

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ALVARO VACCARI

**ANÁLISE COMPARATIVA DO DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE DE
HIDRANTES CONFORME AS NORMAS DE 3 ESTADOS BRASILEIROS SOBRE
UMA MESMA EDIFICAÇÃO MODELO**

**PATO BRANCO
2025**

versão 11.0 (abr.25)

ALVARO VACCARI

**ANÁLISE COMPARATIVA DO DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE DE
HIDRANTES CONFORME AS NORMAS DE 3 ESTADOS BRASILEIROS SOBRE
UMA MESMA EDIFICAÇÃO MODELO**

**Comparative analysis of the sizing of a hydrant network according to the
standards of 3 Brazilian states on the same model building**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dr. Cesar Augusto Medeiros
Destro.

PATO BRANCO

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ALVARO VACCARI

**ANÁLISE COMPARATIVA DO DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE DE
HIDRANTES CONFORME AS NORMAS DE 3 ESTADOS BRASILEIROS SOBRE
UMA MESMA EDIFICAÇÃO MODELO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 05/dezembro/2025

Prof. Dr. Cesar Augusto Medeiros Destro
Doutorado em Engenharia de Recursos e Ambiental Hídricos UFPR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Dr. Cleovir José Milani
Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental UPF
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Dr. Rafael Jansen Mikami
Doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais UEPG
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

PATO BRANCO

2025

Dedico este trabalho à força que me move. À minha família, que sempre foi sinônimo de amor, apoio e inspiração. Aos amigos que caminharam ao meu lado e tornaram essa jornada mais leve e mais divertida. Aos mestres que compartilharam mais que conhecimento; compartilharam propósito. E a mim, por nunca ter desistido, por levantar todos os dias com o foco em fazer valer a pena. Cada página escrita é um lembrete de que sonhos não têm atalhos, mas têm destino. Hoje, encerro um ciclo com orgulho e com a certeza de que o melhor ainda está por vir.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é pouco diante do que carrego comigo. Carrego lições que não cabem nos livros, memórias que não se apagam com o tempo e pessoas que deixaram marcas eternas na minha jornada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Cesar Augusto Medeiros Destro, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

A todos vocês, deixo aqui algo maior que palavras, deixo parte da minha conquista.

Porque este trabalho não é apenas uma conclusão, é o ponto de partida de tudo aquilo que ainda vou construir.

Entre o silêncio do risco e o grito do incêndio,
ergue-se o conhecimento como barreira invisível
que protege o que é insubstituível: a vida, a
memória e o futuro.

RESUMO

A segurança contra incêndio no Brasil é caracterizada pela autonomia legislativa estadual, o que resulta na ausência de padronização nacional e gera divergências técnicas significativas nos projetos de engenharia. Nesse contexto, este trabalho realiza uma análise comparativa do dimensionamento de uma rede de hidrantes para uma mesma edificação comercial, à luz das normativas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A metodologia consistiu em um estudo de caso de uma edificação real, classificando-a quanto ao risco de incêndio em cada legislação, seguido pela definição dos parâmetros hidráulicos e dimensionamento da rede com auxílio de ferramentas computacionais. Os resultados evidenciaram disparidades expressivas entre os estados: o Rio Grande do Sul exigiu o sistema mais robusto, demandando uma reserva técnica de 36 m³ e bomba com altura manométrica de 44,3 m.c.a.; Santa Catarina apresentou a solução hidráulicamente mais econômica (reserva de 5 m³ e bomba de 7,3 m.c.a.), focando, contudo, na redundância de equipamentos; já o Paraná mostrou-se intermediário, com reserva de 12 m³ e bomba de 35,3 m.c.a. Conclui-se que as diferenças normativas impactam diretamente o porte e a complexidade de implantação dos sistemas, reforçando a necessidade de debate sobre a harmonização das exigências de segurança no país.

Palavras-chave: rede de hidrantes; combate a incêndio; dimensionamento hidráulico; normas técnicas; legislação estadual.

ABSTRACT

This study presents a comparative analysis of the design of a fire hydrant network for a single model building, intended for commercial use with LPG storage, in light of the applicable standards of three Brazilian states: Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. First, the theoretical foundations of active fire protection systems are discussed, with emphasis on the hydrant network and on the national and state technical standards that regulate its conception, installation and performance. Then, the building is characterized, the occupancy and fire risk classification is defined, and the design parameters required in each state are established, including criteria such as type of system, number and location of hydrants, hose type and length, minimum flow rates, fire water storage requirements and pumping conditions. The hydraulic design of the network is carried out using established methods, with verification of head losses, manometric heads and compliance with the minimum pressure and flow requirements in each regulatory scenario. Finally, the results of the three designs are compared, showing that differences among the state regulations directly affect the size of the system, the configuration of the network, the characteristics of the fire pumps and the volume of the reservoirs, with significant impacts on performance, safety and implementation costs.

