + 20$ (N: número de pessoas servidas pela cozinha;

Parte submersa do septo: 40 cm;

Diâmetro de saída: DN 100;

Figura 19 – Caixa de gordura.



Fonte: Goto (2018).

3.3.4.7 Dimensionamento de caixa de inspeção ou poço de visita

A caixa de inspeção será utilizada para unir subcoletores de diferentes direções ou quando o comprimento do subcoletores for maior que 15 m. De acordo com a NBR 8160:1999, o dimensionamento da caixa de inspeção será feito da seguinte forma:

- ✓ Profundidade máxima de 1,0 m;
- ✓ Na forma cilíndrica o diâmetro permitido é de 60 cm, e em caso de forma prismática de base quadrada ou retangular, seus lados internos devem possuir no mínimo 60 cm;
- ✓ Tampas de fácil remoção, que permita perfeita vedação;
- ✓ Fundo construído que facilite o escoamento e evite formação de depósitos.

3.3.4.8 Dimensionamento de subsistema de ventilação

As edificações que possuem esgoto sanitário primário precisam de sistema de ventilação, para que os gases provenientes dos coletores sejam destinados a atmosfera através da cobertura, impedindo que eles sejam liberados nos ambientes

internos, podendo causar desconforto aos usuários, ou o rompimento do fecho hídrico dos desconectores por aspiração ou compressão (MACYNTRE, 2010).

A NBR 8160:1999 determina que não deve haver a entrada de esgoto sanitário no sistema de ventilação, para evitar que isso aconteça, é estabelecido que a tubulação da ventilação precisa ter uma declividade mínima de 1%, caso algum líquido adentre nessa tubulação, o mesmo irá escorrer por gravidade e voltará ao ramal de esgoto ou de descarga, do qual originou-se. Ademais, também é definido que as curvas não devem ter ângulo superior a 90°.

O documento normativo determina que a extremidade da tubulação que entra em contato com a atmosfera precisa ter uma diferença de pelo menos 30 cm em relação ao telhado ou a laje, caso a laje tenha outras finalidades, além de cobertura, essa diferença de cota deve ser no mínimo de 2 m. A extremidade superior da tubulação de ventilação deve ter uma distância superior a 4 metros de porta, janela ou vão de ventilação, exceto quando está posicionada a pelo menos 1 metro acima da verga dos vãos. Por fim, também é definido que na ponta da tubulação deve ter um dispositivo que impeça a entrada de água pluvial no interior da tubulação.

De acordo com a NBR 8160:1999 o dimensionamento do subsistema de ventilação de esgoto pode ser feito através do método hidráulico ou seguindo os seguintes parâmetros:

- ✓ Para ramal de ventilação o diâmetro nominal não pode ser menor que os limites apresentados na Tabela 12;
- ✓ Para tubo ventilador de circuito o diâmetro nominal não pode ser menor que os limites apresentados na Tabela 13;
- ✓ Para o tubo ventilador complementar o diâmetro não deve ser menor que à metade do diâmetro do ramal de esgoto em que está conectado;
- ✓ Para a coluna de ventilação o diâmetro nominal precisa estar conforme as indicações da Tabela 13.
- ✓ Para o barrilete de ventilação, o diâmetro nominal precisa estar em conformidade com a tabela, sendo que o número de UHC é a soma dos tubos de quedas atendidos pelo trecho.
- ✓ Para o tubo ventilador de alívio, o diâmetro nominal deve ser igual ao diâmetro da coluna de ventilação a que está conectada.

Para melhor compreensão do subsistema de ventilação de esgoto predial a Figura 20 traz a ilustração de partes dos seus componentes.

Tabela 12 – Dimensionamento de ramais de ventilação.

Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal do Ramal de ventilação	Número de Unidades 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	-	-

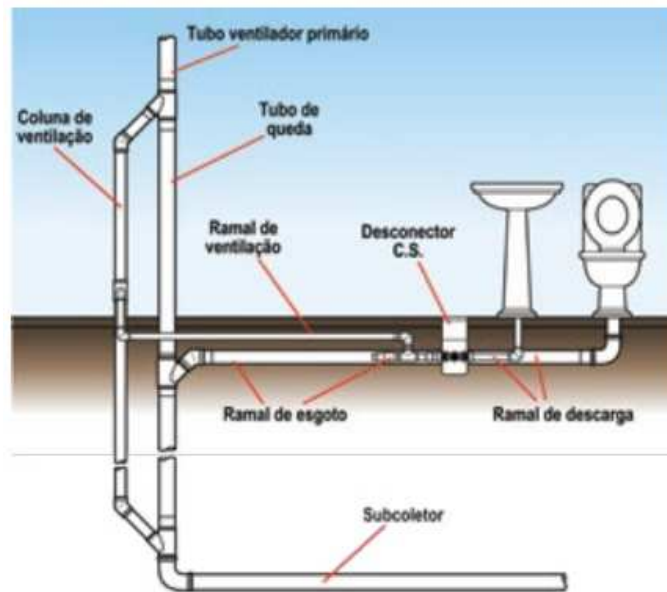
Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999).

Tabela 13 – Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação.

Diâmetro Nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN	Número de Unidades de Hunter de Contribuição 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	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	23	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	

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999).

Figura 20 – Partes do subsistema de ventilação na instalação predial de esgoto.



Fonte: Goto (2018).

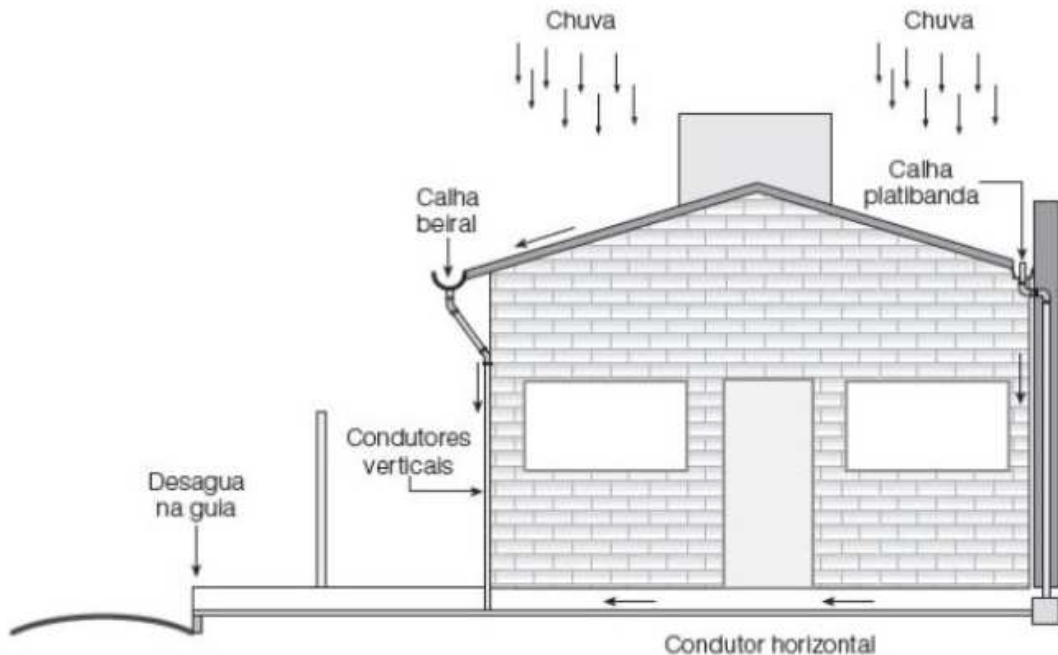
3.4 PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS (INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAS)

Segundo Melo e Netto (2009), as instalações de esgoto pluvial são subdivididas em três segmentos: calhas, tubos de queda e rede coletora. Esse tipo de instalação, tem a finalidade de captar e direcionar a água para seu escoamento com segurança e agilidade.

As instalações prediais de águas pluviais fazem a captação e o direcionamento das águas das chuvas que caem em locais como terraços, quintais e coberturas, para o sistema público de drenagem urbana. É importante frisar que não deve haver ligação entre essa instalação e as outras que compõe a edificação. (AZEVEDO NETO *et al.*, 1998).

Para melhor compreensão da instalação de águas pluviais, a Figura 21, traz a ilustração dos seus componentes.

Figura 21 – Instalação predial de águas pluviais.



Fonte: Carvalho Júnior (2016).

3.4.1 Definições de elementos constituintes de instalações hidráulicas prediais

A seguir estão as definições da NBR 10844:1989 para projetos de águas pluviais:

- Calha: é o canal que recebe a água das coberturas, terraços ou semelhantes e os leva ao ponto de destino;
- Conductor horizontal: é o canal, ou tubos horizontais, que tem a função de receber e encaminhar as águas pluviais para os locais liberados pelos dispositivos legais;
- Conductor vertical: são os tubos que tem a função de receber as águas da calha, cobertura, terraço ou semelhantes e encaminha-las a parte do inferior do edifício;
- Ralo: é a caixa que possui gralha na parte superior, que tem função de receber águas pluviais;
- Vazão de projeto: é a vazão utilizada como referência para o dimensionamento dos condutores e calhas;

Algumas das definições consideradas fundamentais em projetos de esgoto não estão descritas na NBR 10844:1989, porém são definidas por outros autores. Macyntre (2010) define condutor como sendo a tubulação que leva as águas de

telhados, terraços e áreas abertas até as caixas de areia, desde o ponto em que a água é direcionada ao local de lançamento por coletores; já Creder (2017) define período de retorno: é a média de anos em que, uma certa intensidade pluviométrica será igualada ou ultrapassada apenas uma vez, com a mesma duração de precipitação.

3.4.2 NBR 10844:1989 (Instalações prediais de água pluviais – Procedimentos)

A norma NBR 10844:1989 (conhecida anteriormente como NB 611) estabelece diretrizes para a criação de projetos de instalações de drenagens de águas pluviais, tendo como objetivo assegurar que os projetos tenham boas funcionalidade, sejam seguros, confortáveis, duráveis e econômicos.

A norma é empregada em drenagem de águas pluviais em coberturas e em outras áreas como terraços, pátios e quintais. Esse documento normativo não se emprega em casos onde a vazão do projeto e as características da área necessitem o uso de bocas-de-lobo e galerias.

A norma apresenta uma série de critérios que devem ser cumpridos nos projetos de instalações de drenagem de águas pluviais, sendo alguns deles apresentados abaixo:

- Possuir estanqueidade;
- Possibilitar que o interior da instalação seja limpo e desobstruído em qualquer local;
- Armazenar e encaminhar vazões de projeto para locais liberados por dispositivos legais;
- As águas pluviais não devem ser destinadas a redes de esgotos, só em águas residuais (despejos e líquidos domésticos e industriais);
- Não dever haver nenhuma conexão entre a instalação de águas pluviais e qualquer outra instalação predial;
- Possuir equipamentos de proteção contra a presença de gases na instalação, em caso de haver risco da penetração dos gases;

3.4.3 Estudo Preliminar

É necessário para a elaboração do projeto de águas pluviais, como já citado nos estudos preliminares dos projetos anteriores, o conhecimento prévio sobre as plantas de situação e do projeto arquitetônico, como também é aconselhável que seja disponibilizado o projeto estrutural, para evitar, a passagem dos elementos dessa instalação nos elementos estruturais.

Para a elaboração de projeto sobre instalações de águas pluviais é importante o conhecimento sobre os fatores meteorológicos da região onde será localizada a edificação do projeto, já que são esses fatores que irão determinar como será dimensionado os elementos dessa instalação (CREDER, 2017). É importante que o projetista respeite e siga as instruções apresentadas na NBR 10844:1989.

3.4.4 Dimensionamento

A instalação de águas pluviais possui um grupo de componentes como calhas e condutores que necessita de dimensionamento feito em projeto com base nas informações preliminares fornecidas como também respeitando as instruções fornecidas pela NBR 10844:1989, que será apresentado nos itens seguintes.

3.4.4.1 Dimensionamento dos fatores meteorológicos

Os elementos meteorológicos que são necessários para a determinação da vazão de projeto, são a intensidade pluviométrica e o período de retorno, a NBR 10844:1989 sugere que esses valores sejam apanhados pelo trabalho “Chuvas Intensas no Brasil” de autoria de Otto Pfafstter - Ministério de Viação e Obras Públicas – Departamento Nacional de Obras e Saneamento – 1957. Os dados utilizados são os de chuvas críticas, ou seja, de curta duração, pois foi observado que as mesmas costumam possuir maior intensidade, em relação as chuvas prologandas (MACYNTRE, 2010). A Tabela 14 apresenta as chuvas intensas de acordo com a norma NBR 10844 sendo que apenas considerando as capitais brasileiras.

De acordo com a norma NBR 10844 o período de retorno é fixado com base nas características da área a ser drenada, seguindo os valores:

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

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

T= 25 anos, para cobertura e áreas onde empoçamentos ou extravasamento não possam ser tolerados.

Esses valores de período de retorno são pré-requisitos para a determinação da vazão de projeto que é utilizada no dimensionamento de calhas. Essa vazão de projeto é obtida a partir da Equação 4:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (\text{eq. 4})$$

Onde: Q = vazão de projeto, em litros/min;

I= intensidade pluviométrica;

A= área de contribuição, em m²;

Tabela 14 – Chuvas intensas no Brasil.

Local	Intensidade Pluviométrica (mm/h)		
	Período de Retorno (anos)		
	1	5	25
Aracaju/SE	174	238	313(17)
Belém /PA	138	157	185
Belo Horizonte/MG	132	227	230
Cuiabá/MT	144	190	230(12)
Curitiba/PR	132	204	228
Goiânia/GO	120	178	192
João Pessoa/PB	115	140	162
Maceió/AL	102	122	174
Natal/RN	113	120	143(19)
Porto/RS	118	146	167
Rio Branco/AC	126	139(2)	-
Salvador/BA	108	122	145(16)
Teresina/PI	154	240	262 (23)
Vitória/ES	102	156	210
Florianópolis/SC	114	120	144

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

3.4.4.2 Dimensionamento de calhas

As calhas de beiral ou platibanda precisam ter uma inclinação uniforme e de no mínimo 0,5% para que seja evitado o empoçamento. Em circunstâncias em que a saída da calha se encontra a menos de 4 metros de uma mudança de direção, é preciso que seja multiplicada a vazão de projeto pelos fatores apresentados na

Tabela 15 que foi retirada da norma NBR 10844:1989. A Figura 22 apresenta a ilustração da calha de telhado.

Tabela 15 – Coeficientes multiplicativos de vazão de projeto.

Tipo de Curva	Curva a Menos de 2 m da Saída da calha	Curva entre 2 e 4m da saída da calha
Canto reto	1,2	1,1
Canto arredondado	1,1	1,05

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

Para o dimensionamento das calhas é necessário que seja utilizada a fórmula de Manning-Strickler como é sugerido pela NBR 10844.

$$Q = K \times S/n \times RH^{\frac{2}{3}} \times d^{\frac{1}{2}} \quad (\text{eq. 5})$$

Onde: Q = vazão de projeto, em litros/min;

S = área da seção molhada, em m²;

N = coeficiente de rugosidade, apresentado na Tabela 15;

RH= S/P= raio hidráulico, em m;

P= perímetro molhada, em m;

d= declividade da calha em m/m;

K= 60.000;

A Tabela 16 obtida pela norma de instalações prediais de águas pluviais, aponta os coeficientes de rugosidade dos materiais mais comuns na fabricação de calhas.

Tabela 16 – Coeficientes de rugosidade (n).

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

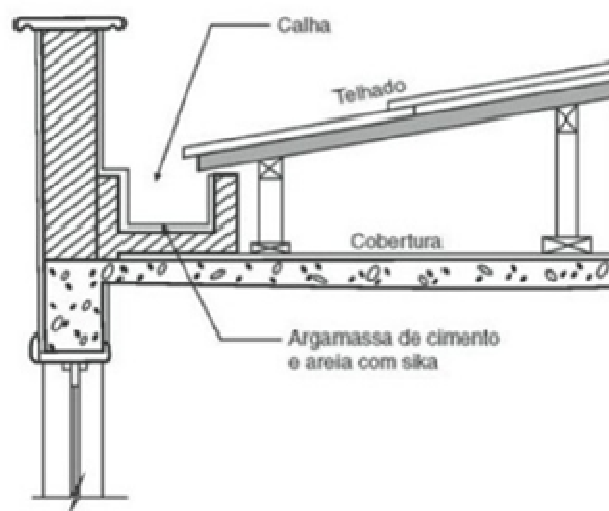
Através da Tabela 17, obtida da NBR 10844, tem se a capacidade das calhas semicirculares (coeficiente de rugosidade n=0,11), para certos valores de declividades. Esses valores foram obtidos fazendo o uso da formula de Manning-Strickler, para a lâmina de água a meio seção do diâmetro interno do tubo.

Tabela 17 – Capacidade de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n=0,11$ (vazão em L/min).

Diâmetro Interno (mm)	Declividades		
	0,50%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

Figura 22 – Calha para telhado.



Fonte: MACYNTRE (2010).

3.4.4.3 Dimensionamento de condutores verticais

Segundo as recomendações da NBR 10844:1989, os condutores verticais precisam ser projetados se possível em um uma só prumada. Em caso de necessidade de desvios, é preciso que sejam utilizadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, como também deve ser utilizadas peças de inspeção (tubos operculados).

Segundo NBR 10844, o diâmetro interno mínimo que pode ser utilizado dos tubos verticais é de 70 mm e o dimensionamento dos condutores verticais precisa ser realizado através dos dados abaixo:

Q = vazão de projeto, em litros/min;

H = altura da lâmina d'água da calha em mm;

L = comprimento do condutor vertical, em m;

Para se obter o diâmetro dos condutores, a NBR 10844, fornece dois ábacos que são apresentados no Anexo 2, que foram criados com coeficiente de atrito $f=0,04$ e com dois desvios de atrito na base. Eles são diferenciados entre pelo tipo de saída, um sendo de aresta viva e o outro em funil. O método para utilizar os ábacos e escolher o diâmetro é feito segundo Borges e Borges (1992, pg. 384):

1. levanta-se uma perpendicular por Q até interceptar as curvas H e L correspondentes; caso não haja curvas nos valores de H e L, deve-se interpolar entre as curvas existentes;
2. transportar a interseção mais alta até o eixo D;
3. adotar o diâmetro nominal (DN) cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado.

Por causa da complexidade dos ábacos, Carvalho Júnior (2017) sugere outra forma de pré-dimensionamento dos condutores verticais, que relacionada a área do telhado com o diâmetro do condutor apresentado na Tabela 18. Vale ressaltar que esse tipo de dimensionamento não pode ser usado em casos especiais.

Tabela 18 – Área máxima de cobertura para condutores verticais de seção circular

Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Área máxima de cobertura (m ²)
50	0,57	14
75	1,76	42
100	3,78	90
125	7	167
150	11,53	275
200	25,18	600
Fonte: CARVALHO JÚNIOR (2016).		