Keywords: fire hydrant network; fire protection; hydraulic design; technical standards; state regulation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Tetraedro do fogo..... | 18 |
| Figura 2: Classe dos extintores de incêndio | 33 |
| Figura 3: Indicação de uso para cada classe extintora..... | 33 |
| Figura 4: Diagrama da pesquisa | 37 |
| Figura 5: Divisão regional normativa em 2025 | 39 |
| Figura 6: Planta de situação..... | 42 |
| Figura 7: Planta baixa pavimento térreo | 43 |
| Figura 8: Planta baixa mezanino..... | 44 |
| Figura 9: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes e reservatórios na planta baixa térrea (Paraná) | 57 |
| Figura 10: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes na planta mezanino (administrativo) (Paraná)..... | 58 |
| Figura 11: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes e reservatórios na planta baixa térrea (Rio Grande do Sul) | 69 |
| Figura 12: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes na planta superior (administrativo) (Rio Grande do Sul)..... | 70 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|-----------|
| Imagem 1: Central de alarme..... | 26 |
| Imagem 2: Sinalização de saída de emergência..... | 30 |
| Imagem 3: Luminária de bloco autônomo..... | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Tabela 2 da Resolução Técnica CBMRS n.º01 | 48 |
| Tabela 2: Aplicabilidade dos tipos de sistemas em função da ocupação/uso .. | 54 |
| Tabela 3: Tipos de sistemas de proteção por hidrantes ou mangotinhos | 55 |
| Tabela 4: Volume mínimo da reserva de incêndio | 59 |
| Tabela 5: Tipo de mangueiras | 63 |
| Tabela 6: Tipos de sistemas | 64 |
| Tabela 7: Volume mínimo da RTI | 65 |
| Tabela 8: Tipos de sistemas | 68 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| Quadro 1: Sinalização de emergência | 29 |
| Quadro 2: Componentes do sistema de hidrantes..... | 35 |
| Quadro 3: Conjunto de peças e tubulações H02 (Paraná)..... | 72 |
| Quadro 4: Conjunto de peças e tubulações H03 (Paraná)..... | 73 |
| Quadro 5: Dimensionamento da bomba de incêndio (Paraná) | 73 |
| Quadro 6: Conjunto de peças e tubulações H02 (Santa Catarina)..... | 75 |
| Quadro 7:Conjunto de peças e tubulações H03 (Santa Catarina)..... | 76 |
| Quadro 8: Dimensionamento da bomba de incêndio (Santa Catarina) | 77 |
| Quadro 9:Conjunto de peças e tubulação H03 (Rio Grande do Sul) | 78 |
| Quadro 10: Conjunto de peças e tubulações H04 (Rio Grande do Sul) | 79 |
| Quadro 11: Dimensionamento da bomba de incêndio (Rio Grande do Sul) | 80 |
| Quadro 12: Comparativo entre os dimensionamentos dos sistemas de hidrantes nos três estados..... | 82 |

LISTA DE APÊNDICES

| | |
|--|----|
| APÊNDICE A- DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA O ESTADO DO PARANÁ..... | 13 |
| APÊNDICE B – DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA | 14 |
| APÊNDICE C – DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL..... | 15 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMENTOS | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Objetivos | 15 |
| 1.1.1 Objetivo Geral..... | 15 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 1.2 Justificativa | 15 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 Fogo | 18 |
| 2.2 Histórico e evolução da segurança contra incêndios no Brasil | 19 |
| 2.3 Medidas de proteção contra incêndio | 21 |
| 2.3.1 Medidas passivas | 22 |
| 2.3.2 Medidas ativas..... | 24 |
| 2.3.3 Sinalização de emergência | 28 |
| 2.3.4 Iluminação de emergência | 30 |
| 2.3.5 Métodos de extinção do incêndio | 31 |
| 2.3.6 Extintores de Incêndio | 32 |
| <u>2.3.6.1</u> <u>Classe de incêndio e agentes extintores</u> | <u>32</u> |
| 2.3.7 Brigada de incêndio | 34 |
| 2.4 Sistema de Hidrantes | 34 |
| 3 METODOLOGIA | 37 |
| 3.1 Mapeamento Normativo Estadual e Justificativa da Escolha dos Estados Analisados | 38 |
| 3.2 Uso de Softwares e Ferramentas no Projeto de Hidrantes | 39 |
| 3.3 Seleção da Edificação Modelo | 40 |
| 3.4 Classificação do grupo de risco conforme normas estaduais | 44 |
| 3.4.1 Classificação do grupo de risco no estado do Paraná..... | 44 |
| 3.4.2 Classificação do grupo de risco no estado de Santa Catarina | 45 |
| 3.4.3 Definição do grupo de risco no estado do Rio Grande do Sul | 45 |
| 3.5 Parâmetros Técnicos para o Dimensionamento de Hidrantes | 46 |
| 3.5.1 Parâmetros utilizados no estado do Paraná | 46 |
| 3.5.2 Parâmetros utilizados no estado de Santa Catarina..... | 47 |
| 3.5.3 Parâmetros utilizados no estado do Rio Grande do Sul | 47 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.6 | Determinação da perda de carga na mangueira | 49 |
| 3.7 | Determinação da perda de carga no esguicho | 50 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 52 |
| 4.1 | Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado do Paraná | 52 |
| 4.2 | Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado de Santa Catarina | 60 |
| 4.3 | Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado do Rio Grande do Sul..... | 65 |
| 4.4 | Valores e resultados obtidos do dimensionamento da bomba..... | 71 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 83 |
| | REFERÊNCIAS..... | 85 |

1 INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndios em edificações é um tema importante na engenharia civil, tendo em vista a necessidade de proteger vidas, patrimônios e garantir a continuidade das atividades em edificações comerciais, industriais e residenciais. No entanto, observa-se uma carência de profissionais especializados nessa área, bem como a ausência de disciplinas específicas sobre prevenção e combate a incêndios nos currículos acadêmicos de engenharia civil e arquitetura. Esse cenário pode contribuir para falhas no planejamento e execução dos sistemas de proteção contra incêndios, resultando em tragédias como a da Boate Kiss, ocorrida em 2013, e a do alojamento do Flamengo, ocorrida em 2019, que evidenciaram a importância de regulamentações eficazes e bem aplicadas (BARREIROS, 2018).

As legislações estaduais de segurança contra incêndio apresentam diferenças técnicas marcantes. No Paraná, o dimensionamento é regido pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CSCIP) e suas Normas de Procedimentos Técnicos (NPT). Em Santa Catarina, o Corpo de Bombeiros Militar adota Instruções Normativas (IN) detalhadas. Já no Rio Grande do Sul, a regulamentação é estruturada por resoluções técnicas e, no caso de Santa Maria – RS, essas variações são ainda mais rigorosas, após a criação da Lei Complementar nº 104/2016 incentivada pelo desastre da Boate Kiss, ocorrida em 2013, que culminou na morte de 242 pessoas (KEHL, 2021; FIGUEIREDO, 2023).

À semelhança dessa pluralidade de critérios estaduais, as normas brasileiras de segurança contra incêndio também se desenvolveram sob forte influência de práticas e legislações estrangeiras. Após a Segunda Guerra Mundial, a ciência do fogo passou a ser tratada de forma sistemática em países como França, Reino Unido, Estados Unidos e Japão. Centros como o CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment – França*), o BRE-FRS (*Building Research Establishment/Fire Research Station – Reino Unido*) e o NIST-BFRL (*National Institute of Standards and Technology – EUA*) estabeleceram laboratórios e métodos que serviram de referência global para testes de resistência ao fogo, comportamento de materiais e desenvolvimento de tecnologias de segurança. Essa base internacional motivou a criação de normas brasileiras inspiradas na ISO 6241:1984 – *Performance standards in building* e nos códigos da NFPA, além da colaboração com instituições como a JICA

(*Japan International Cooperation Agency*) e o *British Council* (SEITO et al., 2008). A introdução de conceitos como o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), controle de fumaça e análise de risco foi, muitas vezes, derivada desses referenciais internacionais, adaptados à realidade brasileira (FERREIRA, 2014).

Apesar dessa influência, o Brasil apresenta diferenças consideráveis em relação aos métodos de combate a incêndio adotados em países desenvolvidos. Enquanto nações como os Estados Unidos e o Reino Unido possuem sistemas unificados de dados estatísticos, educação formal em segurança contra incêndio e ampla padronização nacional, o Brasil ainda sofre com a fragmentação normativa entre estados, carência de laboratórios certificados e deficiência na formação profissional em SCI (Segurança Contra Incêndio). Além disso, a adoção da engenharia de SCI como disciplina autônoma ainda é incipiente, o que limita o desenvolvimento técnico local (SEITO et al., 2008). Portanto, embora existam bases comuns, a divergência reside na maturidade institucional, uniformidade das normas e integração entre pesquisa, legislação e prática profissional (FERREIRA, 2014).

No contexto deste trabalho, realiza-se uma análise comparativa entre o dimensionamento de sistemas de hidrantes para três diferentes estados brasileiros. Para isso, a pesquisa se estrutura em três etapas fundamentais: observar diferenças quanto à classificação do grupo de risco de uma mesma edificação; realizar o dimensionamento da rede de hidrantes conforme as normativas vigentes de cada localidade; e, por fim, comparar os resultados obtidos. Com isso, pretende-se responder o seguinte questionamento: há uma divergência técnica causada pela falta de norma nacional que baliza todos os estados brasileiros a resultados mais parecidos ao dimensionar hidrantes?

A estrutura deste trabalho está organizada em capítulos, inicialmente, apresenta-se a introdução, contendo a contextualização do tema, justificativa e objetivos. Em seguida, a fundamentação teórica abordando os principais conceitos sobre segurança contra incêndio, redes de hidrantes e a legislação aplicável nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Na sequência, é exposta a metodologia aplicada para o dimensionamento dos sistemas, com a descrição das ferramentas utilizadas (Excel e AutoCAD). Posteriormente, são apresentados os resultados obtidos em cada um dos três projetos, seguidos de uma análise comparativa entre os critérios normativos e suas implicações técnicas. Por fim, o

trabalho se encerra com as considerações finais, que sintetiza os achados da pesquisa e propõe sugestões para estudos futuros.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Obter uma análise comparativa entre o dimensionamento de hidrantes com base em normas de diferentes estados brasileiros: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos específicos

- Observar as principais diferenças quanto ao grupo de risco da mesma edificação em cada um dos 3 estados em estudo.
- Realizar o dimensionamento conforme as normas atuais para cada um dos 3 estados.
- Comparar os resultados obtidos entre si, considerando as divergências técnicas.

1.2 Justificativa

O dimensionamento de sistemas de hidrantes representa uma etapa fundamental nos projetos de segurança contra incêndios, sendo responsável por garantir a eficiência do combate inicial ao fogo em edificações. Configura um processo técnico que envolve a definição precisa de parâmetros hidráulicos como vazão, pressão, reserva técnica de incêndio, diâmetro das tubulações, número e localização dos pontos de hidrante, conforme exigências normativas. No Brasil, embora exista regulamentação nacional por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13714:2000 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a

incêndio (ABNT, 2000), os Corpos de Bombeiros Militares de cada estado possuem autonomia para editar suas próprias instruções técnicas, o que resulta em divergências significativas entre os critérios de dimensionamento. Diante desse cenário, torna-se relevante investigar como essas variações normativas influenciam o projeto e a operacionalidade do sistema de hidrantes em uma mesma edificação, contribuindo para o debate técnico sobre a efetividade, segurança e racionalização das normas estaduais (FIGUEIREDO, 2023; BARREIROS, 2018).