3.4.4.4 Dimensionamento de condutores horizontais

Os condutores horizontais precisam ser projetados, quando possível, com declividade uniforme e de no mínimo 0,5%. O dimensionamento da tubulação de seção circular é feito utilizando fórmula de Manning-Strickler, e lâmina d'água com altura igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo. O Anexo 3, obtido da NBR 10844:1989, apresenta a indicação de diâmetros para os diferentes tipos de materiais, inclinações e vazões.

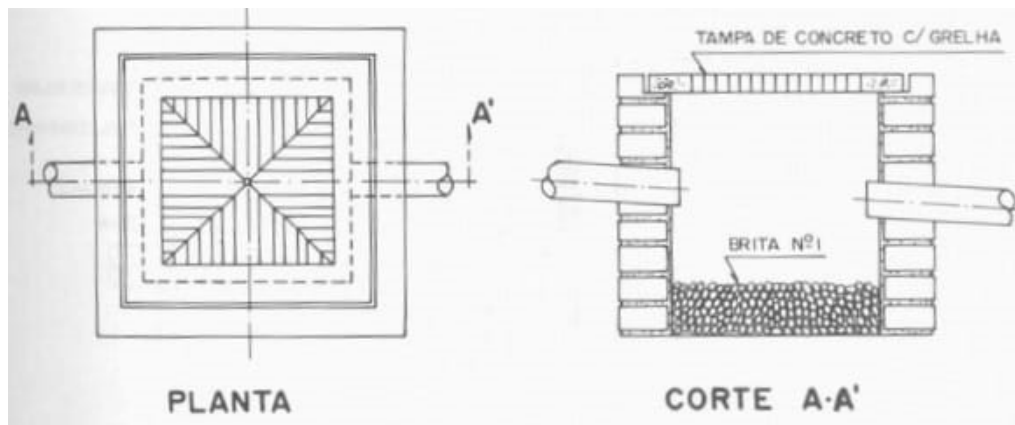
3.4.4.5 Dimensionamento de ralos

Os ralos são utilizados nas águas pluviais, com o objetivo de auxiliar no escoamento d'água das áreas descobertas ou de calhas, canaletas ou sarjetas, levando a água para os condutores ou coletores. Os ralos são compostos em duas partes: caixa e grelha (MACYNTRE, 2010).

3.4.4.6 Dimensionamento de caixas de inspeção ou caixa de areia

A caixa de areia e/ou inspeção são utilizadas quando ocorrer conexão com outras tubulações, mudança na declividade, direção ou a cada 20 metros de caminho retilíneo. É feito o uso da caixa de areia quando existe possibilidade de arrastamento de lama e de areia na tubulação. Quando não existe essa possibilidade, pode ser feito apenas o uso de caixa de inspeção. As caixas de inspeção ou de areia precisam ter as dimensões mínimas de: 0,6 metros de diâmetro em seção circular ou 0,6 metros de lado se forem quadradas (BORGES e BORGES, 1992).

Figura 23– Caixa de areia.



Fonte: Borges E Borges (1992).

3.5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE ALGUNS ESTUDOS

3.5.1 A importância do projeto elétrico residencial – Silva (2021).

O trabalho de Silva (2021), tem o intuito de mostrar a necessidade de projetos de instalações elétricas residenciais. A monografia traz assuntos como a evolução

do setor elétrico brasileiro e a sua distribuição, como também os acidentes que foram causados pela energia elétrica, além de mostrar as informações presentes na NBR 5410:2004, sobre a forma de dimensionar os componentes presentes nos sistemas elétricos residenciais.

Este trabalho, traz um estudo de caso de uma unidade residencial na Bahia, onde a instalação elétrica presente na edificação foi construída sem a presença de projeto. A metodologia utilizada no trabalho, além das pesquisas bibliográficas, foi realizada inspeção visual sobre a instalação elétrica da residência e elaborado um projeto elétrico compatível com as orientações presentes na norma de instalações elétricas de baixa tensão. Ainda sobre a metodologia empregada, foi feito um uso de questionário digital, com o intuito de obter as informações sobre a sensação de segurança que os usuários sentiam em relação a instalação elétrica do imóvel.

Esse estudo mostrou que a instalação da edificação não estava em conformidade com a norma, além de mostrar que existia algumas falhas na utilização das instalações elétricas. Deste trabalho é possível compreender que as inadequações presentes em instalações elétricas pode gerar risco a segurança da edificação e de seus usuários. Mostrando com isso, como é importante a existência de um projeto elétrico residencial, seguindo as orientações da norma regulamentadora desse tipo de instalação, como também que sua execução seja feita por profissionais qualificados, para assim, garantir que o imóvel é seguro para os seus usuários e a instalação funcionará de maneira adequada.

3.5.2 Impactos e transtornos gerados através da má execução das instalações hidrossanitárias – Claudino *et al.* (2020)

O artigo de Claudino *et al.* (2020), aborda o tema sobre os fatores que acarretam no comprometimento da qualidade das instalações hidrossanitárias. E alguns dos objetivos desse estudo é mostrar que projeto hidrossanitário é indispensável para qualquer edificação e também que o acompanhamento de profissionais que tenham conhecimento em normas e de projeto traz uma melhoria significativa nos resultados.

O estudo realizou uma pesquisa bibliográfica sobre as normas e conteúdos literários relacionados a projetos, execução e os materiais empregados nessas instalações. Foi utilizado como objeto de estudo, um condomínio residencial, onde as instalações estavam apresentando patologias, e foram realizadas vistorias para

compreender o motivo para tais surgimentos. Também é mostrado no estudo pontos sobre como evitar a má execução das instalações sanitárias, sobre o controle da execução das instalações e também sobre a montagem desse sistema.

O estudo mostra que alguns dos motivos que geraram o surgimento dessas patologias foram projetos mal elaborados e falhas na execução. O estudo afirma que as instalações hidrossanitárias nem sempre são executadas com os cuidados devidos e que a maioria dos problemas gerados nesse sistema se deve por má interpretação do projeto, como também de má execução. Sendo assim, nessas etapas citadas deve-se dar a maior atenção e foco, pois os autores afirmam que o projeto bem elaborado traz um impacto positivo na execução e na qualidade da obra.

3.5.3 Estudo de manutenção predial em prédios públicos: proposta de manual de uso, operação e manutenção para os sistemas de cobertura e hidrossânitário do campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe – Pereira (2021)

O trabalho de Pereira (2021) teve o intuito de avaliar a gestão da manutenção predial praticada no sistema de cobertura e instalação hidrossanitária do campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe. Um dos objetivos do estudo citado, é detectar, classificar e determinar recomendações técnicas para as irregularidades encontradas nos sistemas de cobertura e hidrossânitário.

Para a elaboração do estudo foi necessária a realização de algumas etapas, entre as quais está a inspeção in loco, em que foi realizado registros fotográficos nos sistemas para catalogar as anomalias existentes. Foi observado que não existia projeto hidrossânitário e que algumas das irregularidades estavam relacionadas com problemas na tubulação, e que as recomendações técnicas para isso foi a substituição de tubos e conexões.

Desse estudo foi concluído que existe uma deficiência na gestão da manutenção do campus em relação a existência de documentos que deveriam fazer parte do programa de manutenção, além das anomalias que foram encontradas nos sistemas de cobertura e hidrossânitário, que acabam prejudicando o bom desempenho e reduzindo a vida útil dos sistemas.

4 METODOLOGIA

Para a elaboração desse estudo, a primeira etapa realizada foi uma pesquisa bibliográfica em normas, livros, monografias e artigos científicos, com o objetivo de determinar as diretrizes de dimensionamento dos projetos de instalações elétrica, hidráulica, de esgoto sanitário e de águas pluviais.

Posteriormente, foi usada como base uma residência unifamiliar localizada no município da Barra dos Coqueiros – SE, que foi construída em um terreno com 312,50 m², tendo a área total construída de 214,50 m², com a taxa de ocupação de 44,32% e gabarito de altura de 9,40 m. A edificação é composta por oito cômodos no pavimento térreo, resultando na área construída de 138,50 m². E dez cômodos no pavimento superior com área total de 76 m². A Tabela 19 apresenta a descrição e dimensões de cada um dos ambientes pertencentes aos dois pavimentos da edificação.

Tabela 19 – Cômodos e suas dimensões.

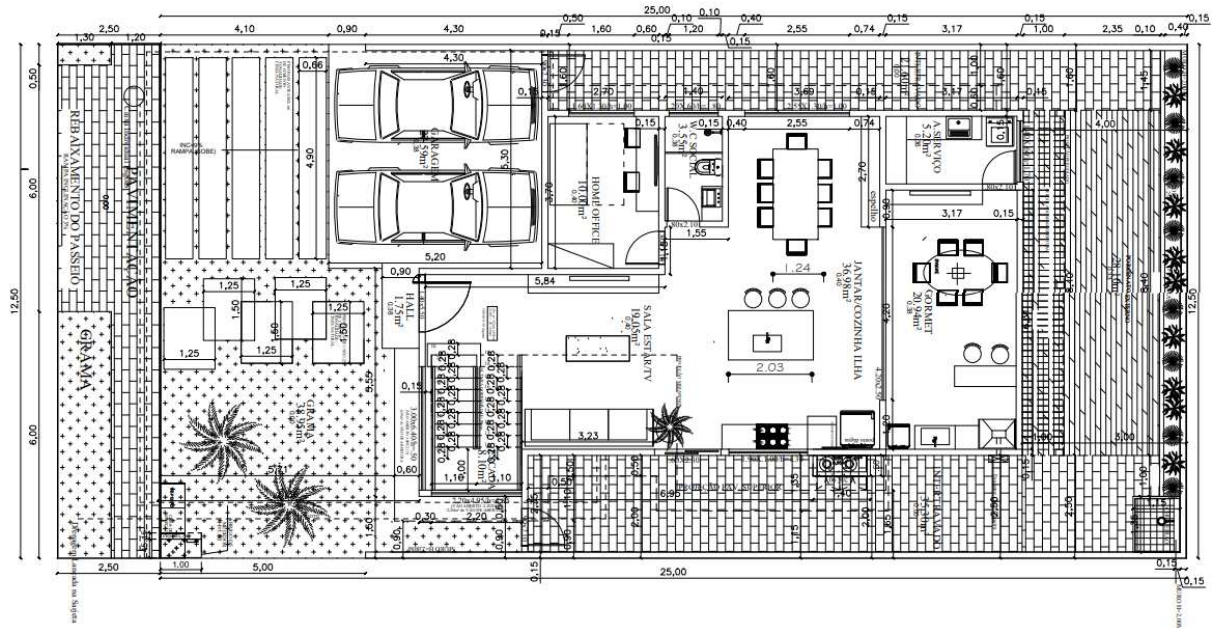
Comodo	Pavimento	Área (m ²)	Perímetro (m)
Garagem	Térreo	27,59	21,29
Hall	Térreo	1,75	5,70
Sala Estar/TV	Térreo	19,05	20,18
Home Office	Térreo	10,00	12,80
W.C Social	Térreo	3,55	7,88
Jantar/Cozinha Ilha	Térreo	36,98	26,67
Gourmet	Térreo	20,94	18,95
Área de Serviço	Térreo	5,20	9,64
Escada	Superior	8,10	11,84
Varanda Aberta	Superior	17,91	18,63
Suíte Casal	Superior	19,35	19,82
Corredor	Superior	9,36	19,32
W.C Suíte Casal	Superior	4,35	8,81
W.C Social	Superior	4,35	8,81
Circulação	Superior	7,32	10,83
Quarto Filha	Superior	12,91	14,64
Quarto/Sala	Superior	9,15	12,12
Varanda Aberta	Superior	19,92	23,43

Fonte: A autora (2022).

Em sequência com o acesso aos projetos de planta baixa do pavimento térreo e superior, como mostrado nas Figuras 24 e 25, foi realizada a concepção dos projetos de instalações elétrica, hidráulica, de esgoto sanitário e de águas pluviais, seguindo os procedimentos descritos nos itens 3 e 5. Foram utilizados, além das

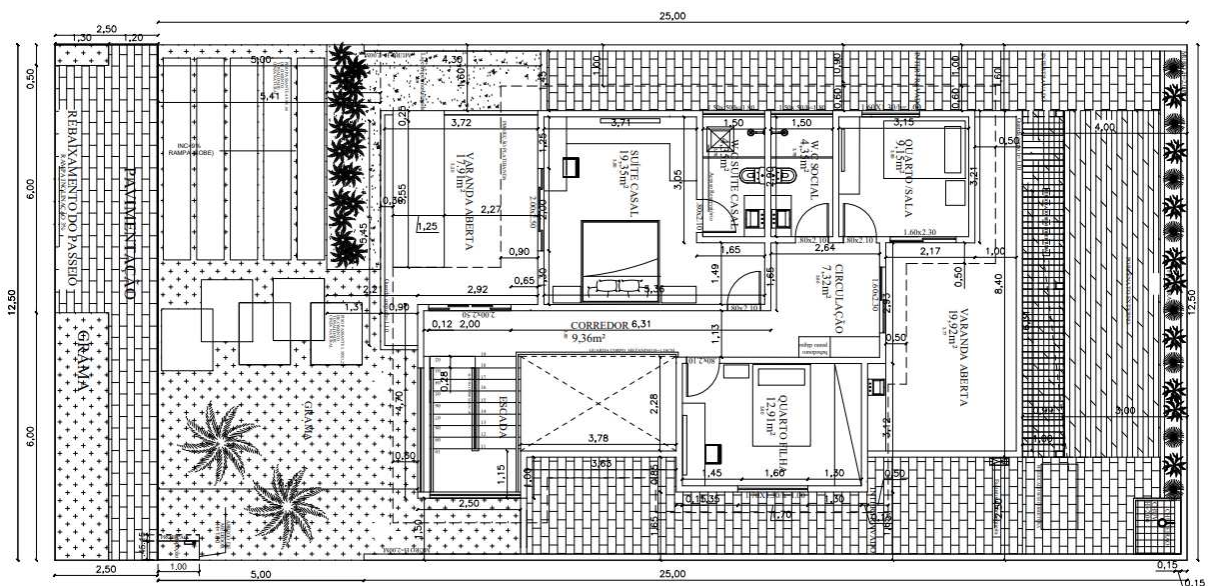
referências bibliográficas citadas nos itens 3 e 5, os softwares AutoCAD e Excel. O primeiro, para auxiliar nos desenhos e representações gráficas. Já o segundo foi fundamental para automatizar procedimentos de dimensionamentos. Por fim, foi feito o acompanhamento da execução dos projetos de instalações no empreendimento, através de vistorias diárias a obra, quando foram feitos registros fotográficos e anotações de aspectos relevantes observados na execução.

Figura 24 – Planta baixa do pavimento térreo.



Fonte: A autora (2022).

Figura 25 – Planta baixa do pavimento superior.



Fonte: A autora (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PROJETO ELÉTRICO

5.1.1 Características da Instalação

Na instalação desse projeto foram utilizados condutores de cobre revestidos em PVC e eletrodutos em PVC. A categoria de atendimento dessa instalação é trifásica de acordo com o estabelecido pela ENERGISA através da NDU-001 (2016).

5.1.2 Pontos de Iluminação

A definição da potência dos pontos de iluminação no projeto elétrico dimensionado, foi realizada respeitando o método da carga mínima, como determinado pela NBR 5410:2004. Assim, em ambientes com área igual ou inferior a 6 m² a potência de iluminação foi de 100 VA. Já nos ambientes em que a área foi superior a 6 m², a potência de iluminação utilizada foi determinada através da soma de 100 VA para os primeiros 6 m² com 60 VA a cada 4 m². Na área externa foi usado pontos de iluminação (arandelas) a cada 2,5 m.

A quantidade de pontos de iluminação e as potências utilizadas em cada ambiente está presente no quadro de determinação de carga, encontrado no Anexo 4. Nele é observado que a previsão de carga foi feita com o uso da potência de 26 Watts para os pontos de iluminação da edificação e 16 Watts para os pontos da área externa. Ressalta-se que em ambos os casos foi feito o uso de lâmpada fluorescente, e que a potência de 26 Watts dessa lâmpada, equivale a uma lâmpada incandescente de 100 Watts. O motivo do uso da lâmpada fluorescente, se deve ao fato que desde 2016 não é feita mais a fabricação da lâmpada incandescente (base de potência de iluminação usada na norma).

A partir daí foram dimensionados os condutores e as proteções de cada circuito formado pelos pontos de iluminação, conforme mostrado nos itens 5.1.5 e 5.1.7. A Figura 26 apresenta a localização da iluminação na garagem da residência aqui abordada.

Figura 26 – Ponto de iluminação.



Fonte: A autora (2022).

5.1.3 Pontos de tomadas de uso geral (TUG)

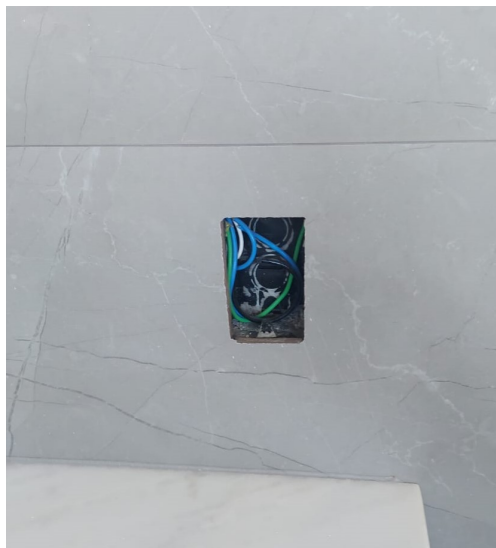
Os pontos de tomada foram dimensionados e distribuídos considerando as diretrizes apresentadas na NBR 5410:2004. Dessa maneira, essa distribuição é mostrada a seguir:

- Nos banheiros foi utilizado um ponto de tomada, próximo do lavatório;
- Nos ambientes da Jantar/Cozinha Ilha, área de serviço e área gourmet foi utilizado ao menos um ponto de tomada a cada 3,5 metros, ou fração, de perímetro;
- Foram dispostos dois pontos de tomadas sobre a região da bancada da área gourmet e três pontos de tomadas na bancada da cozinha e da área de serviço;
- Na varanda e garagem, foi alocado um ponto de tomada;
- Nos demais ambientes, os pontos de tomadas foram dispostos em locais estratégicos, onde foi analisado a posição dos móveis e eletrodomésticos mostrados no projeto arquitetônico.

Em relação a potência elétrica desses pontos de tomadas, procedeu-se da seguinte forma: na cozinha, área de serviço, área gourmet e banheiro, os três primeiros pontos de tomadas detinham uma potência de 600 VA e os demais pontos possuíam potência de 100 VA. Já nos outros ambientes, os pontos continham potência de 100 VA. Ademais, no quadro de determinação de cargas, encontrado no Anexo 4, é mostrado a quantidade e potência dos pontos de iluminação definidos no projeto.