Entre os diversos sistemas de proteção ativa, a rede de hidrantes é um dos elementos mais críticos para o combate direto ao fogo, especialmente em edificações de grande porte ou com alta carga de incêndio. A análise técnica do seu dimensionamento, quando realizada com base em diferentes normativas estaduais, permite compreender como a autonomia legislativa dos Corpos de Bombeiros influencia diretamente os projetos de segurança. Nesse contexto, este trabalho se mostra relevante ao contribuir com um olhar técnico e comparativo sobre três estados brasileiros com forte estrutura normativa, promovendo reflexões sobre eficiência, padronização e aprimoramento das práticas projetuais na área da prevenção e combate a incêndios.

O presente trabalho tem sua viabilidade assegurada, uma vez que utilizará como referência as instruções técnicas e legislações estaduais atualizadas dos Corpos de Bombeiros do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em consonância com as normas nacionais da ABNT, como a NBR 13714 (ABNT, 2000).

A relevância deste estudo é reforçada pelo cenário atual de sinistros no país. Embora o Brasil careça de um sistema nacional unificado de estatísticas oficiais sobre incêndios, o monitoramento realizado pelo Instituto Sprinkler Brasil (ISB) aponta para um crescimento preocupante nas ocorrências de incêndios estruturais, aqueles que ocorrem em edificações como depósitos, escolas, hospitais e comércios (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2025).

Dados recentes indicam que o número de incêndios estruturais em estabelecimentos comerciais teve um aumento expressivo de 27,9% apenas no primeiro trimestre de 2024, em comparação ao mesmo período do ano anterior. Além disso, o monitoramento contínuo registrou recordes de ocorrências em 2024, mantendo a tendência de alta no início de 2025. Esses índices evidenciam a vulnerabilidade das edificações comerciais e a necessidade crítica de sistemas de proteção ativa, como a rede de hidrantes, devidamente dimensionados e operacionais

para mitigar danos ao patrimônio e, principalmente, preservar vidas (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2025).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fogo

O fogo é um fenômeno físico-químico essencial ao desenvolvimento humano, mas que, quando fora de controle, pode gerar grandes tragédias. Sua origem está ligada à reação de combustão, que ocorre na presença de três elementos fundamentais: combustível, comburente (geralmente o oxigênio) e uma fonte de calor. A combinação desses três fatores compõe o chamado "triângulo do fogo", e, quando somada à reação em cadeia que mantém a combustão ativa, forma-se o "tetraedro do fogo" (Figura 1) (SIMIANO; BAUMEL, 2013; SEITO et al., 2008).

Figura 1: Tetraedro do fogo



Fonte: Autoria Própria

Do ponto de vista físico, o fogo é caracterizado por uma reação de oxidação exotérmica que libera calor e luz. Os elementos envolvidos nesta reação influenciam diretamente na intensidade e na forma de propagação do incêndio. Entre os fatores determinantes para a ignição e manutenção do fogo destacam-se o estado físico do material combustível (sólido, líquido ou gasoso), seu ponto de fulgor, calor específico, umidade, composição química, entre outros (SIMIANO; BAUMEL, 2013; SEITO et al., 2008).

A propagação do fogo pode ocorrer por três mecanismos principais: condução, convecção e irradiação. A condução refere-se à transmissão de calor entre

moléculas de um mesmo corpo ou entre corpos em contato. Já a convecção é típica de fluidos e ocorre devido ao movimento de massas de ar ou líquidos aquecidos. Por fim, a irradiação envolve a emissão de ondas de calor que se propagam no espaço sem necessidade de meio material, sendo fundamental em incêndios de grande escala (SIMIANO; BAUMEL, 2013; SEITO et al., 2008).

Além disso, os incêndios apresentam um ciclo evolutivo característico, que vai desde o início da ignição até o colapso ou auto extinção. Este ciclo é normalmente dividido em quatro fases: ignição, crescimento, combustão plena (*flashover*) e decaimento. O fenômeno do *flashover*, por exemplo, representa um estágio crítico, onde a temperatura do ambiente atinge níveis tão elevados que todos os materiais combustíveis expostos entram em combustão simultaneamente (SOUZA, 2007).

Por fim, um dos elementos mais perigosos do incêndio não é necessariamente o fogo em si, mas a fumaça gerada pela queima de materiais. Essa fumaça é composta por gases tóxicos como monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio e outros compostos orgânicos voláteis que são frequentemente os principais responsáveis pelas vítimas fatais em incêndios (NETO, 1995; SEITO et al., 2008; BARREIRO, 2018).

2.2 Histórico e evolução da segurança contra incêndios no Brasil

O desenvolvimento das primeiras normas técnicas relacionadas à segurança contra incêndio no Brasil ocorreu como resposta a tragédias de grande repercussão que marcaram o século XX. Somente após os grandes incêndios do Gran Circo Norte-Americano, em Niterói, em 1961, e dos edifícios Andraus, em 1972, e Joelma, em 1974, é que, no Brasil, passou-se a estruturar tecnicamente ações preventivas contra os incêndios. Esses eventos trágicos mobilizaram engenheiros, bombeiros e autoridades públicas, resultando na criação de normas como a NB-3 (Prevenção e Controle de Incêndios em Edifícios), substituída posteriormente pela NBR 9077:2001- Saídas de Emergência em Edifícios (ABNT, 2001), além da regulamentação da NR-23 (Proteção Contra Incêndios) em 1978. A partir desses marcos, iniciou-se uma trajetória de normatização com foco em garantir rotas de fuga, acessibilidade dos bombeiros, dimensionamento correto de hidrantes e reserva

técnica de incêndio, conforme o crescimento urbano e a verticalização das edificações (SEITO et al., 2008)

O desenvolvimento das legislações estaduais de segurança contra incêndio nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul seguiu caminhos distintos, influenciados por tragédias locais e avanços institucionais. O Paraná revela um processo progressivo de consolidação e aprimoramento das diretrizes técnicas, a cidade de Ponta Grossa foi pioneira ao promulgar, em 1973, a primeira lei municipal específica sobre o tema, influenciando outros municípios a adotarem regulamentações semelhantes. Em 1986, esse município avançou com a implementação de um regulamento mais detalhado de prevenção contra incêndios. Somente em 2001 foi instituído o primeiro Código Estadual de Prevenção Contra Incêndios, com o objetivo de unificar as normativas locais. A grande reformulação ocorreu em 2012, com a entrada em vigor do novo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (CSCIP), inspirado na legislação do estado de São Paulo. Esse novo código incorporou inovações e detalhamento técnico por meio das Normas de Procedimentos Técnicos (NPTs), que passaram a orientar com precisão tanto o que fazer quanto como executar as medidas de segurança (FERREIRA, 2014).

A evolução normativa da segurança contra incêndios em Santa Catarina iniciou-se em 1973 com a criação da Divisão Técnica (DT), responsável por vistorias em edificações com mais de três pavimentos em Florianópolis. O amadurecimento técnico-científico das atividades levou à ampliação dos procedimentos de fiscalização, abrangendo também reformas e ampliações em edificações já existentes (CBMSC, s.d.).

Em 1975, a Lei Estadual nº 5.190/1975 e o Decreto Estadual nº 43/1975 instituíram as primeiras taxas para vistorias de habite-se e funcionamento. No ano seguinte, o Corpo de Bombeiros criou uma comissão para desenvolver as primeiras normas de prevenção contra incêndios, baseadas na legislação de São Paulo, na Portaria nº 21 do Departamento Nacional de Seguros Privados e na Portaria nº 31 do Ministério do Trabalho (CBMSC, 2025).

Com a reorganização da Polícia Militar em 1976, a DT passou a se chamar Centro de Atividades Técnicas (CAT), que se tornou central nas ações de prevenção. Em 1977, uma nova comissão revisou as normas de combate a incêndios, finalizadas em 1978. No ano seguinte, iniciou-se a atividade de perícia de incêndio e explosões,

com o objetivo de retroalimentar o sistema de prevenção com informações técnicas baseadas nos sinistros analisados (CBMSC, 2025).

A estruturação institucional foi fortalecida com a criação da Diretoria de Atividades Técnicas (DAT) por meio da Portaria 26/CBMSC/2007, posteriormente reestruturada em 2014 pela Portaria 315/CBMSC/2014, adequando-se às demandas crescentes da segurança contra incêndios no estado (CBMSC, 2025).

A evolução normativa da segurança contra incêndios no Rio Grande do Sul é marcada por um processo histórico e técnico que começou ainda no início do século XX. Já em 1901 há registros de atuação preventiva do Corpo de Bombeiros durante a Exposição Estadual. O primeiro marco legal significativo foi a Constituição Estadual de 1947, que delegou à Brigada Militar a competência de prevenção e combate a incêndios (SEITO et al., 2008).

Ao longo das décadas seguintes, houve diversas regulamentações complementares. O Decreto Estadual nº 37.380/1997, e sua alteração pelo Decreto nº 38.273/1998, instituíram as Normas Técnicas de Prevenção de Incêndio, estabelecendo o Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) como documento obrigatório para diversos tipos de edificações (FALCADE, 2013). A Lei nº 10.987/1997 consolidou o marco legal da época ao obrigar o PPCI em edificações comerciais, industriais e residenciais coletivas (SANTOS, 2019).

No entanto, a tragédia da Boate Kiss em 2013 evidenciou falhas graves no sistema, levando à revogação das normativas anteriores e à promulgação da Lei Complementar nº 14.376/2013. Essa legislação instituiu normas mais rigorosas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndios, exigindo maior detalhamento técnico e documental, como a apresentação de ARTs e projetos específicos para locais com risco elevado. Complementarmente, a Lei Federal nº 13.425/2017 estabeleceu diretrizes nacionais sobre o tema, exigindo cooperação entre estados e municípios para fiscalização e licenciamento (SANTOS, 2019).

2.3 Medidas de proteção contra incêndio

As medidas de proteção contra incêndio têm como objetivo principal a preservação da vida, do patrimônio e da continuidade das atividades em uma

edificação. Elas são divididas em dois grandes grupos: medidas passivas e medidas ativas.