Mediante isso foram dimensionados os condutores e as proteções de cada circuito formado pelos pontos de tomadas de uso geral, conforme mostrado nos itens 5.1.5 e 5.1.7. A Figura 27 mostra a alocação da tomada de uso geral no banheiro da residência aqui abordada.

Figura 27 – Ponto de tomada de uso geral



Fonte: A autora (2022).

5.1.4 Pontos de tomadas de uso específico (TUE)

Os pontos de tomadas de uso específico (TUE) foram dimensionados de acordo com o conhecimento prévio dos eletrodomésticos que necessitam de potências específicas. No presente projeto, as potências dessas tomadas foram dimensionadas para o chuveiro elétrico, o ar condicionado e o micro-ondas. Esses pontos foram posicionados próximos a locação dos seus eletrodomésticos correspondentes. No Anexo 4, é visto o quadro de determinação de carga, onde está presente a potência, os ambientes e os aparelhos a que estes pontos foram destinados.

Os condutores e as proteções de cada circuito formado pelos pontos de tomadas de uso específico foram dimensionados segundo mostrado nos itens 5.1.5 e 5.1.7.

5.1.5 Divisão dos circuitos

A divisão dos circuitos do presente projeto foi realizada com o intuito de ter uma melhor divisão de cargas, como também visando a economia do projeto, porém sempre respeitando as diretrizes apresentadas pela NBR 5410:2004, assim foram seguidos os procedimentos adiante:

- Os pontos de iluminação tiveram circuito independente do circuito de tomada;
- O circuitos foram feitos para gerar correntes com valores baixos;
- Para cada tomada de uso específico foi utilizado um circuito único e independente;
- Os ambientes considerados de área molhada, como banheiro, área de serviço e copa, possuíam um circuito de tomadas independente dos demais ambientes, com exceção das tomadas da varanda aberta.
- As cargas do circuito foram as mais uniformes possíveis.

5.1.6 Condutores

Para o dimensionamento dos condutores, primeiro foi definido seu método de instalação. Observando a tabela 20, é encontrado alguns dos métodos presentes na NBR 5410:2004. Nesse projeto foi utilizado o método de instalação de número 7 com o método de referência B1, ou seja, condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.

Tabela 20 – Tipos de linhas elétricas.

(continua).

Método de instalação número	Descrição	Método de referência
M	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.	A1
2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	A2
3	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaço desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.	B1

Tabela 20 – Tipos de linhas elétricas.**(conclusão).**

Método de instalação número	Descrição	Método de referência
6	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.	B2
7	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B1
8	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B2
61	Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D
71	Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

Depois foi observado a quantidade de cabos presentes em cada circuito dos condutores, podendo ser monofásico, bifásico ou trifásico. A Tabela 21, foi usada para determinar esse número.

Tabela 21 – Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito.

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotados
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

Fonte: ABNT NBR 5410 (2004).

Posteriormente, foi calculado a corrente de projeto de cada circuito. Esse cálculo é feito com a divisão da potência do circuito pela sua tensão. Em seguida, usando da Tabela 22, foi aplicado um fator de correção de agrupamento na corrente de cada circuito.

Tabela 22 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

Em sequência, foi escolhido o tipo de isolamento desses condutores e a temperatura máxima suportada pelo cabo. Foi utilizado a Tabela 23, que corresponde a cabos com isolamento em PVC, temperatura ambiente de 30° C e com a temperatura do condutor de até 70° C.

Tabela 23 – Capacidade de condução de corrente.

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	15	14	14	13	17,5	16	17	15	20	18	22	18
2,5	20	18	19	18	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

Por fim, foi observado se o dimensionamento encontrado respeitava as seções mínimas de condutores de cobre para circuitos de iluminação e de tomadas que são, respectivamente, 1,5 mm² e 2,5 mm². Foi usado nesse projeto, o valor da seção mínima tanto para os circuitos de iluminação, quanto para os de tomadas de uso comum.

O cabo neutro foi dimensionado com o mesmo diâmetro do cabo de fase, já que segundo a NBR 5410:2004, o cabo neutro deve ter a mesma dimensão do cabo de fase quando o segundo possui dimensão inferior ou igual a 25 mm².

O cabo de proteção (cabo terra) foi dimensionado com a mesma seção do cabo de fase, nos condutores que possuíam a seção inferior a 16 mm². Porém no

caso dos cabos de fase que tiveram a seção de 25 mm², foi usado o cabo de proteção de 16 mm². Também foi determinado que seria utilizado apenas um cabo de proteção para os circuitos que estavam agrupados no mesmo eletroduto, e a dimensão desse cabo era a mesma do condutor de maior bitola.

5.1.7 Eletrodutos

Os eletrodutos foram dimensionados por meio da taxa de ocupação. Assim, nos eletrodutos que possuíam apenas um condutor, essa taxa não foi superior a 53%, nos casos que continham dois condutores, a taxa foi inferior a 31 % e nos eletrodutos de três ou mais condutores, a taxa de ocupação não foi superior a 40%. Para a determinação da seção nominal dos eletrodutos de mesma seção de condutor, foi utilizada a Tabela 24.

Tabela 24 – Seção nominal dos eletrodutos.

Seção nominal mm ²	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	25	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75

Fonte: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS – ELEKTRO/PIRELLI (2006).

Também foram alocados caixas de inspeção na área externa da edificação, entre as curvas de 90°, e na ligação dos condutores da área externa com os condutores da edificação.

5.1.8 Dispositivos de proteção

O dimensionamento dos dispositivos de proteção foram realizados da seguinte forma:

- ✓ O dimensionamento dos disjuntores termomagnéticos levou em consideração a corrente de cada circuito, assim, os circuitos do presente projeto tiveram disjuntores de 10 A, dependendo da necessidade do ambiente e dos equipamentos utilizados.
- ✓ Os dispositivos de proteção residual (DR) foram dimensionados considerando a corrente dos circuitos. Esses dispositivos foram usados nos circuitos de áreas molháveis, ou seja: banheiro, varanda aberta, área de serviço, área externa, cozinha, etc. Foi determinado que seria feito o uso de dispositivos de 32 A nos circuitos das TUE's de chuveiro elétrico e 10 A para os demais circuitos, todos os DR's continham a corrente de sensibilidade de 30 mA.
- ✓ O dimensionamento dos dispositivos de proteção contra surto (DPS) ocorreu seguindo as instruções da NBR 5410:2004. Por ser um sistema trifásico com tensão nominal de 127/220 V e com o intuito de proteger os equipamentos de utilização, com o uso da Tabela 25, determinou-se que o nível de proteção desses dispositivos seriam de 1,5 kV.

Tabela 25 – Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação.

Tensão nominal da instalação V		Tensão de impulso suportável requerida Kv			
		Categoria do produto			
		Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição de circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208	115-230				
127/220	120-240				
	127-254	4	2,5	1,5	0,8
220/380,	-				
230/400,					
277/480		6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5

NOTAS

1 O anexo E traz orientações sobre esta tabela.

2 Valores válidos especificamente para seccionadores e interruptores-seccionadores são dados na tabela 5.

3 Para componentes associados a linhas de sinal utilizados na entrada da instalação (categoria IV de suportabilidade), a tensão de impulso

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

✓ Em relação ao dimensionamento do disjuntor geral da edificação, foram seguidas as orientações fornecidas pela Norma de distribuição unificada –NDU- 001, que é a norma fornecida pela distribuidora ENERGISA, responsável pelo abastecimento e distribuição de energia do estado de Sergipe.

Assim para ser feito o dimensionamento da demanda da energia da edificação, foi utilizado alguns fatores de demanda presente em tabelas da NDU-01.

Para os circuitos de iluminação e de tomada de uso geral, foi multiplicado a potência encontrada no projeto pelo fator de demanda apresentado no Tabela 26.

Tabela 26 – Fatores de demanda para iluminação e pequenos aparelhos.

Descrição	Potência Instalada (kW) /Demanda(kVa)	Fator de Demanda (%)
Residência	0<P≤1Kw	86
	1<P≤2Kw	75
	2<P≤3Kw	66
	3<P≤4Kw	59
	4<P≤5Kw	52
	5<P≤6Kw	45
	6<P≤7Kw	40
	7<P≤8Kw	35
	8<P≤9Kw	31
	9<P≤10Kw	27
	10<P≤75Kw	24

Fonte: ENERGISA-NDU-001 (2016).

Para determinar a demanda de tomadas de uso específico de ar condicionado, houve a multiplicação das potências dos circuitos de ar condicionado pelo fator de demanda encontrado na Tabela 27.

Tabela 27 – Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela - residencial.

Número de aparelhos	Fator de Demanda (%)	Número de aparelhos	Fator de demanda
1	100	9 a 11	70
2	88	12 a 14	68
3	82	15 a 16	67
4	78	17 a 22	66
5	76	23 a 30	65
6	74	31 a 50	64
7	72	Acima de 50	62
8	71		

Fonte: ENERGISA-NDU-001 (2016).

Para encontrar a demanda de tomadas de uso específico de chuveiro elétrico, foi realizada a multiplicação das potências dos circuitos de chuveiro elétrico pelo fator de demanda encontrado na Tabela 28.

Tabela 28 – Fatores de demanda para aparelhos de aquecimento de água.

Número de aparelhos	Fator de Demanda (%)	Número de aparelhos	Fator de Demanda (%)
1	100	13	43
2	75	14	41
3	70	15	40
4	66	16	39
5	62	17	38
6	59	18	37
7	56	19	36
8	53	20	35
10	49	22	33
11	47	23	32
12	45	24	31
		Acima de 24	30

Fonte: ENERGISA–NDU-001 (2016).

Para definir a demanda de tomadas de uso específico de micro-ondas, foi feito a multiplicação das potências dos circuitos de chuveiro elétrico pelo fator de demanda encontrado na Tabela 29.

Tabela 29 – Fatores de demanda para secadores de roupas, máquina de lavar louça, forno microondas e hidromassagem.

Número de aparelhos	Fator de Demanda (%)
1	100
2 a 4	70
5 a 6	60
7 a 9	50
Acima de 9	50

Fonte: ENERGISA–NDU-001 (2016).

O somatório das demandas de tomada de uso geral, de iluminação e de tomada de uso específica, forneceu a demanda geral, e com esse valor foi possível dimensionar o disjuntor geral, fazendo o uso da Tabela 30, presente na NDU-01. O dispositivo de proteção utilizado é encontrado no anexo 5.

Tabela 30 – Dimensionamento das categorias de atendimento 220/127V.

Potência /Demanda	Categoria	N.º De Fios	N.º De Fases	Potência/Demanda	Condutores (Mm ²)				Disjuntor Termomagnético (Limite Máximo (A))
					Ramal De Ligação Multiplex (Alumínio)	Ramal De Entrada Embutido E Subterrâneo (Cobre PVC 70º)	Ramal De Entrada Embutido E Subterrâneo (Cobre Epr/Xlpe 90º)	Aterramento (Cobre)	
Demanda Provável (Kva)	T1	4	3	$0 < P \leq 15,2$	3x1x10+10	3#10(10)	3#6(6)	6	40
	T2	4	3	$15,2 < P \leq 19,0$	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	50
	T3	4	3	$19,0 < P \leq 26,6$	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	16	80
	T4	4	3	$26,6 < P \leq 38,1$	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	100
	T1	4	3	$38,1 < P \leq 57,1$	3x1x70+70	3#70(35)	3#70(35)	35	150
	T2	4	3	$57,1 < P \leq 75$	3x1x120x70	N.A;	3#95(50)	50	200

Fonte: ENERGISA – NDU - 001 (2016).

5.1.9 Quadro de distribuição de cargas

Por tratar-se de uma edificação de dois pavimentos, o projeto elétrico abordado nesse estudo precisou de um quadro de distribuição para cada pavimento. Esses quadros são encontrados no Anexo 6. Os itens que estão apontados no quadro de distribuição são:

- ✓ Número do circuito;
- ✓ Descrição e localização do circuito;
- ✓ As fases utilizadas em cada circuito;
- ✓ A Voltagem empregada em cada circuito;
- ✓ Potência das lâmpadas agrupadas por circuitos;
- ✓ Potência das tomadas de uso específico agrupadas por circuito;
- ✓ Potência total em watts de cada circuito;
- ✓ Potência por fase dos circuitos;
- ✓ Corrente do projeto em A, por circuito;
- ✓ Corrente corrigida em A, por circuito;
- ✓ Seção dos condutores vivos por circuito;
- ✓ Seção dos condutores de proteção dos circuitos;
- ✓ Tipo de disjuntor de proteção;

- ✓ Número de polos de proteção;
- ✓ A corrente nominal do disjuntor de proteção dos diferentes circuitos.

5.1.10 Diagrama Unifilar

O diagrama Unifilar foi elaborado com o objetivo de obedecer as diretrizes impostas pela norma vigente de baixas tensões. Além de também facilitar a melhor compreensão do profissional na hora da execução, pois o mesmo dispõe das conexões que serão feitas com o quadro de distribuição. No diagrama criado, encontrado no Anexo 7, é visível os seguintes elementos:

- ✓ Disjuntor geral do quadro;
- ✓ O material dos cabos da distribuidora de energia;
- ✓ O dispositivo de proteção contra surto (DPS) com sua voltagem e corrente;
- ✓ Disjuntores dos diferentes circuitos com suas correntes;
- ✓ Dispositivos de proteção com suas correntes nos circuitos que são necessários;
- ✓ Condutores necessários e a dimensão da sua fiação;

Tanto no quadro de cargas, como também no diagrama unifilar estão presentes os circuitos reservas, elemento obrigatório por norma, já que tem função de suprir demandas futuras que podem ser necessárias na edificação. A quantidade de circuitos reservas foi definida no projeto seguindo as orientações da NBR 5410:2004, ou seja, de acordo com a quantidade de circuitos presentes no projeto. Assim observando a Tabela 31, foi possível determinar que seriam quatro circuitos reservas para o quadro do pavimento térreo e três circuitos para o do pavimento superior.

Tabela 31 – Quadro de distribuição – Espaço reserva.

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
Até	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N>30	0,15
NOTA A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do respectivo quadro de distribuição	

Fonte: NBR 5410 (ABNT, 2004).

5.1.11 Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação

No acompanhamento da execução da instalação observou-se que foram utilizados eletrodutos com diâmetro nominal de 25 mm, embora no projeto previam-se diâmetros de 16 e 20 mm, isso ocorreu com a justificativa de padronizar os eletrodutos de toda a instalação com um diâmetro maior e a favor da segurança. Com exceção dessa alteração, a instalação foi executada seguindo as orientações do projeto.

5.2 PROJETO HIDRÁULICO

5.2.1 Características da Instalação

Nesse projeto, o abastecimento da residência ocorreu pelo sistema de distribuição indireto para as peças de utilização presentes nela, e também houve abastecimento direto para os pontos de utilização presentes no terreno. Esses sistemas são mostrados no item 3.2.4. É importante ressaltar que as tubulações e conexões são de PVC, e que o reservatório é de polietileno.

5.2.2 Reservatório

O dimensionamento do reservatório foi realizado determinando a quantidade de usuários presentes na edificação, para isso foi feita a estimativa de usuários com o auxílio da Tabela 1. Posteriormente, com a Tabela 2, foi definido o consumo diário de água por usuário. Em seguida, foi feito o cálculo de consumo diário da habitação, para assim, fazer o cálculo de previsão de consumo para dois dias dessa unidade residencial. Os dados utilizados e os cálculos estão apresentados abaixo:

- Estimativa da população: $2 \times 3 = 6$ usuários
- Consumo por pessoa: 150 litros/dia
- Consumo diário: $6 \times 150 = 900$ litros
- Previsão para dois dias de consumo: $2 \times 900 = 1800$ litros

Como a previsão para o consumo de dois dias da edificação resultou no valor de 1800 litros de água, foi determinado que seria feito o uso de duas caixas d'água

para o reservatório superior, cada um com 1000 litros, resultando em um total de dois mil litros de água nos reservatórios.

5.2.3 Ramal de Alimentação

O dimensionamento do ramal de alimentação foi realizado determinando a vazão de entrada (Q), para tal, foi feita a divisão do consumo diário pelo número de segundos em um dia. Seguindo as recomendações da NBR 5626:1998 foi estabelecida que a velocidade de entrada seria de 1 m/s. Os valores reais do projeto serão mostrados abaixo:

- Consumo diário: 900 litros/dia
- Velocidade de entrada: 1,0 m/s
- Número de segundo de um dia: 86400
- Vazão de entrada (Q): $900/86400 = 0,010$ l/s;

Para essa instalação foi utilizada a tubulação de PVC. Dessa forma, com a velocidade e vazão de entrada é possível determinar através do ábaco mostrado na Figura 12, o diâmetro nominal desse ramal, que foi de 15mm. Porém, respeitando a orientação de Creder (2017), foi utilizado o diâmetro de $\frac{3}{4}$ ", sendo o comercial de 25 mm.

5.2.4 Hidrômetro

O dimensionamento do hidrômetro ocorreu com a adoção do mesmo diâmetro encontrado no ramal de alimentação, sendo assim feita o uso do diâmetro nominal de 20 mm ($\frac{3}{4}$ "). Para determinar a perda de carga, foi usada a Equação 1. Com o valor de vazão estimada de 0,010 l/s, e com a adoção da vazão máxima de 3 m³/h (tabela 3), foi determinado que o resultado da perda foi de 0,073 kPa.

5.2.5 Extravasor

O dimensionamento do extravasor foi realizado adotando o valor acima do encontrado no diâmetro do ramal de entrada do reservatório, assim foi estabelecido o diâmetro de 32 mm para o extravasor.

5.2.6 Sub-ramais

A escolha do diâmetro dos sub-ramais foi feita seguindo a orientação dos diâmetros mínimos da Tabela 4. Dessa forma, os diâmetros das peças de utilização foram os descritos abaixo:

- Bacia sanitária com caixa de descarga: 15 mm (1/2");
- Chuveiro: 15 mm (1/2");
- Ducha: 15 mm (1/2")
- Lavatório: 15 mm (1/2");
- Pia de cozinha: 15 mm (1/2");
- Máquina de lavar roupa: 15 mm (1/2");
- Tanque: 20 mm (3/4");

É importante ressaltar que os valores apresentados acima são de diâmetro nominal, sendo assim, o diâmetro utilizado na instalação do projeto foi o primeiro comercializado acima desse nominal. Em todas as peças que o diâmetro nominal foi de 15 mm, o comercial utilizado foi de 20 mm, e, no caso do tanque que é usual de 20 mm, o comercial utilizado foi de 25 mm. O projeto possui torneira de jardim, porém como não há essa peça de utilização na tabela 4, foi observado o peso dela na tabela 5 e, posteriormente, usando a Equação 2 e o ábaco da Figura 13, foi determinado que pode ser feito o uso diâmetro comercial de 20 mm. Porém, nos sub-ramais da torneira de jardim e do chuveiro, ambos localizados na área externa, adotou-se o diâmetro comercial de 25 mm.