2.3.1 Medidas passivas

As medidas passivas de proteção contra incêndio consistem em estratégias projetuais e construtivas aplicadas desde a concepção da edificação, com o objetivo de limitar a propagação do fogo, proteger as rotas de fuga e garantir tempo suficiente para a evacuação dos ocupantes e atuação das equipes de combate. Ao contrário das medidas ativas, que dependem de acionamento ou operação, as passivas atuam de forma contínua e estrutural, são elas:

- **Compartimentação vertical e horizontal:** Uma das principais medidas passivas é a compartimentação, que busca restringir a propagação horizontal e vertical do fogo através da subdivisão da edificação em setores de incêndio. Essa estratégia é implementada por meio de elementos construtivos com resistência ao fogo, como paredes e portas corta-fogo, lajes resistentes e selagens de dutos e *shafts*. Negrisolo (2011) destaca que a compartimentação vertical, especialmente nas fachadas, poços de elevadores e escadas, é crucial para evitar a ascensão das chamas por efeito chaminé, sendo responsável por conter focos e evitar que um incêndio localizado se transforme em um sinistro de grandes proporções.
- **Controle de materiais de acabamento:** Outro aspecto essencial das medidas passivas está na seleção dos materiais de acabamento. Segundo Seito et al. (2008), é indispensável que esses materiais apresentem baixa propagação superficial das chamas, baixa densidade óptica da fumaça e baixa emissão de gases tóxicos. A escolha inadequada desses materiais pode acelerar a evolução do incêndio, dificultar a evacuação e causar intoxicações. A legislação exige que pisos, paredes e tetos tenham classificações específicas de reação ao fogo, conforme ensaios padronizados.
- **Rotas de fuga e saídas de emergência:** As saídas de emergência são consideradas medidas passivas pois fazem parte do *layout* da

edificação. Elas devem permitir a evacuação rápida e segura dos ocupantes, sendo dimensionadas conforme a população da edificação, tipo de ocupação e distância máxima a ser percorrida. Segundo Neto (1995), as rotas de fuga precisam estar protegidas contra a propagação do fogo e da fumaça, preferencialmente enclausuradas e dotadas de portas corta-fogo com fechamento automático, garantindo a segurança mesmo em caso de falhas nos sistemas ativos.

- **Isolamento de risco:** O isolamento de risco é uma técnica que busca evitar que áreas com diferentes cargas de incêndio compartilhem o mesmo ambiente ou tenham comunicação direta. Neto (1995) enfatiza que esse isolamento pode ocorrer por distanciamentos mínimos, barreiras físicas ou segregação de áreas críticas como centrais de GLP, cozinhas, depósitos de produtos inflamáveis e salas de máquinas. Esse tipo de segregação é especialmente importante em edificações de uso misto ou que atendam a públicos vulneráveis, como hospitais e escolas.
- **Resistência ao fogo das estruturas:** As estruturas de uma edificação devem ser capazes de manter sua estabilidade por tempo suficiente durante um incêndio, evitando colapsos prematuros que coloquem em risco a evacuação e o combate às chamas. Conforme ressaltado por Negrisolo (2011), a resistência ao fogo de elementos estruturais como pilares, vigas e lajes deve ser compatível com a altura da edificação e a sua ocupação. Para isso, podem ser aplicados tratamentos como proteção com argamassa projetada, revestimento com materiais isolantes ou uso de concreto com especificações especiais.
- **Controle de fumaça:** Embora comumente associado às medidas ativas, o controle de fumaça pode também integrar as passivas quando se utiliza da própria geometria do edifício para contenção e canalização dos gases. Neto (1995) salienta que 70% das mortes em incêndios estão associadas à inalação de fumaça, reforçando a importância de prever compartimentos estanques, escadas enclausuradas e antecâmaras que sirvam como barreiras à propagação da fumaça para rotas de fuga.

Um exemplo prático de aplicação de medidas passivas foi observado no estudo conduzido por Negrisolo (2011), no qual se analisou a compartimentação

vertical e a estabilidade estrutural de edifícios altos após os incêndios nos edifícios Andraus e Joelma. A falta de vedação adequada entre pavimentos permitiu a rápida ascensão das chamas, resultando em colapsos e grande número de vítimas. Esse episódio impulsionou mudanças significativas na legislação brasileira, evidenciando a eficácia das medidas passivas.

2.3.2 Medidas ativas

As medidas de proteção ativa contra incêndios são fundamentais para o controle e combate ao fogo após sua ignição, sendo acionadas manual ou automaticamente com o objetivo de minimizar danos e preservar vidas. Segundo Seito et al. (2008), essas medidas envolvem a instalação de sistemas que atuam diretamente sobre o incêndio, como os sistemas de detecção, alarme, supressão e combate, sendo considerados elementos centrais na estratégia de segurança de edificações brasileiras.

Bragança e Lugnon (2022) explicam que a proteção, diferentemente da prevenção, não atua para evitar o início do incêndio, mas sim para mitigar seus efeitos quando ele ocorre. Nesse sentido, a proteção ativa compreende dispositivos que reagem diante da presença de fogo, sendo exemplos comuns os extintores, hidrantes, chuveiros automáticos (*sprinklers*) e os sistemas de detecção e alarme de incêndio.

De acordo com Seito et al. (2008), o sistema de detecção e alarme possui papel essencial na pronta resposta ao início de um incêndio, permitindo o acionamento antecipado de brigadas e sistemas automáticos. A integração entre esses dispositivos aumenta significativamente a eficiência da resposta inicial e pode conter o fogo antes que se alastre por grandes áreas.

Ainda conforme o mesmo autor, os *sprinklers* são considerados um dos sistemas mais eficientes de proteção ativa, sendo projetados para liberar água automaticamente sobre áreas afetadas pelo calor, com acionamento individualizado por bico conforme a elevação da temperatura local. Já os sistemas de hidrantes e mangotinhos, presentes principalmente em edificações maiores ou de maior risco, permitem que a própria brigada de incêndio ou os bombeiros realizem o combate direto às chamas.

Bragança e Lugnon (2022) destacam que, no contexto organizacional dos Corpos de Bombeiros, a proteção ativa representa um valor institucional que se manifesta em práticas concretas e investimentos em infraestrutura, sendo muitas vezes priorizada em detrimento da prevenção, o que pode desequilibrar a gestão integrada do Sistema de Segurança Contra Incêndio (SISCI).

Portanto, a proteção ativa constitui uma camada fundamental na segurança contra incêndio e deve ser planejada em conjunto com medidas de prevenção e proteção passiva, visando uma abordagem sistêmica e eficiente no enfrentamento de emergências.

As medidas ativas atuam diretamente no combate ao incêndio ou em sua detecção precoce, sendo acionadas automaticamente ou manualmente:

- **Sistemas de detecção e alarme:** Os sistemas de detecção e alarme têm como função principal identificar precocemente os sinais de um incêndio, como calor, fumaça ou chama, e alertar os ocupantes para que realizem a evacuação e iniciem o combate ao fogo.

Esses sistemas são compostos por detectores automáticos (ópticos, térmicos ou iônicos), acionadores manuais (comumente conhecidos como “botões de alarme”) e centrais de alarme (Imagem 1) com sinalizadores sonoros e visuais. Tais sistemas devem ser estrategicamente distribuídos de modo a garantir abrangência adequada à edificação (SEITO et al., 2008).

Imagem 1: Central de alarme



Fonte: Autoria Própria

- **Extintores:** São equipamentos portáteis utilizados para extinguir princípios de incêndio. Devem estar disponíveis em locais visíveis, desobstruídos e de fácil acesso. Os extintores são classificados conforme o tipo de agente extintor (água, pó químico, espuma ou CO₂) e são aplicáveis de acordo com a classe do fogo (A, B, C, D ou K). Para Simiano e Baumel (2013), a correta escolha e posicionamento desses equipamentos pode evitar que pequenos focos evoluam para incêndios de grandes proporções.
- **Hidrantes e mangotinhos:** Os hidrantes são sistemas fixos conectados a uma reserva técnica de água, utilizados por brigadistas ou bombeiros para combate direto ao fogo. Já os mangotinhos, por possuírem

mangueiras mais leves e de menor diâmetro, são projetados para serem utilizados por pessoas não especializadas, sendo comuns em áreas comerciais e educacionais. De acordo com Seito et al. (2008), ambos devem possuir pressão e vazão adequadas conforme a norma NBR 13714 (ABNT, 2000) e as instruções técnicas dos corpos de bombeiros estaduais.

- **Sprinklers Automático:** Os sprinklers são sistemas automáticos de combate, que liberam jatos d'água localizados a partir do aquecimento de ampolas sensíveis à temperatura. Sua ativação ocorre geralmente entre 57°C e 74°C. Eles são amplamente utilizados em edificações industriais, centros comerciais, depósitos e até mesmo hospitais, por sua confiabilidade e rapidez de resposta. Neto (1995) destaca que, além de combater, os sprinklers retardam o crescimento do incêndio, aumentando o tempo disponível para evacuação.
- **Controle de fumaça (ventilação mecânica):** Utiliza exaustores, ventiladores ou pressurização de escadas para controlar o deslocamento da fumaça. Essa técnica é recomendada especialmente para edificações altas ou com grandes áreas de compartimentação. De acordo com Bragança e Lugnon (2022), o sistema de pressurização de escadas é obrigatório em muitos projetos verticais, pois impede a entrada de fumaça nas rotas de fuga, aumentando a segurança dos ocupantes e dos bombeiros durante o resgate.
- **Outros sistemas fixos:** Os sistemas fixos de combate a incêndio são dispositivos permanentes instalados em edificações com a finalidade de atuar automaticamente ou semi-automaticamente na extinção ou controle de focos de incêndio. Dentre os principais tipos, destaca-se o sistema de dilúvio, composto por uma tubulação aberta conectada a válvulas de dilúvio e dispositivos de detecção. Quando acionado, o sistema libera grandes volumes de água simultaneamente em toda a área protegida, sendo indicado para locais com alto risco de propagação rápida do fogo, como depósitos de líquidos inflamáveis e indústrias petroquímicas (SEITO et al., 2008). Outro modelo eficaz é o sistema de espuma mecânica, que utiliza uma mistura de água, concentrado espumógeno e ar para formar uma camada que isola o oxigênio do

combustível, sendo amplamente utilizado em hangares, tanques de combustíveis e refinarias. Por fim, o sistema fixo de gases é destinado a ambientes que não podem sofrer danos com a aplicação de água, como centrais de dados, laboratórios e arquivos. Ele opera com agentes extintores gasosos, que suprimem o fogo por deslocamento do oxigênio ou por interrupção da reação química da combustão. A escolha do sistema fixo adequado depende da natureza dos materiais protegidos, do tipo de ocupação e da sensibilidade dos equipamentos no local (NETO, 1995).

2.3.3 Sinalização de emergência

A sinalização de emergência é um elemento fundamental da segurança contra incêndio, por orientar os ocupantes sobre as rotas de fuga, a localização dos equipamentos de combate ao fogo e as áreas de risco. Sua presença eficaz permite reduzir o tempo de evacuação e minimizar o pânico durante uma situação emergencial, contribuindo diretamente para a preservação da vida.