5.2.7 Ramais

O dimensionamento dos ramais foi realizado utilizando o método do consumo máximo provável, pois como a edificação é uma residência unifamiliar, a probabilidade de serem feitos o uso dos aparelhos sanitários simultaneamente é baixa. Por isso foi realizado o cálculo da vazão dos ramais, através da Equação 2, mostrada no item 3.2.2.5.

Para esse cálculo de vazão foi usado o peso dos aparelhos sanitários (tabela 5) presentes na edificação, que são expostos abaixo:

Chuveiro elétrico: 0,1;

Chuveiro: 0,4;

Ducha: 0,4;

Bacia sanitária com caixa de descarga: 0,3;

Lavatório: 0,3;

Pia: 0,7;

Máquina de lavar roupa: 1,0;

Tanque: 0,7;

Torneira de jardim: 0,4.

A edificação possui cinco ramais. As descrições dos ambientes correspondentes a cada ramal são mostradas abaixo. Os aparelhos sanitários presentes nos ambientes, o resultado do cálculo da vazão, e em função dessa vazão, o diâmetro encontrado com o auxílio do ábaco apresentado na Figura 13, também estão descritos a seguir:

1° ramal- Banheiro social do primeiro pavimento: um chuveiro, uma ducha, um vaso sanitário e um lavatório. A vazão encontrada foi de 0,31 l/s e o diâmetro comercial correspondente de 25 mm.

2° ramal- Banheiro social do segundo pavimento e banheiro da suíte casal: dois chuveiros, duas duchas, duas bacias sanitárias e dois lavatórios. O resultado encontrado de vazão foi de 0,44 l/s e diâmetro comercial de 25 mm.

3° ramal-Varanda aberta: uma pia. O resultado da vazão foi de 0,16 l/s com diâmetro comercial correspondente de 20 mm. Entretanto, como forma de uniformizar o diâmetro dos ramais presentes na residência para facilitar a execução, ficou determinado que esse ramal teria o diâmetro comercial de 25 mm.

4° ramal-Cozinha/Gourmet: duas pias. A resultante do cálculo da vazão foi de 0,36 l/s e o diâmetro comercial de 25 mm.

5° ramal-Área de serviço: máquina de lavar roupa e tanque. A vazão encontrada foi de 0,39 l/s, com diâmetro comercial de 25 mm.

5.2.8 Barrilete

Foi escolhido o barrilete do tipo concentrado. O dimensionamento desse barrilete foi realizado pelo método de Hunter, onde foi fixada a perda de carga em 8% e calculada a vazão como se cada caixa d'água abastecesse exclusivamente as suas derivações. Nesse projeto, uma caixa d'água atenderia as colunas dos

banheiros, e a segunda atenderia as colunas da cozinha/gourmet, área de serviço e varanda aberta.

Somando as vazões dos ramais atendidos pela primeira caixa d'água, o valor encontrado foi de 0,54 l/s. Em função desse valor e com o auxílio do ábaco mostrado na Figura 12, foi definido que o diâmetro dessa parte do barrilete seria de 32 mm. O somatório das vazões dos ramais da outra caixa d'água resultou no valor de 0,55 l/s. A partir desse valor, e também com o auxílio do ábaco, o diâmetro comercial encontrado foi também de 32 mm. Todavia, foi determinado que o barrilete teria o diâmetro comercial de 40 mm, a mudança ocorreu para haver um aumento da pressão nos pontos de utilização.

5.2.9 Pressões

Para o dimensionamento das pressões encontradas nos pontos do sistema, especialmente nos pontos de utilização, foram usados os isométricos do barrilete e dos ambientes abastecidos pela rede de água fria, para o preenchimento da tabela encontrada na NBR 5626:1998, foi seguido o procedimento abaixo:

- Primeira coluna: identificação dos trechos da rede;
- Segunda coluna: determinação da soma dos pesos de cada trecho com o auxílio da Tabela 6;
- Terceira coluna: vazão (Q) estimada resultante dos trechos com o uso da equação 2;
- Quarta coluna: diâmetro (D) de cada trecho, usando os valores determinados nos ramais e sub-ramais;
- Quinta coluna: Valor da velocidade (V) dos trechos, resultante da equação a seguir;

$$V = \frac{4 \times \left(\frac{D}{1000}\right)}{3,14 \times \left(\frac{Q}{1000}\right)^2} \quad (\text{eq. 6})$$

- Sexta coluna: o resultado da perda de carga de cada trecho, com o auxílio da equação abaixo; já que as tubulações são de PVC;

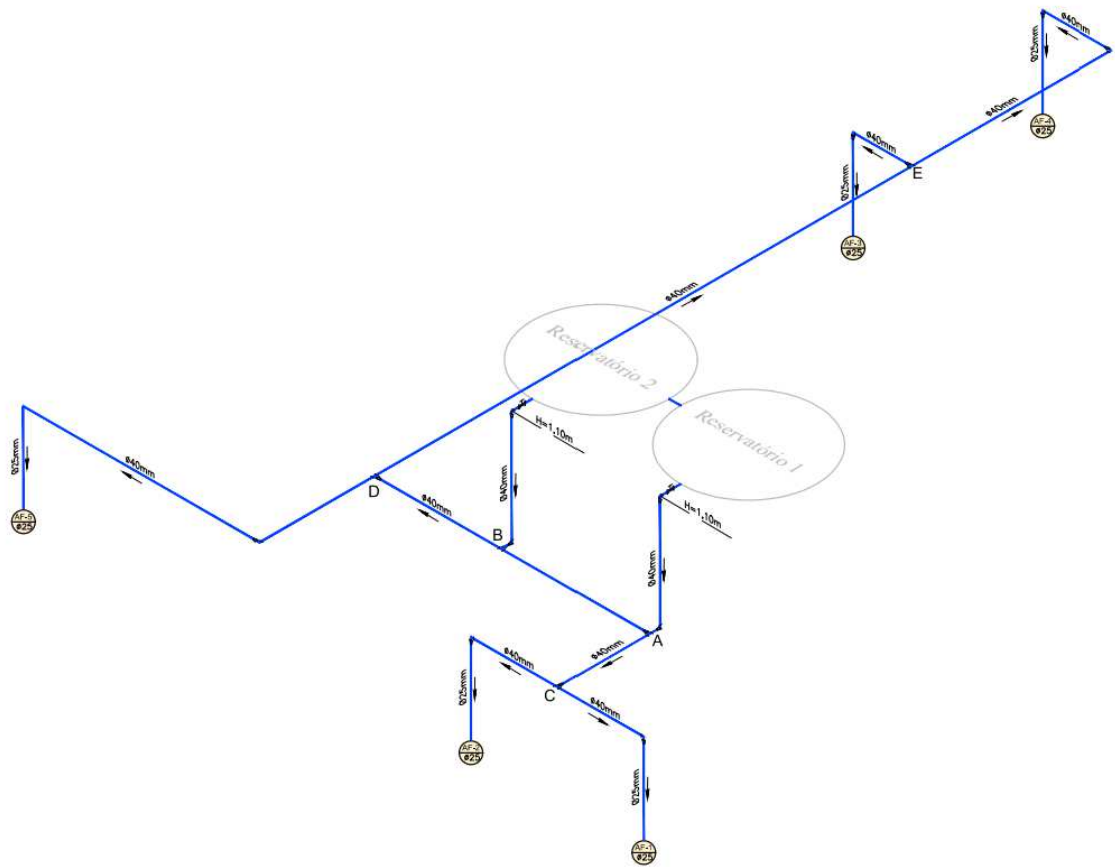
$$P = \frac{8,69 \times 10^6 \times D^{1,75} \times Q^{-4,75}}{10} \quad (\text{eq. 7})$$

- Sétima coluna: determinação da diferença de cota da entrada e a saída do trecho, considerando o valor positivo quando a entrada tem cota superior à saída e negativo em situação contrária;
- Oitava coluna: resultado da pressão disponível nos trechos. Esse valor foi obtido com a soma ou subtração da pressão residual na entrada com o valor da diferença de cota.
- Nona coluna: determinação do valor de comprimento real dos trechos;
- Décima e décima primeira coluna: denominação das singularidades presentes no trecho, e o valor encontrado da soma dessas singularidades, com o auxílio do Anexo 1;
- Décima segunda coluna: determinação da perda de carga dos trechos, com a multiplicação da sexta coluna com a nona coluna;
- Décima terceira coluna: resultado da perda de carga resultado das singularidades, com a multiplicação da sexta coluna com a décima coluna;
- Décima quarta coluna: perda de carga total dos trechos com a soma dos valores encontrados na décima segunda e décima terceira coluna;
- Décima quinta coluna: resultado da pressão disponível em cada trecho, sendo obtido através da subtração da perda de carga total da pressão disponível;
- Décima sexta coluna: são as pressões requeridas em cada trecho;

Abaixo serão apresentados os isométricos (Figura 28 a Figura 35) do barrilete e dos ambientes que possuem pontos de utilização, como também as tabela resumidas (Tabela 32 a Tabela 39) de pressão desses pontos. Ademais, as tabelas completas dos ambientes estão presentes no Anexo 8.

É importante ressaltar que os pontos de utilização do jardim da parte frontal e jardim da área dos fundos não são alimentados pela caixa d'água e sim, diretamente pelo ramal de alimentação, constituindo um sistema de distribuição direto.

Figura 28 – Isométrico do barrilete.



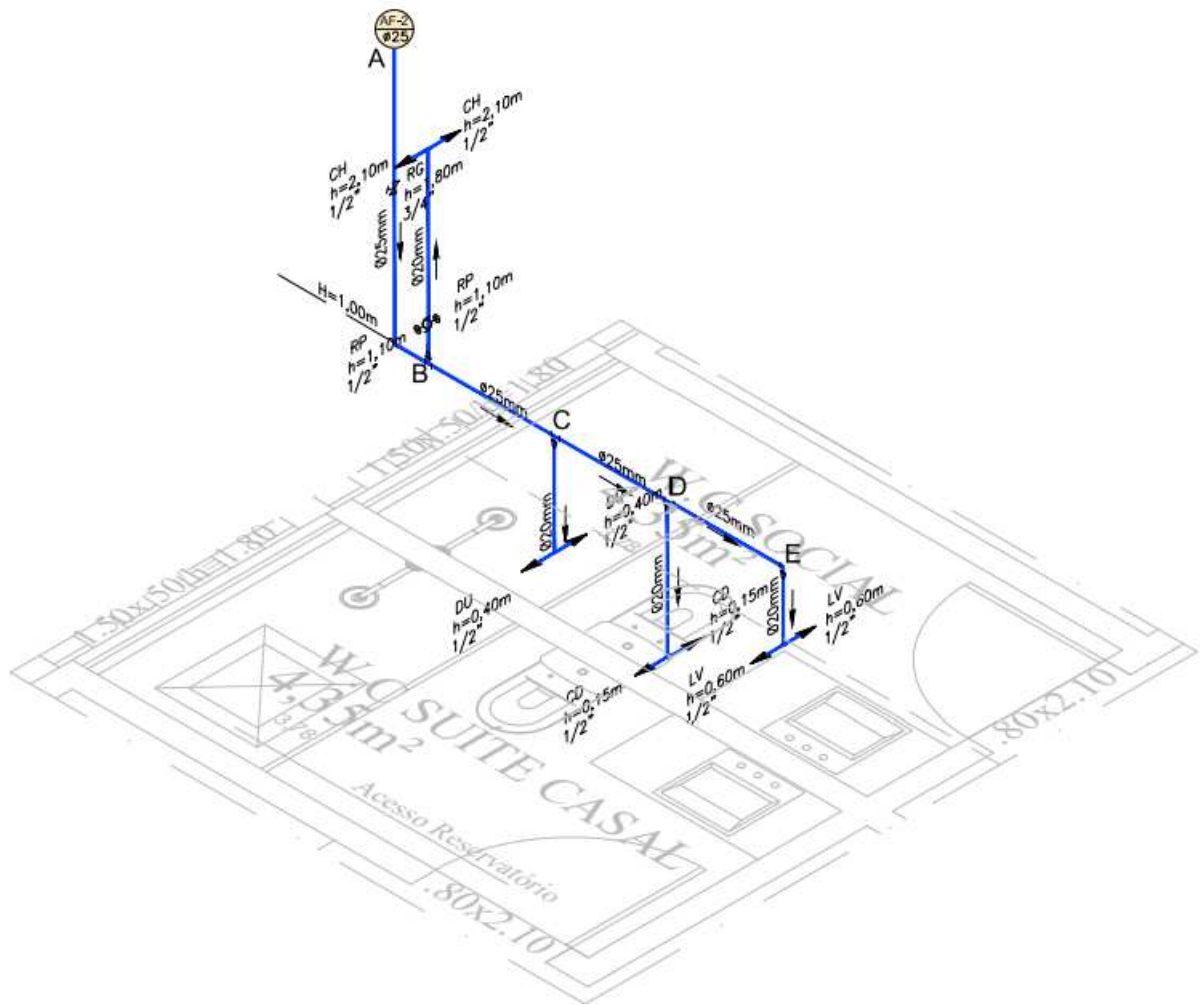
Fonte: A autora (2022).

Tabela 32 – Resultados dos cálculos das pressões do barrilete.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
Reservatório 1-A	1,10	1,1000	0,9440	-
Reservatório 2-B	1,10	1,1000	0,9440	-
A-C	0	0,9440	0,8698	-
B-D	0	0,9440	0,8631	-
D-E	0	0,8631	0,7892	-
C-AF1	0	0,8698	0,8619	-
C-AF2	0	0,8698	0,8519	-
D-AF5	0	0,8631	0,8177	-
E-AF3	0	0,7892	0,7871	-
E-AF4	0	0,7892	0,7636	-

Fonte: A autora (2022).

Figura 29 – Isométrico do banheiro do pavimento térreo.



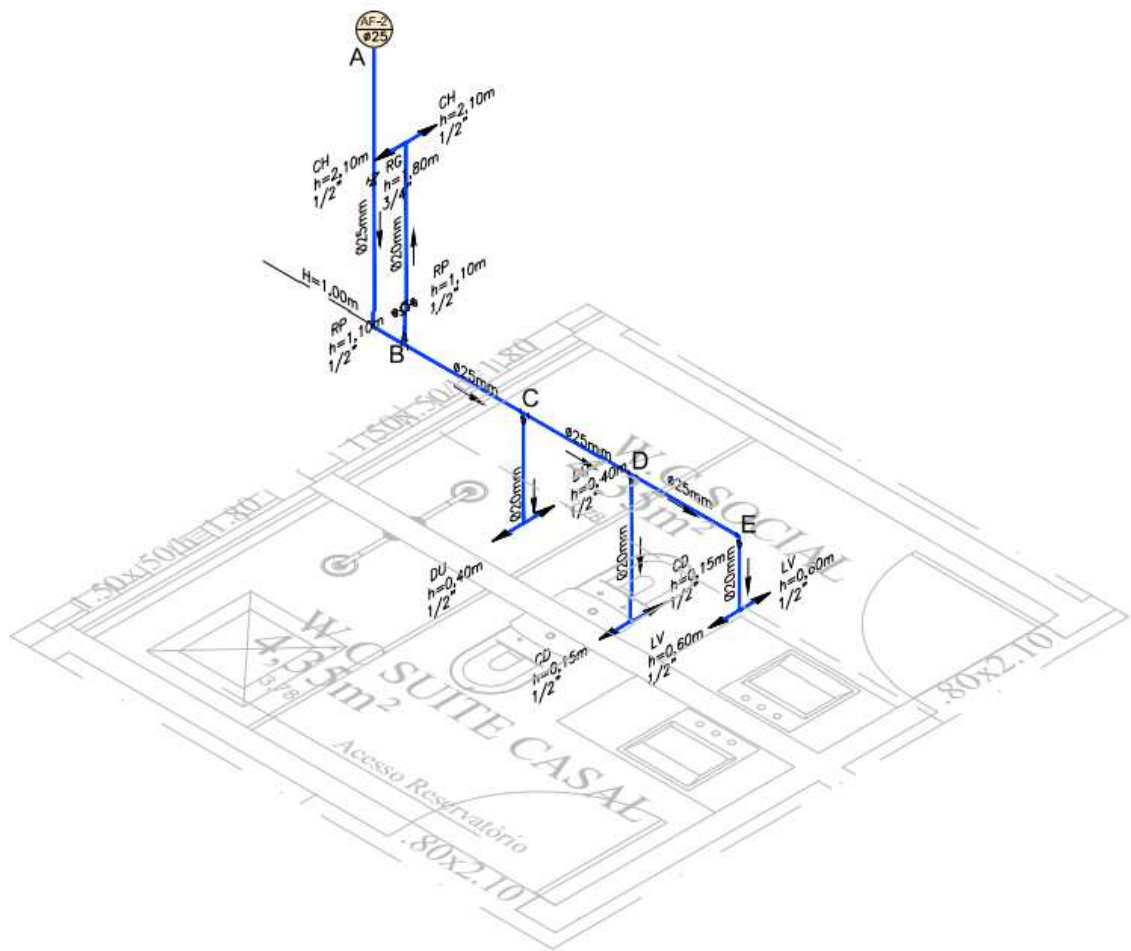
Fonte: A autora (2022).

Tabela 33 – Resultados dos cálculos das pressões do banheiro social do pavimento térreo.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A-B	5,8	6,6619	6,1604	0,5
B-CH	-1,1	5,0604	4,7924	1
B-C	0	6,1604	5,9958	0,5
C-DU	0,6	6,5958	6,4806	1
C-D	0	5,9958	5,8987	0,5
D-CD	0,8	6,6987	6,5985	1
D-E	0	5,8987	5,8778	0,5
E-LV	0,4	6,2778	6,1988	1

Fonte: A autora (2022).

Figura 30 – Isométrico dos banheiros do pavimento superior.



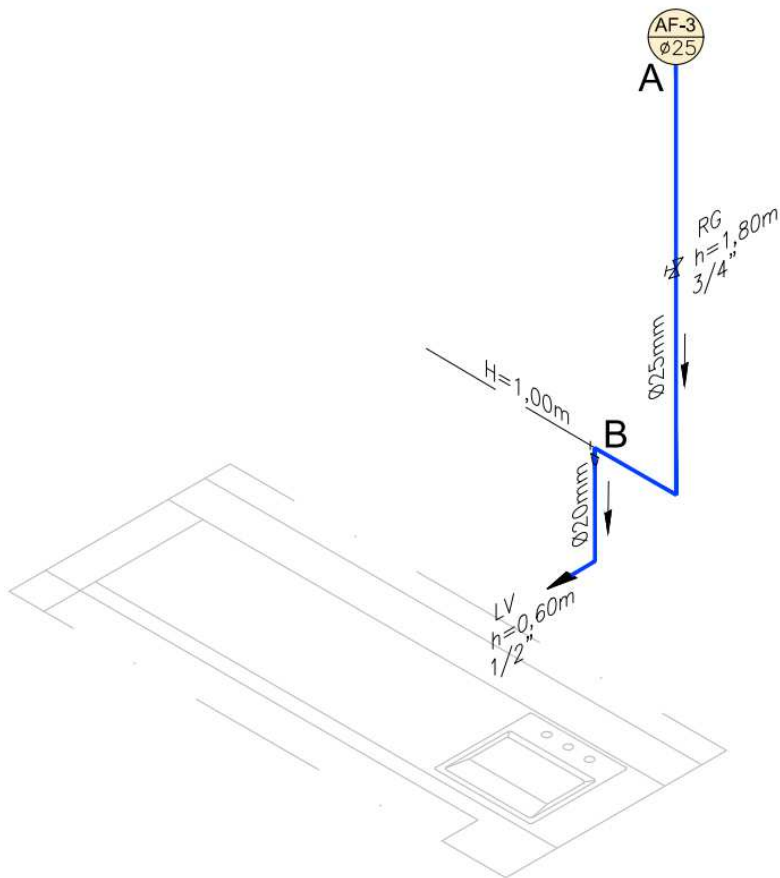
Fonte: A autora (2022).

Tabela 34 – Resultados dos cálculos das pressões dos banheiros do pavimento superior.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A-B	2,4	3,2519	2,6865	0,5
B-CH	-1,1	1,5865	1,0506	1
B-C	0	2,6865	2,3939	0,5
C-DU	0,6	2,9939	2,6334	1
C-D	0	2,3939	2,2116	0,5
D-CD	0,8	3,0116	2,7313	1
D-E	0	2,2116	2,1734	0,5
E-LV	0,4	2,5734	2,3124	1

Fonte: A autora (2022).

Figura 31 – Isométrico da varanda aberta.



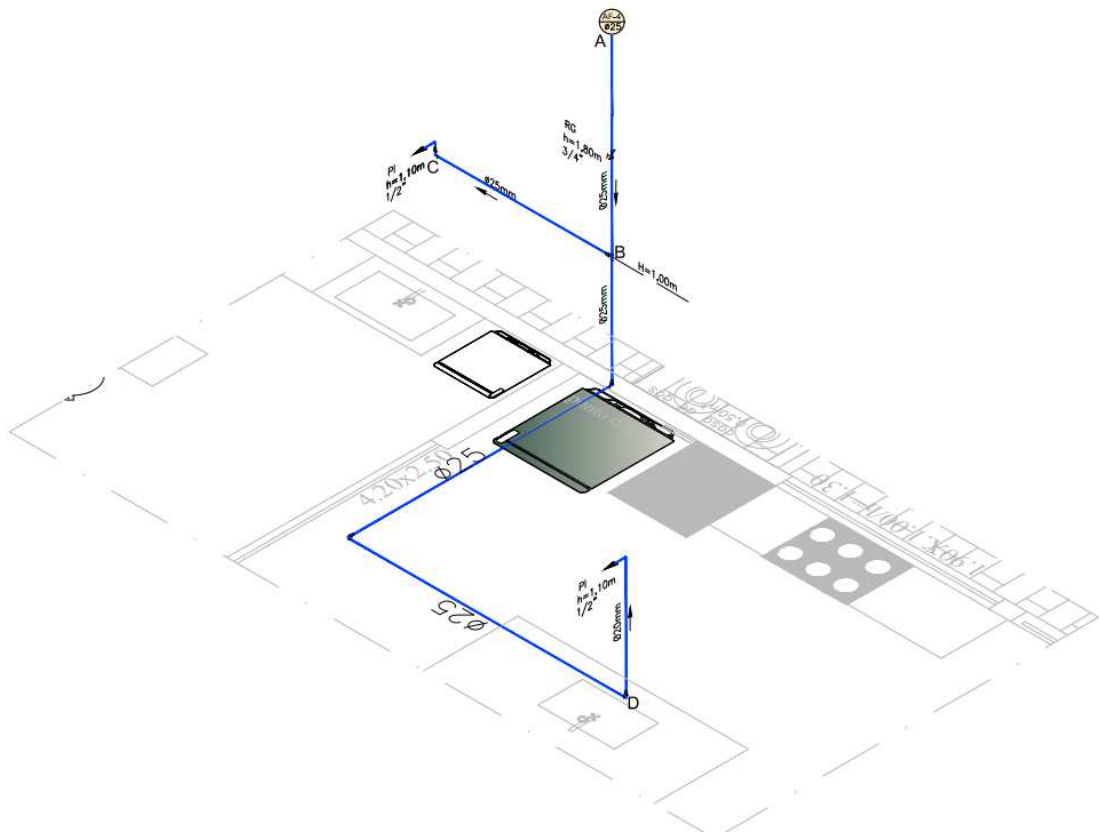
Fonte: A autora (2022).

Tabela 35 – Resultados dos cálculos das pressões da varanda aberta.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A-B	2,4	3,1871	3,1194	0,5
B-LV	0,4	3,4194	3,4404	1

Fonte: A autora (2022).

Figura 32 – Isométrico da cozinha/gourmet.



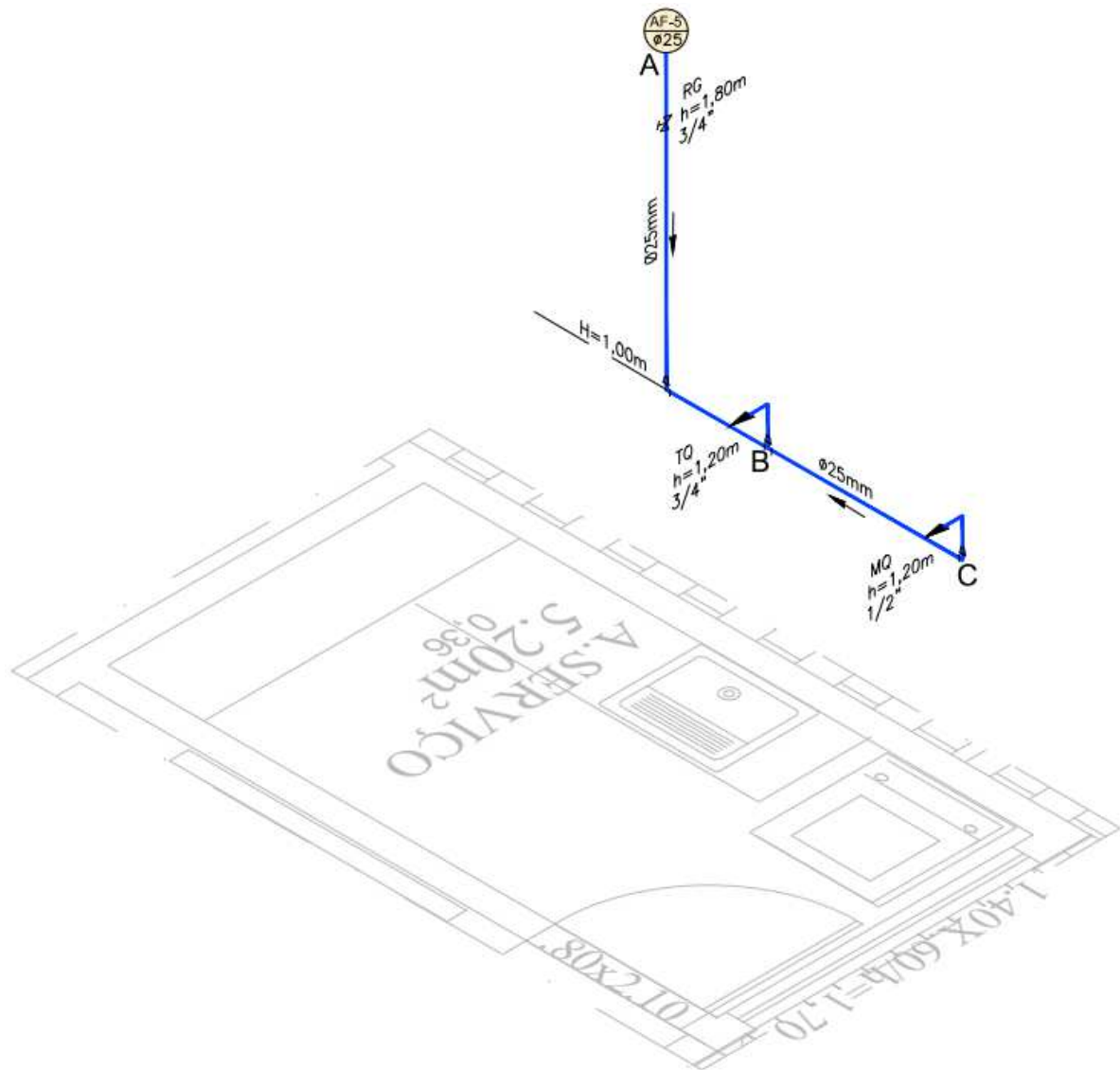
Fonte: A autora (2022).

Tabela 36 – Resultados dos cálculos das pressões da Cozinha/Gourmet.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A-B	5,8	6,5636	6,0809	0,5
B-C	0	6,0809	5,6569	0,5
C-PI	-0,1	6,0809	6,0364	1
B-D	1	7,0364	6,2201	0,5
D-PI	-1,1	4,9364	4,8549	1

Fonte: A autora (2022).

Figura 33 – Isométrico da área de serviço.



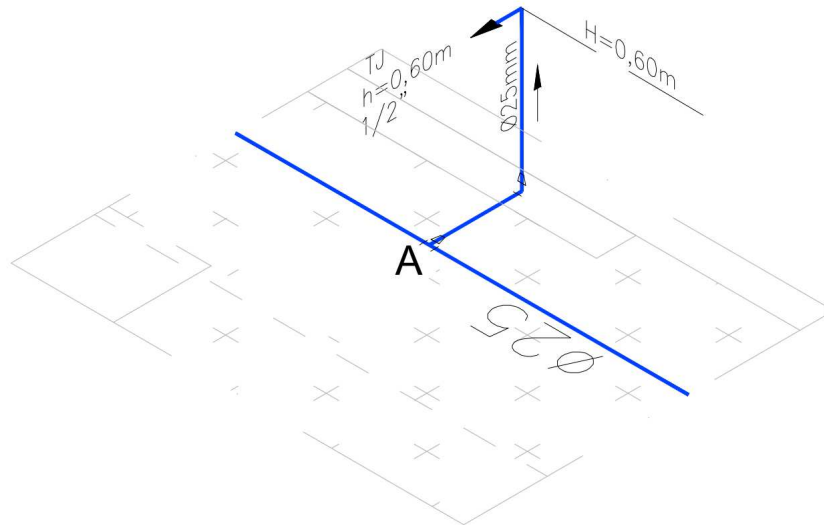
Fonte: A autora (2022).

Tabela 37 – Resultados dos cálculos das pressões da área de serviço.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A-B	5,8	6,6177	5,8741	0,5
B-TQ	-0,2	5,6741	5,6222	1
B-C	0	5,8741	5,7976	0,5
C-MQ	-0,2	5,5976	5,4012	1

Fonte: A autora (2022).

Figura 34 – Isométrico do jardim – parte frontal



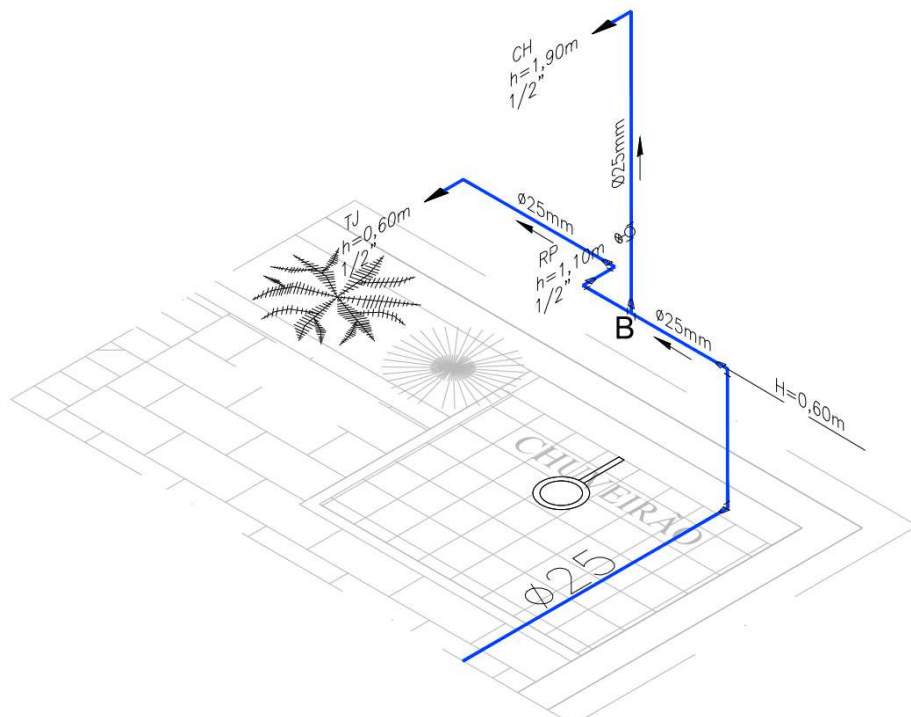
Fonte: A autora (2022).

Tabela 38 – Resultados dos cálculos das pressões do jardim-parte frontal.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
Hidrômetro- A	0	9,9927	9,6696	1
A-TJ	-0,6	9,0696	9,0094	0,5

Fonte: A autora (2022).

Figura 35 – Isométrico do jardim – área dos fundos.



Fonte: A autora (2022).

Tabela 39 – Resultados dos cálculos das pressões do jardim-área dos fundos.

Trecho	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
A- B	-0,60	9,0696	8,0535	0,5
B-CH	-1,30	6,7760	6,4400	1
B-TJ	0	8,0660	7,9771	0,5

Fonte: A autora (2022).

5.2.10 Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação

Na execução da instalação foi verificado que houve uma mudança na tubulação utilizada nos sub-ramais. No projeto todos os sub-ramais tinham o diâmetro de 20 mm, exceto o do tanque, que possui o diâmetro 25 mm. Enquanto na execução da instalação, tanto os ramais, quanto os sub-ramais, tinham o diâmetro de 25 mm, sendo usado um joelho de redução de 25 para 20mm nas conexões dos sub-ramais com os pontos de utilização que tinham esse diâmetro de 20 mm. Exceto por essa mudança, a execução seguiu o projeto de forma fidedigna.

5.3 PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO

5.3.1 Características da Instalação

Nesse projeto, o material das tubulações é de PVC, as caixas sifonadas e o ralo seco são de plástico e as caixas de inspeção e gordura foram construídas em concreto.

5.3.2 Ramais de Esgoto e de Descarga

O dimensionamento de descarga foi realizado através do método de unidade Hunter de contribuição. Dessa forma utilizando a Tabela 7, foi determinado o diâmetro dos ramais de descarga dos aparelhos sanitários que foram utilizados na edificação. O valores encontrados estão dispostos abaixo:

- Bacia sanitária: 100mm;
- Chuveiro: 40mm;
- Lavatório: 40mm;
- Pia de cozinha: 50mm;

- Máquina de lavar louças: 50mm;
- Tanques de lavar louças: 40mm;

Os ramais de descarga utilizados tem diâmetros inferiores a 75mm, por essa razão a declividade determinada no projeto foi de 2%, com exceção da bacia sanitária, que por ter diâmetro de 100 mm, tem declividade de 1%.

Já o dimensionamento dos ramais de esgoto foi feito também pelo método de unidade Hunter de contribuição. Foi usada a Tabela 7 para se ter os valores de unidade de Hunter dos aparelhos sanitários utilizados, em seguida, fazendo o somatório desses valores por ambiente, foi observado na tabela 9 os diâmetros que poderiam ser usados nesses ramais.

Os valores de unidade Hunter de contribuição, considerados para definição dos ramais de esgoto de cada ambiente, são mostrados a seguir:

- Banheiro:
 - Chuveiro: 2 UHC;
 - Lavatório: 1 UHC;
 - Bacia sanitária: 6 UHC.
- Área de serviço:
 - Tanque: 3 UHC;
 - Chuveiro: 2 UHC
- Cozinha:
 - Pia: 3 UHC;

O valor encontrado do número de unidade Hunter de contribuição da área de serviço foi de 5 UHC, por receber despejos do tanque e do chuveiro (localizado no jardim da área dos fundos), que resulta no diâmetro mínimo de 50 mm para esse ramal (ver tabela 8). Sendo esse o valor do diâmetro usado no projeto.

No banheiro social do primeiro pavimento e no banheiro da suíte do casal, o ramal de saída da caixa sifonada resultaram em um total de 3 UHC, por serem compostos de um chuveiro e um lavatório. Para esse número de UHC, o diâmetro mínimo encontrado seria de 40 mm, porém nesse ramal de esgoto foi utilizado o diâmetro de 50 mm, já que o diâmetro mínimo de saída da caixa sifonada é 50 mm.

No banheiro social do segundo pavimento, o ramal de esgoto oriundo da caixa sifonada também foi dimensionado com o diâmetro 50 mm. Mas nesse caso, o valor utilizado foi de acordo com o diâmetro mínimo necessário para suportar o

número de 4 UHC, resultado dos despejos do chuveiro, do lavatório do banheiro e também do lavatório localizado na varanda.

Como foi usado o mesmo diâmetro no ramal de esgoto em todos os banheiros e a diferença de UHC ter sido pequena, o dimensionamento do esgoto final, que liga a tubulação resultante da caixa sifonada com a tubulação oriunda da bacia sanitária, foi realizado igualmente para todos os banheiros. O dimensionamento do ramal final de acordo com o número de UHC presente nos banheiros (9 UHC para o banheiro social do primeiro pavimento e o banheiro da suíte de casal e 10 UHC para o banheiro social do segundo pavimento) teria o diâmetro mínimo de 75 mm, porém, para evitar redução da tubulação, o diâmetro utilizado nesse ramal final foi de 100 mm, o mesmo diâmetro utilizado no ramal da descarga da bacia sanitária.

Na cozinha, o valor do número de unidade Hunter de contribuição encontrado foi de 6 UHC, pois recebe os despejos de duas pias de cozinha, resultando no diâmetro mínimo de 50 mm. Sendo esse mesmo valor de diâmetro utilizado no projeto.

A Figura 36 mostra os ramais de descarga e de esgoto e o ponto de junção deles no ambiente do banheiro.

Figura 36 – Ramais presentes no banheiros.



Fonte: A autora (2022).

5.3.3 Desconectores

O dimensionamento dos desconectores, mais especificamente do desconector de caixa sifonada, foi realizado da seguinte forma: nos ambientes dos banheiros e da área de serviço, foi utilizada a caixa sifonada para evitar a exposição dessas áreas aos gases oriundos dos aparelhos sanitários. A contribuição dos aparelhos que compõem a residência está descrita abaixo:

- Chuveiro: 2 UHC;
- Lavatório: 1 UHC;
- Tanque de lavar roupas: 3 UHC;

No banheiro social do primeiro pavimento e no banheiro da suíte de casal por ter apenas um chuveiro e um lavatório despejando na caixa sifonada o somatório desses aparelhos gera um total de 3 UHC. Já no banheiro social do segundo pavimento o valor foi de 4 UHC, pois a caixa sifonada desse ambiente recebe os despejos de dois lavatórios e um chuveiro. Mesmo os valores de UHC sendo diferentes, seguindo as orientações fornecidas no item 3.3.4.3, a caixa sifonada foi dimensionada com o diâmetro de 100 mm.

Na área de serviço, onde a caixa sifonada recebia despejos de dois aparelhos, chuveiro (jardim da área fundos) e tanque, somando um total de 5 UHC, foi necessária uma caixa sifonada com diâmetro de 100 mm. A Figura 37 mostra um ralo seco conectado a uma caixa sifonada.

Figura 37 – Caixa sifonada



Fonte: A autora (2022).

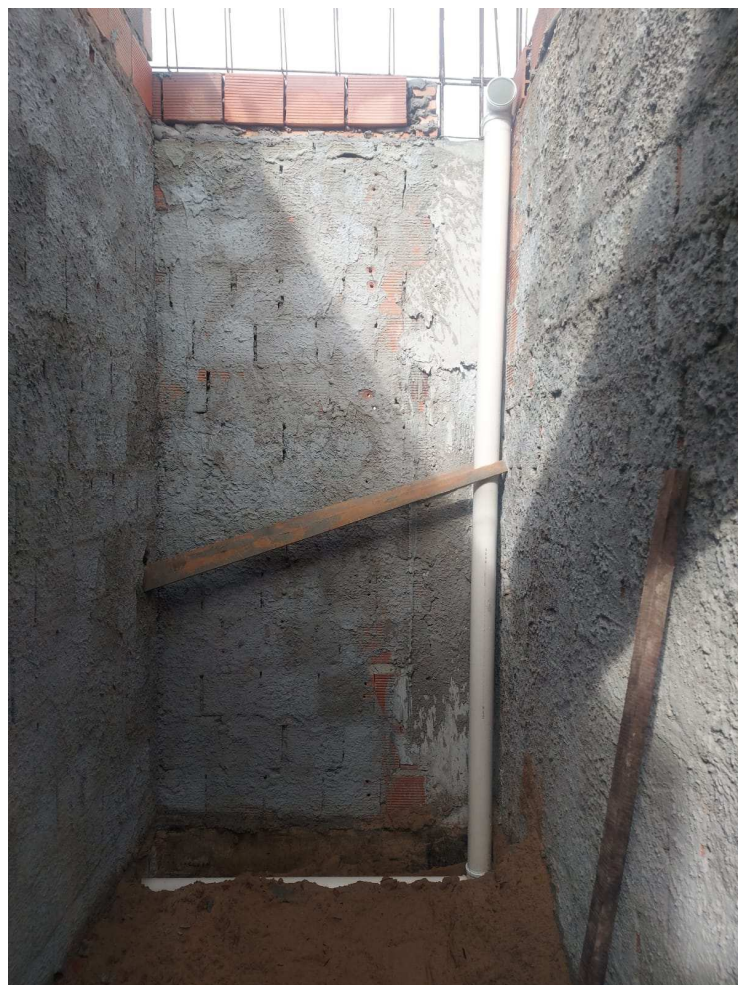
5.3.4 Tubo de queda

O dimensionamento dos tubos de queda foi feito seguindo as orientações da Tabela 10. Para o tubo de queda dos dois banheiros do segundo pavimento, foi feita a soma do número de unidade Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários desse pavimento, os quais são apresentados abaixo:

- 2 Bacias sanitárias: 6 UHC
- 2 Chuveiros: 2 UHC
- 3 Lavatórios: 1 UHC

Fazendo o somatório desses valores daria 19 UHC, resultando no diâmetro mínimo de 75 mm, porém nesse projeto foi utilizado o diâmetro de 100 mm, pelo fato do ramal de esgoto dos banheiros serem de 100 mm, dessa forma evitando a redução da tubulação e facilitando a execução. A Figura 38 mostra o posicionamento do tubo de queda.

Figura 38 – Tubo de queda.



Fonte: A autora (2022).

5.3.5 Coletor predial e subcoletores

O dimensionamento do coletor predial e dos subcoletores foram realizados seguindo as orientações da tabela 11. Para facilitar esse dimensionamento, foi realizado apenas um somatório do número de unidades de Hunter de contribuição com todos os aparelhos sanitários pertencentes a residência. A seguir são apresentados o número Hunter de contribuição desses aparelhos:

- 3 Bacias sanitárias: 6 UHC
- 4 Chuveiros: 2 UHC
- 4 Lavatórios: 1 UHC
- 2 Pias: 3 UHC
- Tanque: 3 UHC
- Máquina de lavar roupa: 3 UHC

O somatório dos valores desses aparelhos dá um total de 42 UHC, por isso foi usado o diâmetro de 100 mm, com declividade de 1%.

5.3.6 Caixa de gordura

A caixa de gordura foi escolhida com base na quantidade de pias de cozinha existentes na edificação (uma na cozinha e uma na área gourmet), por isso foi determinado o uso da caixa de gordura simples (CGS), cilíndrica, com diâmetro interno de 40 cm, parte submersa do septo de 20 cm, capacidade de retenção de 31 litros e diâmetro de saída de 75 mm, conforme apresentado no item 3.3.4.6.

5.3.7 Caixa de inspeção

As caixas de inspeção, foram dimensionadas no formato cilíndrico com diâmetro de 60 cm, sendo posicionadas nos locais onde havia mudança de direção, quando os subcoletores ultrapassavam o comprimento de 15 m, e também nos locais onde havia a saída do ramal de esgoto da edificação. Esse procedimento é descrito no item 3.3.4.7.

5.3.8 Ventilação

O dimensionamento dos ramais de ventilação dos ambientes da área de serviço e dos banheiros foi realizado considerando o número de unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários pertencentes a cada um desses ambientes. Os valores encontrados de unidade de Hunter de contribuição nos somatórios desses ambientes deram valores inferiores a 12 UHC; fazendo uso da Tabela 12, tem-se o diâmetro resultante de 40 mm para os ramais de ventilação. A declividade dessa tubulação foi de 1%.

O dimensionamento das colunas de ventilação também foi feito através do número de unidade Hunter de contribuição, por meio do uso da Tabela 13. Como as colunas de ventilação da área de serviço e de todos os banheiros presentes na residência tinham um número de UHC inferior a 8, o diâmetro resultante foi de 40 mm.

5.3.9 Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação

No decorrer da execução da instalação foi observado que ocorreram algumas mudanças em relação ao projeto. No projeto, todos os ramais e colunas de ventilação tinham a dimensão de 40 mm. Na execução da instalação isso foi modificado, tanto os ramais, quanto as colunas de ventilação, tiveram uma padronização no diâmetro das tubulações para 50 mm. A justificativa usada para essa mudança foi o fato de facilitar o processo de execução e não gerar um aumento significativo no custo da obra. Outra mudança ocorrida foi no formato das caixas de inspeção, pois como mostrado na Figura 39, a caixa de inspeção presente na obra tem formato com base quadrada de dimensões de 0,6mx0,6 m, enquanto que no projeto o formato era cilíndrico com base de diâmetro de 0,6 m. Essa alteração no formato não foi um problema, pois de acordo com o item 3.3.4.7, com essas dimensões, ambos os formatos de caixa podem ser utilizados e atendem a demanda dos despejos oriundos da edificação. O uso do formato de base quadrada se deu pelo fato de promover maior facilidade na sua construção, que foi realizada em obra, com concreto. Por fim, foi observado que na execução das passagens das tubulações nas vigas baldrame houve algumas delas em que não foi possível isso ocorrer com a tubulação ficando perpendicular as faces laterais das vigas, sendo

assim aumentando-se a probabilidade de interceptar armaduras desses elementos estruturais, o que não é estruturalmente favorável.

Figura 39 – Caixa de Inspeção.



Fonte: A autora (2022).

5.4 PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS

5.4.1 Características da Instalação

Nesse projeto, o material das tubulações e conexões são de PVC, a calha dimensionada foi de alumínio e o material do ralo sifonado é o plástico.

5.4.2 Fatores meteorológicos

Para determinação dos fatores meteorológicos, necessários para dimensionar a vazão de projeto, foi usada a Tabela 14 onde se tem os valores de intensidades de chuvas intensas para várias cidades brasileiras, entretanto a cidade da Barra dos Coqueiros não consta nessa tabela, por isso foi utilizado o valor de intensidade correspondente a cidade de Aracaju, uma vez que faz divisa com esta cidade onde está sendo construída a edificação objeto de estudo. Foi utilizado o período de retorno de 5 anos, que corresponde aos ambientes de cobertura ou terraço.

Observando a tabela citada anteriormente o valor de intensidade pluviométrica adotado foi de 238 mm/h.

5.4.3 Calha

Para o dimensionamento das calhas foi necessário determinar a vazão de projeto que será captada pelas calhas. Para calcular essa vazão de projeto foi preciso definir a área de contribuição. É importante destacar que no projeto estudado a cobertura é composta por platibanda e duas águas com dimensões distintas, portanto, duas áreas de contribuição. Por isso foram calculadas duas vazões de projetos, uma para cada área de contribuição. A área de contribuição de uma calha foi 26,64 m², e, da outra, 47,07m². Usando os dados de área e de intensidade de chuva na equação 4, tem-se os cálculos abaixo.

Os valores obtidos de vazão do projeto da área de contribuição da cobertura para o dimensionamento de cada calha foi de 105,67 l/min e 186,71 l/min. Porém, como a água de maior vazão possui saída a menos de 2 metros da curva, foi aplicado nessa vazão um fator multiplicativo. Com o auxílio da tabela 15, foi usado o fator 1,2, para canto reto. A nova vazão será de 224,05 l/min.

Posteriormente, foi determinado o material, o formato e a inclinação da calha. Nesse projeto foi utilizada a calha metálica com formato retangular. Foi sugerido pela arquiteta que as calhas tivessem a dimensão de 0,16x0,12m. Para fins de determinação quanto ao atendimento dessas dimensões sugeridas as demandas pluviométricas previstas, foi considerada que a altura de lâmina d'água seria metade da altura da calha (procedimento usual em projetos e visto na literatura, conforme Creder(2017)), ou seja, 0,03 m e que a inclinação da calha seria de 0,05%. Por ser uma calha metálica, com o auxílio da Tabela 16, definiu-se que o coeficiente de rugosidade desse material é $n=0,011$. Com esses dados a vazão de projeto suportada pela calha foi determinada sendo feito o uso da Equação 5, como apresentado no item 3.4.4.1, resultando em 252,49 l/min. Esse valor é superior aos valores da vazão de projeto resultante das águas da edificação, dessa forma, a calha sugerida no projeto arquitetônico atendeu a demanda.

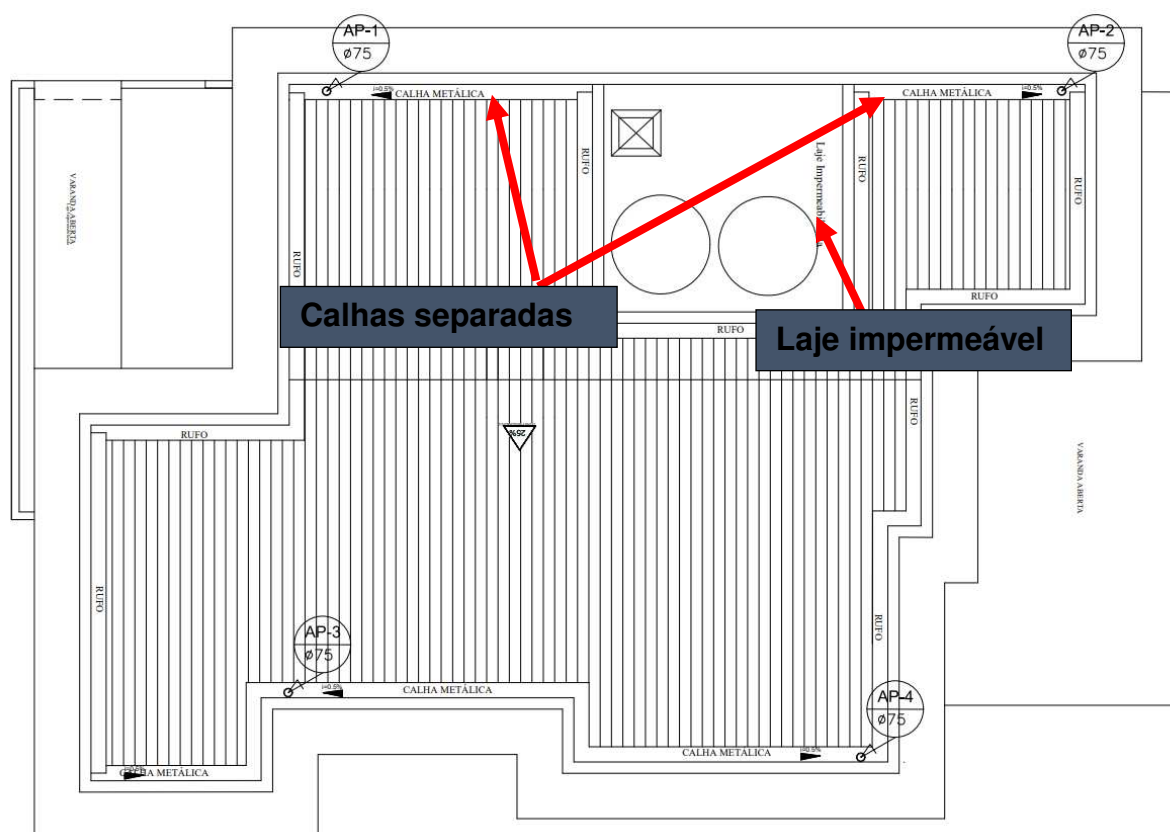
5.4.4 Condutores Verticais

O dimensionamento dos condutores verticais foi elaborado usando o método sugerido por Carvalho (2017), ou seja, relacionando a área do telhado com a seção do condutor. Então, primeiro passo foi a determinação da área total do telhado (88,39 m²), esse valor corresponde ao valor da área coberta e também a da laje impermeável onde fica localizada a caixa d'água (ver figura 40). Como a área das duas varandas são descobertas e as águas escoadas também serão direcionadas aos condutores verticais, para facilitar o dimensionamento, foi acrescentado o valor da área de contribuição dessas varandas, ou seja, foi adicionado 37,83 m², resultando em uma área de contribuição total de 126,22 m². Além da área de contribuição, também foi fixado que o diâmetro dos condutores seria de 75 mm. Com essas informações e com base na Tabela 18, foi observado que a área máxima suportada pelo condutor de 75 mm seria de 42 m². Dividindo esse valor pela área de contribuição, foi obtido o número de condutores necessários, como mostrado no cálculo abaixo.

$$n = \frac{126,22}{42} = 3,00$$

No cálculo, o valor encontrado corresponde a 3 condutores, porém, como uma das águas possui área maior que 42 m², é necessário ao menos 2 condutores nessa água, e na outra, como existe uma divisão das calhas (ver figura 40), foi utilizado mais 2 condutores. Dessa forma foram utilizados 4 condutores verticais com 75 mm, conforme ilustrados na figura 40.

Figura 40 – Cobertura da edificação.



Fonte: A autora (2022).

5.4.5 Condutores Horizontais

Para o dimensionamento dos condutores horizontais, foi calculada a vazão de projeto através da Equação 4, com esse valor e auxílio do Anexo 3, determinou-se qual seria o diâmetro interno e a declividade dos condutores. Definiu-se que o material do condutor seria PVC, que possui o coeficiente de rugosidade $n = 0,011$, conforme a Tabela 16, e que o índice pluviométrico seria de 237 mm/h (Tabela 14).

Inicialmente foi dimensionado o condutor horizontal localizado na cobertura, responsável por conduzir a água da laje impermeável, até o condutor vertical. A área correspondente a esse pedaço de laje exposta tinha a dimensão de 9,48 m², resultando em uma vazão de 37,60 l/min. Para esse valor foi utilizado o diâmetro de 50 mm, com 1% de declividade, por suportar a vazão de 45 l/min.

Em sequência, foram dimensionados os condutores horizontais presentes nos ambientes denominados “varandas abertas”. A varanda aberta 1, que possui a área de 17,91 m², resultou em uma vazão de projeto de 67,43 l/min, já a varanda aberta

2, com área de 19,92 m², gera uma vazão de 79,02 l/min. Foi determinado que seria usado em ambos condutores a tubulação com diâmetro de 75 mm e declividade de 0,5%.

Depois, foi dimensionado o condutor horizontal que deslocaria a tubulação vertical que vinha da cobertura, para o térreo. A maior água da cobertura, possui a área de 49,05 m², como o condutor vertical recebe metade dessa área, então para o cálculo da vazão de projeto foi utilizada a área de 24,53 m², resultando em uma vazão de 97,30 l/min. Com esse valor de vazão e pensando na facilidade da execução por ser uma tubulação de deslocamento, foi usado o diâmetro de 75 mm com a declividade de 1,0 %, que suporta a vazão de 95 l/min.

Logo após, foi dimensionado os condutores da área descoberta do pavimento térreo. A área de contribuição dessa área descoberta, é de 82,67 m², por possuir dois condutores recebendo a contribuição da metade da área (41,34 m²), a vazão correspondente para ambas é de 163,98 l/min. Assim foi determinado que o diâmetro interno desses condutores seria de 75 mm, com declividade de 2%, por suportar uma vazão de 188 l/min.

Posteriormente, foram dimensionados os condutores horizontais resultantes das águas pluviais oriundas dos condutores verticais. Para facilitar o cálculo, foi usada a área máxima que o condutor vertical poderia suportar, ou seja, a área de influência de 42 m², cuja a vazão correspondente é de 166,6 l/min. Assim, foi escolhido o diâmetro interno de 75 mm e declividade de 2%, por suportar a vazão de 163,98 /min.

Por fim, foi realizado o dimensionamento dos condutores oriundos das caixas de areia. Para uniformizar o diâmetro e a declividade dessa tubulação, foi feito apenas um cálculo com a vazão total resultante da edificação, ou seja, somou-se a área de contribuição do térreo, com a área de contribuição do segundo pavimento e com a da cobertura, resultando em uma área de 208,89 m², e em uma vazão de projeto total de 828,60 l/min. Com esse valor, foi adotado para esses condutores o diâmetro de 150 mm com 1 % de declividade, por suportar a vazão de 847 l/min.

5.4.6 Ralos

Foram dispostos ralos na laje impermeável localizada na cobertura, nas varandas abertas e na área externa, para auxiliar no escoamento das águas nessas áreas.

5.4.7 Caixa de Areia

As caixas de areia foram dimensionadas em formato cilíndrico, com diâmetro de 0,6 m, e posicionadas nos locais onde ocorreu mudança de direção e também onde havia saída do condutor horizontal da edificação.

5.4.8 Alguns fatores relevantes observados durante a execução da instalação

No projeto houve a adoção das caixas de areia nas posições citadas no item 5.4.7. Porém, na execução da obra, foram utilizadas no lugar delas, caixas de passagem de bases quadradas (0,6mx0,6m), conforme mostrado na figura 41.

Figura 41 – Caixa de passagem.



Fonte: A autora (2022).

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta o estudo sobre a elaboração de projetos e execução das instalações elétricas, hidráulica, de esgoto sanitário e de águas pluviais de uma unidade residencial unifamiliar. Como mostrado na fundamentação teórica, foram realizados estudos completos em normas e bibliografias que trazem informações importantes sobre essas instalações, permitindo a solidificação necessária para este estudo.

A partir dos conteúdos técnicos, necessários para os dimensionamentos, e do projeto arquitetônico foi possível a elaboração dos projetos com o dimensionamento dos elementos presentes nas instalações. No projeto elétrico, seguindo as orientações da NBR 5410:2004 foram realizados os dimensionamentos dos componentes pertencentes a instalação, tal como: pontos de luz, tomadas de uso geral, tomadas de uso específico, eletrodutos, entre outros.

Enquanto no projeto hidráulico, o dimensionamento das tubulações e do reservatório que compõem essa instalação foi realizado seguindo tanto a NBR 5626:2020, como também as orientações presentes em outras literaturas técnicas na área. O dimensionamento das tubulações, das caixas de inspeção, das caixas de areia; das caixas e ralos sifonados, entre outros componentes presentes das instalações de esgoto sanitário e águas pluviais, seguiram a NBR 8160:1999, para a primeira instalação, e a NBR 10844:1989, para a segunda.

O acompanhamento da execução das instalações projetadas na edificação estudada mostrou que os projetos são passíveis de melhorias que facilitariam a execução das instalações, como, por exemplo, a questão de maiores cuidados quando do direcionamento das tubulações que interceptam elementos de estruturas em concreto armado, caso das vigas.

Outra melhoria que pode ser aplicada em projeto e que esteve presente na execução das instalações hidráulicas, elétricas e de águas pluviais é a padronização de alguns elementos. Essa padronização é referida, por exemplo, a uniformização do diâmetro das tubulações de ramais e sub-ramais nas instalações hidráulicas e também ao uso de eletrodutos de mesmo diâmetro nas instalações elétricas. Esses ajustes de projeto não resultariam em um superdimensionamento e não gerariam uma mudança significativa no custo da obra em si, porém resultam em otimização do tempo da execução.

Por fim, foi observado que o atendimento dos projetos na fase da execução das instalações foi, em suma, bastante satisfatório, pois as alterações foram relativamente poucas, e essas modificações observadas na execução das instalações não trouxeram comprometimento ao desempenho dos sistemas projetados, com exceção da substituição da caixa de areia, por caixa de passagem.

Para os futuros trabalhos é sugerido:

- Um estudo que observe o impacto dos ajustes observados na execução das instalações no orçamento final de cada sistema abordado;
- O estudo sobre elaboração e execução de um projeto estrutural e as alterações presentes na execução;
- Um estudo envolvendo projeto e execução de instalações hidráulicas com o uso de tubulações PEX.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Francisco Jadilson Santos. **Análise das instalações elétricas do IFBA – Campus de Paulo Afonso e Adequação às Normas Vigentes**. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento da Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Bahia - IFBA. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 1998.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ÁVILA, Vinícius Martin. **Compatibilização de projetos na construção civil [manuscrito]: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 84f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. 2011.

AZEVEDO NETO, José Martiniano de et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

BAPTISTA, m. b. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 3. ed. ufmg, 2010.

BORGES, Ruth Silveira. **Manual de instalações prediais hidráulico-sanitárias e de gás**. 4. Ed. São Paulo: Pini, 1992.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos e RIBEIRO JR, Geraldo de Andrade. **Instalações Hidráulicas Prediais: Usando tubos de PVC e PPR**. 3º Edição. São Paulo. Ed. Blucher, 2010.

DE OLIVEIRA CLAUDINO, Airton et al. **Impactos e transtornos gerados através da má execução das instalações hidros-sanitárias**. Epitaya E-books, v. 1, n. 15, p. 145-162, 2020.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2007.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6.ed. Rio de Janeiro. LTC, 2017.

ENERGISA. **Norma de distribuição unificada – NDU – 001 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras.** Energisa. 2016.

FILHO, Domingos Leite Lima. **Projeto de Instalações Elétricas Prediais.** 12ª ed. São Paulo: Érica, 2011.

GOTO, Hudson. **Instalações prediais de esgoto e águas pluviais.** 1. Ed. Brasília: NT Editora, 2018.

MACYNTRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais.** 4. ed. Rio de Janeiro. LTC, 2010.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais.** 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MELO, Vanderley de Oliveira. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias.** São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004.

MYIAMOTO, Jullian Mitsuo. **Desenvolvimento de projetos complementares de um edifício com foco em compatibilização.** 69f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica do Paraná – Campus Campo Mourão. 2018.

NERY, Noberto. **Instalações elétricas: princípios e aplicações.** 2ª ed. São Paulo: Érica, 2012.

PEREIRA, Matheus Vancine José Guimarães. **Estudo de manutenção predial em prédios públicos: proposta de manuais de uso, operação e manutenção para os sistemas de cobertura e hidrossanitário do campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe.** Monografia (Graduação – Bacharelado em Engenharia Civil.) – Instituto Federal de Sergipe, 2021.

PRYSMIAN – **Manuais De Instalações Elétricas.** PRYSMIAN CABOS E SISTEMAS. Manual de Instalações Elétricas Residenciais. 2006.

PRYSMIAN (Antiga PIRELLI Cabos) – **Manuais De Instalações Elétricas.** PRYSMIAN CABOS E SISTEMAS. Residenciais – 3 Vol. - 1996.

SENAI-RJ. **Elementos de instalações elétricas prediais.** SENAI – Rio de Janeiro. 2003.

SILVA, A.C.P.; FILHO, M.S.M. **Projeto elétrico residencial: comparação manual e software computacional.** 67P. TCC, Publicação ENC. Curso de Engenharia Civil, Evangélica, Goianésia, GO, 2020.

SILVA, Rosimaria Gomes da. **A importância do projeto elétrico residencial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UniAGES, Paripiranga, 2021.

TIGRE S.A. **Manual Técnico Tigre: Orientações Técnicas sobre instalações hidráulicas prediais de água fria.** 5ª edição. Joinville: TIGRE S.A., 2010.

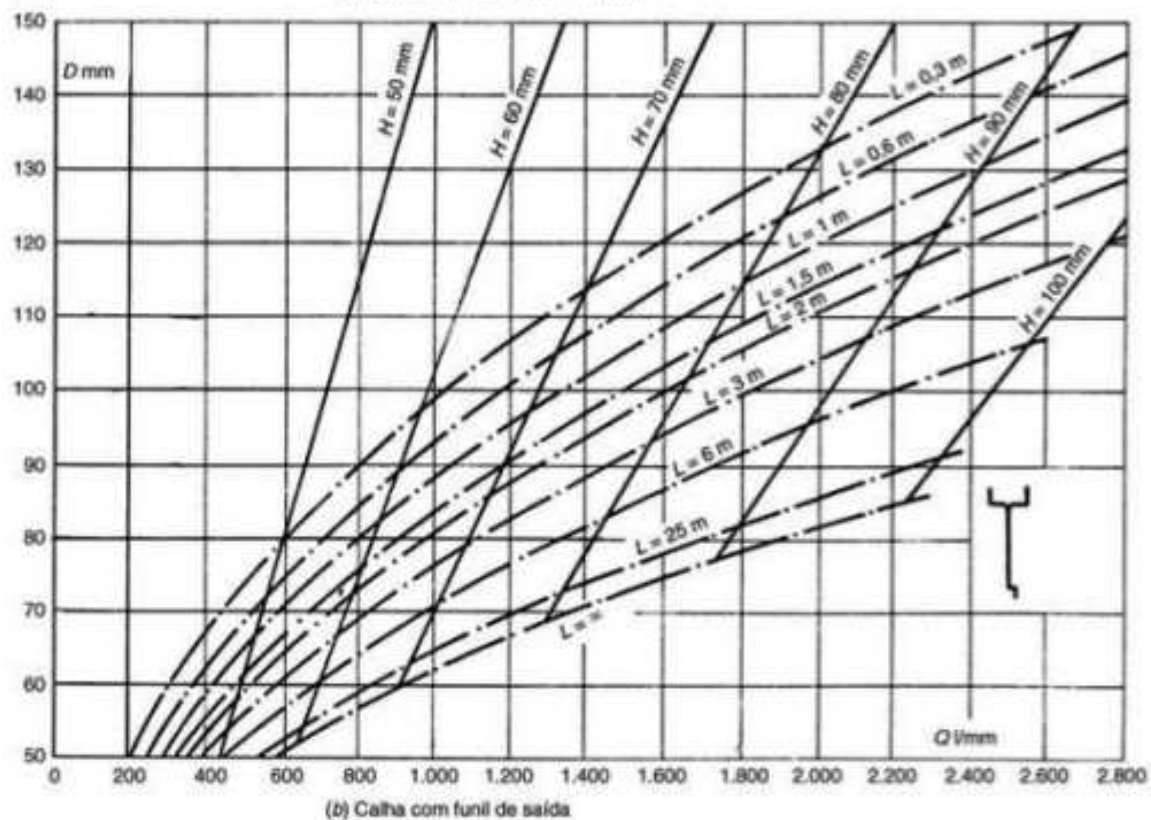
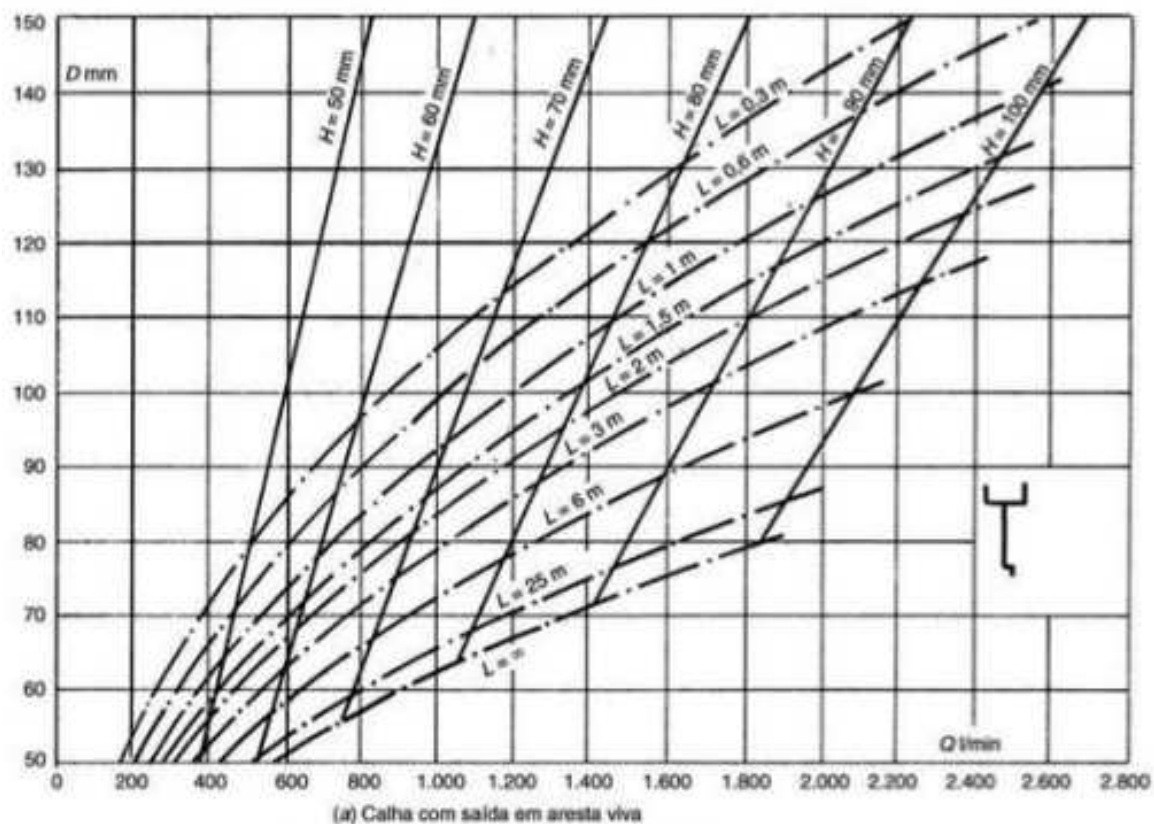
VIEIRA, Zacarias Caetano et al. **Elaboração de módulos didáticos para ensino de instalações hidrossanitárias.** Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), v. 1, n. 1, p. 189-197, 2019.

Anexo 1 - Perdas de carga localizadas – Sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido.

		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
DE (mm)	D. ref. (pol.)																
20	½	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
25	¾	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	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	0,3	8,4
40	1¼	2	1	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22	0,4	10,5
50	1½	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17
60	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
75	2½	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25	8,2	12,5	38	0,9	19
85	3	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8	8	2	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40	0,9	20
110	4	4,3	1,9	1,6	1	2,6	8,3	8,3	2,2	4	3,9	28,6	10,4	16	42,3	1	22,1

Fonte: Manual Técnico Tigre (2010).

Anexo 2 – Ábacos para determinação do diâmetros de condutores verticais.



Fonte: NBR 10844:1989 apud CREDER (2017).

Anexo 3 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro Interno	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	(D)												
	(mm)	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	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	63	59	84	118	168	55	77	108	154	50	71	100	142
3	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
4	100	204	287	405	575	187	264	272	527	173	243	343	486
5	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
6	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
7	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	5.600
8	250	2.350	3.370	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
9	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

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com altura de lâmina d'água igual a 2/3 D.

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989).

Anexo 4 (A) – Quadro de previsão de cargas – Pavimento térreo.

Dependência	DIMENSÕES		ILUMINAÇÃO						T.U.G.					T.U.E.	
	Área (m ²)	Perímetro (m)	Potência Mínima	Equiv. (*)	Nº. de pontos	Nº. De lâmpadas por Ponto	Pot. Lâmp. Ativa (W)	Pot. Ativa (W)(**)	Nº. Mínimo de pontos	Nº. de pontos (100VA)	Nº. de pontos (600VA)	Pot. Aparente (VA)	Pot. Ativa (W)(***)	Aparelho	Potência (W)
Garagem	27,59	21,29	400	104	4	1	26	104	1	1		100	80		
Hall	1,75	5,7	100	26	1	1	26	26					0		
Sala Estar/TV	19,05	20,18	280	73	3	1	26	78	6	8		800	640		
Home Office	10	12,8	160	42	2	1	26	52	4	8		800	640	Ar condicionado de 12.000 BTUs	1.700
W.C Social	3,55	7,88	100	26	1	1	26	26	1		1	600	480	Chuveiro elétrico	5.500
Jantar/Cozinha Ilha	36,98	26,67	520	135	6	1	26	156	8	5	3	2300	1840		
Gourmet	20,94	18,95	280	73	3	1	26	78	5	5	3	2300	1840	Microondas	1.200
Área de Serviço	5,2	9,64	100	26	1	1	26	26	3		3	1800	1440		
Área externa	85,00	43,50			18	1	16	288							
				0				0							
				0				0							
				0				0							
				0				0							
				0				0							
				0				0							
TOTAIS:								834					6960		8.400

Fonte: A autora (2010).

Anexo 4 (B) – Quadro de previsão de cargas – Pavimento Superior.

Dependência	DIMENSÕES		ILUMINAÇÃO						T.U.G.					T.U.E.	
	Área (m²)	Perímetro (m)	Potência Mínima	Equiv. (*)	Nº. de pontos	Nº. De lâmpadas por Ponto	Pot. Lâmp. Ativa (W)	Pot. Ativa (W)(**)	Nº. Mínimo de pontos	Nº. de pontos (100VA)	Nº. de pontos (600VA)	Pot. Aparente (VA)	Pot. Ativa (W)(***)	Aparelho	Potência (W)
Escada	8,1	11,84	100	26	1	1	26	26					0		
Varanda Aberta	17,91	18,63	220	57	2	1	26	52	5	1		100	80		
Suíte Casal	19,35	19,82	280	73	3	1	26	78	6	11		1100	880	Ar condicionado de 12.00 BTUs	1.700
Corredor	9,36	19,32	100	26	2	1	26	52	6	2		200	160		
W.C Suíte Casal	4,35	8,81	100	26	1	1	26	26	1		1	600	480	Chuveiro elétrico	5.500
W.C Social	4,35	8,81	100	26	1	1	26	26	1		1	600	480	Chuveiro elétrico	5.500
Circulação	7,32	10,83	100	26	1	1	26	26	3	2		200	160		
Quarto Filha	12,91	14,64	160	42	2	1	26	52	4	8		800	640	Ar condicionado de 12.00 BTUs	1.700
Quarto/Sala	9,15	12,12	100	26	2	1	26	52	3	7		700	560	Ar condicionado de 12.00 BTUs	1.700
Varanda Aberta	19,92	23,43	100	6	2	1	26	52	6	1		100	80		
				0				0					0		
				0				0					0		
				0				0					0		
				0				0					0		
				0				0					0		
				0				0					0		
TOTAIS:								442					3520		16.100

Fonte: A autora (2010).

Anexo 5 – Quadro de dimensionamento dos condutores e dispositivos e proteção geral.

Condutores Gerais			Tensão de Fase (V)	Carga Total Demandada (W)	Fase F1 (W)	Fase F2 (W)	Fase F3 (W)	Corrente de Projeto Ip (A)	Corrente Corrigida (A)	Condutores Vivos (mm²)	Conductor de Proteção (mm²)	Proteção: Tipo	Proteção: Nº. de pólos	Proteção: Corrente Nominal (A)
T	Condutor Terra de Distribuição		127							25,0	DTM	3	80	
N	Condutor Neutro de Distribuição									25,0				
F1	Condutor Fase 1 de Distribuição									25,0				
F2	Condutor Fase 2 de Distribuição													
F3	Condutor Fase 3 de Distribuição													
TOTAIS:				20.875	11.770	12.470	12.042	55	62					

Fonte: A autora (2022).

Anexo 6 (A) – Quadro de distribuição de cargas – Pavimento térreo.

Circuito o Nº.	Circuito Tipo/Local	Fases	Tensã o (V)	Carga Ilum. (W)	Carga TUG (W)	Carga TUE (W)	Carga Total (W)	Fase F1 (W)	Fase F2 (W)	Fase F3 (W)	Corrente de Projeto Ib (A)	Corrente Corrigida (A)	Condutor es Vivos (mm²)	Condutor de Proteção (mm²)	Proteçã o: Tipo	Proteçã o: Nº. de pólos	Proteção: Corrente Nominal (A)				
1	LUZ / Garagem, Hall, Home office e Sala Estar/TV	F3	127	260			260			260	2,05	3,41	1,5	1,5	DTM	1	10A				
2	LUZ / W.C Social, Jantar/Cozinha Ilha, Gourmet, A. Serviço e Área Externa	F3	127	574			574			574	4,52	7,53	1,5	1,5	DR	2	10A + 30mA				
3	TUG / Garagem e Home Office	F2	127		720		720		720		5,67	8,10	2,5	2,5	DTM	1	10A				
4	TUG / Salar Estar/TV	F1	127		640		640	640			5,04	8,40	2,5	2,5	DTM	1	10A				
5	TUG / Jantar/Cozinha Ilha (600VA + 5*100W)	F2	127		880		880		880		6,93	11,55	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
6	TUG / Jantar/Cozinha Ilha (2 x 600VA)	F2	127		960		960		960		7,56	12,60	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
7	TUG / Gourmet (600VA + 5*100VA)	F2	127		880		880		880		6,93	11,55	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
8	TUG / Gourmet (2*600VA)	F1	127		960		960	960			7,56	12,60	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
9	TUG / Área de Serviço (2*600VA)	F3	127		960		960			960	7,56	11,63	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
10	TUG / Área de Serviço(600VA) + W.C Social(600VA)	F1	127		960		960	960			7,56	11,63	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA				
11	TUE / Gourmet (microondas)	F2	127			1.200	1.200		1200		9,45	15,75	2,5	2,5	DR	2	16A + 30mA				
12	TUE / WC Suite (chuveiro elétrico)	F1+F3	220			5.500	5.500	2750		2750	25,00	38,46	6,0	6,0	DR	2	32A + 30mA				
13	TUE / Home Office (ar condicionado)	F2+F3	220			1.700	1.700		850	850	7,73	11,04	2,5	2,5	DTM	2	10				
14	RESERVA 01	F1	127				0				0,00										
15	RESERVA 02	F2	127				0				0,00										
16	RESERVA 03	F3	127				0				0,00										
17	RESERVA 04	F1	127				0				0,00										
T	Condutor Terra de Distribuição												10								
N	Condutor Neutro de Distribuição												10								
F1	Condutor Fase 1 de Distribuição												10,0	DR	4	50A + 100mA					
F2	Condutor Fase 2 de Distribuição																				
F3	Condutor Fase 3 de Distribuição																				
TOTAIS:							16.194	5.310	5.490	5.394	43	43									

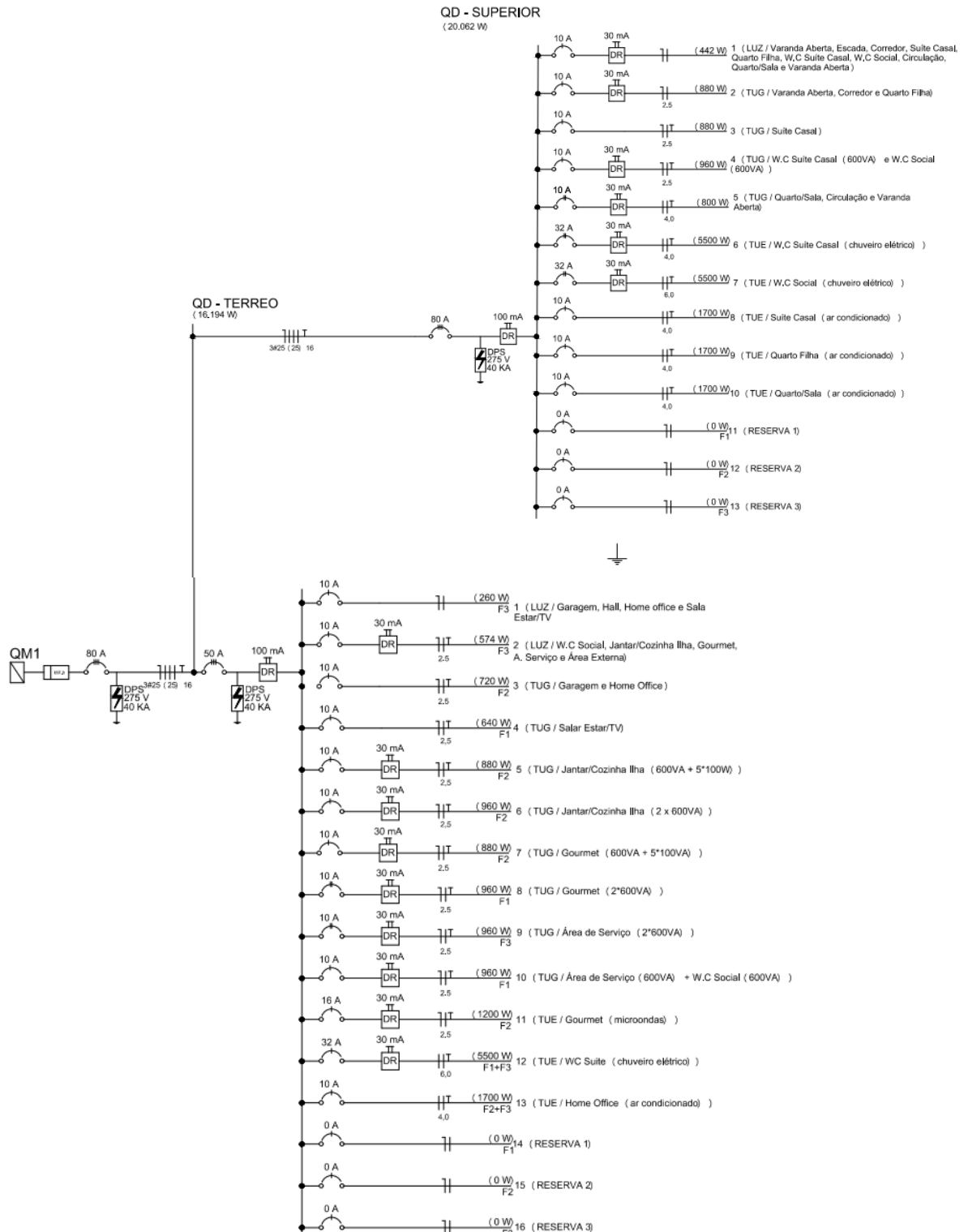
Fonte: A autora (2022).

Anexo 6 (B) – Quadro de distribuição de cargas – Pavimento superior.

Circuito Nº.	Circuito Tipo/Local	Fases	Tensão (V)	Carga Ilum. (W)	Carga TUG (W)	Carga TUE (W)	Carga Total (W)	Fase F1 (W)	Fase F2 (W)	Fase F3 (W)	Corrente de Projeto I _p (A)	Corrente Corrigida (A)	Condutores Vivos (mm²)	Condutor de Proteção (mm²)	Proteção: Tipo	Proteção: Nº. de pólos	Proteção: Corrente Nominal (A)
1	LUZ / Varanda Aberta, Escada, Corredor, Suíte Casal, Quarto Filha, W.C Suíte Casal, W.C Social, Circulação, Quarto/Sala e Varanda Aberta	F2	127	442			442			442	3,48	5,35	1,5	1,5	DR	2	10A + 30mA
2	TUG / Varanda Aberta, Corredor e Quarto Filha	F1	127		880		880		880		6,93	9,90	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA
3	TUG / Suíte Casal	F3	127		880		880			880	6,93	9,90	2,5	2,5	DTM	1	10
4	TUG / W.C Suíte Casal (600VA) e W.C Social (600VA)	F3	127		960		960	960			7,56	11,63	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA
5	TUG / Quarto/Sala, Circulação e Varanda Aberta	F1	127		800		800		800		6,30	4,41	2,5	2,5	DR	2	10A + 30mA
6	TUE / W.C Suíte Casal (chuveiro elétrico)	F1+F3	220			5500	5.500	2750	2750		25,00	38,46	6,0	6,0	DR	2	32A + 30mA
7	TUE / W.C Social (chuveiro elétrico)	F1+F2	220			5500	5.500	2750		2750	25,00	38,46	6,0	6,0	DR	2	32A + 30mA
8	TUE / Suíte Casal (ar condicionado)	F2+F3	220			1700	1.700		850	850	7,73	11,04	2,5	2,5	DTM	2	10
9	TUE / Quarto Filha (ar condicionado)	F1+F3	220			1700	1.700		850	850	7,73	11,04	2,5	2,5	DTM	2	10
10	TUE / Quarto/Sala (ar condicionado)	F1+F3	220			1700	1.700		850	850	7,73	11,04	2,5	2,5	DTM	2	10
11	RESERVA 01	F1	127				0				0,00						
12	RESERVA 02	F2	127				0				0,00						
13	RESERVA 03	F3	127				0				0,00						
T	Condutor Terra de Distribuição												25,0				
N	Condutor Neutro de Distribuição												25,0				
F1	Condutor Fase 1 de Distribuição												25,0		DR	4	80A + 100mA
F2	Condutor Fase 2 de Distribuição												25,0				
F3	Condutor Fase 3 de Distribuição												25,0				
TOTAIS:							20.062	6.460	6.980	6.622	53	53					
							Balanceamento Ideal de Fases:	6687,3	6687,3	6687,3							
							Desvio:	-3,40%	4,38%	-0,98%							

Fonte: A autora (2022).

Anexo 7 – Diagrama Unifilar



Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (A) – Memorial de cálculo das pressões do barrilete.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
Reservatório 1-A	6,7	0,77653075	35,2	0,798369	0,02516053	1,1	1,1000000	1,5	RG+2"C90+T pass+Saída	4,7	0,03774079	0,1182545	0,155995	0,94400472	-
Reservatório-B	6,7	0,77653075	35,2	0,798369	0,02516053	1,1	1,1000000	1,5	RG+2"C90+T pass+Saída	4,7	0,03774079	0,1182545	0,155995	0,94400472	-
A-C	3,3	0,54497706	35,2	0,560303	0,01353954	0	0,9440047	0,88	T lat	4,6	0,01191490	0,0622819	0,074197	0,86980802	-
B-D	3,4	0,55317267	35,2	0,568729	0,01389787	0	0,9440047	1,22	T lat	4,6	0,01695541	0,0639302	0,080886	0,86311909	-
D-E	1,7	0,39115214	35,2	0,402152	0,00757787	0	0,8631191	5,16	T lat	4,6	0,03910181	0,0348582	0,073960	0,78915908	-
C-AF1	1,1	0,31464265	35,2	0,323491	0,00517753	0	0,8698080	0,83	C90	0,7	0,00429735	0,0036243	0,007922	0,86188639	-
C-AF2	2,8	0,50199602	35,2	0,516114	0,01172648	0	0,8698080	0,83	C90	0,7	0,00973298	0,0082085	0,017942	0,85186651	-
D-AF5	2,2	0,44497191	35,2	0,457486	0,00949564	0	0,8631191	3,38	2"C90	1,4	0,03209526	0,0132939	0,045389	0,81772994	-
E-AF3	0,3	0,16431677	35,2	0,168938	0,00166106	0	0,7891591	0,56	C90	0,7	0,00093019	0,0011627	0,002093	0,78706615	-
E-AF4	1,4	0,35496479	35,2	0,364947	0,00639391	0	0,7891591	2,6	2"C90	1,4	0,01662416	0,0089515	0,025576	0,76358345	-

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (B) – Memorial de cálculo das pressões do banheiro social do pavimento térreo.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A-B	1,1	0,314642654	21,4	0,875226369	0,055047189	5,8	6,661886394	6,01	RG+C90+T lat	3,1	0,330833607	0,170646287	0,5014799	6,1604065	0,5
B-CH	0,1	0,09486833	17	0,41817085	0,020153459	-1,1	5,0604065	1,1	J90+RP	12,2	0,022168805	0,2458722	0,268041	4,7923654961	1
B-C	1	0,3	21,4	0,8344956	0,050642665	0	6,1604065	0,85	T lat	2,4	0,043046265	0,121542395	0,1645887	5,99581784	0,5
C-DU	0,4	0,18973666	17	0,836341699	0,067787886	0,6	6,59581784	0,6	J90	1,1	0,040672731	0,074566674	0,1152394	6,480578435	1
C-D	0,6	0,232379001	21,4	0,646397512	0,032389101	0	5,99581784	0,6	T lat	2,4	0,019433461	0,077733842	0,0971673	5,898650538	0,5
D-CD	0,3	0,164316767	17	0,724293158	0,052702436	0,8	6,698650538	0,6	J90	1,1	0,042161949	0,05797268	0,1001346	6,598515908	1
D-E	0,3	0,164316767	21,4	0,457072064	0,017660283	0	5,898650538	0,68	C90	0,5	0,012008992	0,008830141	0,0208391	5,877811404	0,5
E-LV	0,3	0,164316767	17	0,724293158	0,052702436	0,4	6,277811404	0,4	J90	1,1	0,021080975	0,05797268	0,0790537	6,198757749	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (C) – Memorial de cálculo das pressões dos banheiros do pavimento superior.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A-B	2,2	0,444971909	21,4	1,237757002	0,10095699	2,4	3,251866509	2,5	RG+C90+T lat	3,1	0,252392475	0,31296667	0,5653591	2,686507364	0,5
B-CH	0,2	0,134164079	17	0,591382887	0,036961607	-1,1	1,586507364	1,1	T Bil + RP	13,4	0,040657767	0,49528553	0,5359433	1,050564066	1
B-C	2	0,424264069	21,4	1,180154996	0,092879056	0	2,686507364	0,75	T lat	2,4	0,069659292	0,222909736	0,292569	2,393938336	0,5
C-DU	0,8	0,268328157	17	1,182765774	0,12432353	0,6	2,993938336	0,6	T lat	2,3	0,074594118	0,28594412	0,3605382	2,633400098	1
C-D	1,2	0,328633535	21,4	0,914144129	0,059401873	0	2,393938336	0,67	T lat	2,4	0,039799255	0,142564495	0,1823638	2,211574586	0,5
D-CD	0,6	0,232379001	17	1,024305207	0,096656695	0,8	3,011574586	0,6	T lat	2,3	0,057994017	0,222310398	0,2803044	2,731270171	1
D-E	0,6	0,232379001	21,4	0,646397512	0,032389101	0	2,211574586	0,68	C90	0,5	0,022024589	0,01619455	0,0382191	2,173355447	0,5
E-LV	0,6	0,232379001	17	1,024305207	0,096656695	0,4	2,573355447	0,4	T lat	2,3	0,038662678	0,222310398	0,2609731	2,312382371	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (D) - Memorial de cálculo das pressões da varanda aberta.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A-B	0,3	0,164316767	21,4	0,457072064	0,017660283	2,4	3,1871	2,63	RG+2"C90	1,2	0,046446543	0,021192339	0,0676389	3,119427266	0,5
B-LV	0,3	0,164316767	17	0,724293158	0,052702436	0,4	3,519427266	0,4	J90	1,1	0,021080975	0,05797268	0,0790537	3,440373611	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (E) – Memorial de cálculo das pressões da Cozinha/Gourmet.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A-B	1,4	0,354964787	21,4	0,98738851	0,067979596	5,8	6,5636	5,6	RG+C90+T pas	1,5	0,380685738	0,101969394	0,4826551	6,080928321	0,5
B-C	1,4	0,354964787	17	1,564652049	0,202867103	0	6,080928321	1,59	C90	0,5	0,322558693	0,101433551	0,4239922	5,656936077	0,5
C-PI	0,7	0,250998008	21,4	0,698189111	0,037066138	-0,1	6,080928321	0,1	J90	1,1	0,003706614	0,040772751	0,0444794	6,036448956	1
B-D	0,7	0,250998008	17	1,106376074	0,110614072	1	7,036448956	5,88	3"C90	1,5	0,650410744	0,165921108	0,8163319	6,220117104	0,5
D-PI	0,7	0,250998008	21,4	0,698189111	0,037066138	-1,1	4,936448956	1,1	J90	1,1	0,040772751	0,040772751	0,0815455	4,854903453	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (F) – Memorial de cálculo das pressões da área de serviço.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A-B	1,7	0,391152144	21,4	1,088049145	0,080567401	5,8	6,6177	6,13	RG+C90+T lat	3,1	0,493878169	0,249758944	0,7436371	5,874092827	0,5
B-TQ	0,7	0,250998008	21,4	0,698189111	0,037066138	-0,2	5,674092827	0,2	J90	1,2	0,007413228	0,044479365	0,0518926	5,622200234	1
B-C	1	0,3	21,4	0,8344956	0,050642665	0	5,874092827	1,01	C90	0,5	0,051149091	0,025321332	0,0764704	5,797622403	0,5
C-MQ	1	0,3	17	1,322372336	0,151129622	-0,2	5,597622403	0,2	J90	1,1	0,030225924	0,166242584	0,1964685	5,401153895	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (G) – Memorial de cálculo das pressões do jardim-parte frontal.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
Hidrometro- A	1,2	0,328633535	21,4	0,914144129	0,059401873	0	9,9927	4,44	T pass + RG	1	0,263744316	0,059401873	0,3231462	9,669553811	0,5
A- TJ	0,4	0,18973666	21,4	0,527781359	0,02271533	-0,6	9,0696	0,95	C90+J90	1,7	0,021579563	0,03861606	0,0601956	9,009358188	1

Fonte: A autora (2022).

Anexo 8 (H) – Resultados de cálculo das pressões do jardim-área dos fundos.

Trecho	Somo de pesos	Vazão estimada (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade	Perda de carga unitária (m/m)	Diferença de cota (mm)	Pressão disponível (mca)	Comprimento (mm)			Perda de carga total (m)			Pressão residual (mca)	Pressão requerida (mm)
								Real	Singularidades	Equivalentes	Tubulação	Condições	Total		
A- B	0,8	0,268328157	21,4	0,746395556	0,041660098	-0,6	9,0696	20,69	T pass+C90 + T lat	3,7	0,861947428	0,154142363	1,0160898	8,05346402	0,5
B-CH	0,4	0,18973666	21,4	0,527781359	0,02271533	-1,3	6,7535	1,2	J90+RP	12,6	0,027258395	0,286213152	0,3134715	6,439992473	1
B-TJ	0,4	0,18973666	21,4	0,527781359	0,02271533	0	8,0535	1,16	2"C90+J90	2,2	0,026349782	0,049973725	0,0763235	7,977140513	1

Fonte: A autora (2022).