Conforme exposto por Seito et al. (2008), a sinalização de emergência deve ser planejada de forma a garantir visibilidade contínua, mesmo em ambientes com falha de energia elétrica, o que torna essencial o uso de materiais fotoluminescentes ou alimentados por sistemas de energia de emergência. Os autores destacam que os pictogramas utilizados nas placas devem ser padronizados e compreensíveis de forma imediata, sem necessidade de leitura interpretativa.

A sinalização deve contemplar três funções distintas e complementares: conforme apresentadas no (Quadro 1), orientação para a evacuação (saídas de emergência, escadas, rotas de fuga (Figura a), localização dos equipamentos de combate ao incêndio (extintores, central de alarme, hidrantes, mangotinhos) (Figura b) e (Figura c), e advertência sobre zonas de risco (materiais inflamáveis, áreas com calor elevado ou risco elétrico) (Figura d).

Quadro 1: Sinalização de emergência



Fonte: Autoria Própria

Simiano e Baumel (2013) complementam que, além da instalação correta, a eficácia da sinalização depende de sua manutenção periódica. Placas danificadas, cobertas por objetos ou mal posicionadas comprometem todo o plano de evacuação. Por isso, elas devem passar por inspeções regulares, preferencialmente integradas aos planos de manutenção das medidas ativas da edificação.

Um exemplo gráfico típico de sinalização de emergência é representado por placas verdes com pictogramas de fuga e a palavra “SAÍDA” (Imagem 2), indicando o caminho para evacuação, e por placas vermelhas que sinalizam a presença de extintores, hidrantes ou outros equipamentos de combate ao incêndio. A padronização dessas cores está diretamente ligada à identificação rápida das ações esperadas pelos ocupantes durante uma emergência.

Imagem 2: Sinalização de saída de emergência



Fonte: Autoria Própria

2.3.4 Iluminação de emergência

A iluminação de emergência é uma medida imprescindível para a segurança dos ocupantes de edificações, especialmente em situações nas quais ocorre interrupção do fornecimento de energia elétrica. Sua principal função é garantir visibilidade adequada para a evacuação segura, contribuindo para a redução do pânico e facilitando tanto o deslocamento dos ocupantes quanto a atuação das equipes de resgate.

Existem dois tipos principais de sistemas utilizados: os blocos autônomos e os sistemas centralizados. Os blocos autônomos consistem em luminárias individuais, dotadas de bateria interna, que entram em funcionamento automaticamente em caso de falta de energia (Imagem 3). São comuns em edifícios residenciais, pequenos comércios e escolas. Já os sistemas centralizados são

compostos por uma central de energia (baterias ou grupo motogerador) que alimenta todas as luminárias de emergência por meio de uma rede elétrica dedicada. Essa configuração é mais comum em edifícios de grande porte, hospitais, shoppings centers e aeroportos.

Imagem 3: Luminária de bloco autônomo



Fonte: Autoria Própria

Conforme detalha Carvalho (2019), a iluminação de emergência é subdividida em duas categorias funcionais: balizamento e aclaramento. A iluminação de balizamento é instalada ao nível do piso ou próximo a ele, com o objetivo de indicar o caminho a ser seguido nas rotas de fuga, facilitando a orientação mesmo em ambientes com fumaça. Por sua vez, a iluminação de aclaramento garante um nível mínimo de iluminância geral nos ambientes, permitindo que os ocupantes visualizem o entorno com clareza e segurança. Esse tipo de iluminação é especialmente importante em escadas, corredores, halls e áreas de reunião.

2.3.5 Métodos de extinção do incêndio

Segundo Simiano e Baumel (2013), o incêndio pode ser combatido rompendo o "tetraedro do fogo" por meio dos seguintes métodos:

- **Resfriamento:** redução da temperatura (uso de água).
- **Abafamento:** remoção do comburente (oxigênio).
- **Isolamento:** remoção do combustível.
- **Ação química:** interrupção da reação em cadeia por agentes químicos

2.3.6 Extintores de Incêndio

São equipamentos portáteis usados para extinção no estágio inicial. Devem ser escolhidos conforme o tipo de fogo:

- **Água:** ideal para classe A.
- **Espuma:** atua por resfriamento e abafamento, indicada para líquidos inflamáveis.
- **Pó químico (BC ou ABC):** eficiente para líquidos em chama e equipamentos elétricos.
- **CO₂ (gás carbônico):** não condutor, indicado para equipamentos energizados.

2.3.6.1 Classe de incêndio e agentes extintores

- **Classe A:** materiais sólidos comuns (papel, madeira). → Água, espuma, pó ABC.
- **Classe B:** líquidos inflamáveis. → Espuma, pó químico, CO₂.
- **Classe C:** equipamentos elétricos energizados. → Pó químico, CO₂.
- **Classe D:** metais combustíveis. → Pó especial.
- **Classe K:** óleos e gorduras de cozinha. → Agentes específicos (SEITO et al., 2008).

Na (Figura 2) se pode observar a simbologia normalmente utilizada para cada agente extintor e na (Figura 3) indica-se o uso adequado, contraindicado e proibido para cada classe extintora.

Figura 2: Classe dos extintores de incêndio



Fonte: Autoria Própria

Figura 3: Indicação de uso para cada classe extintora

| X | ABC PÓ QUÍMICO | BC PÓ QUÍMICO | CO ² GÁS CARBÔNICO | EM ESPUMA MECÂNICA | A ÁGUA | D CLORETO DE SÓDIO | K ACETATO DE POTÁSSIO |
|---|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Fonte: Autoria Própria

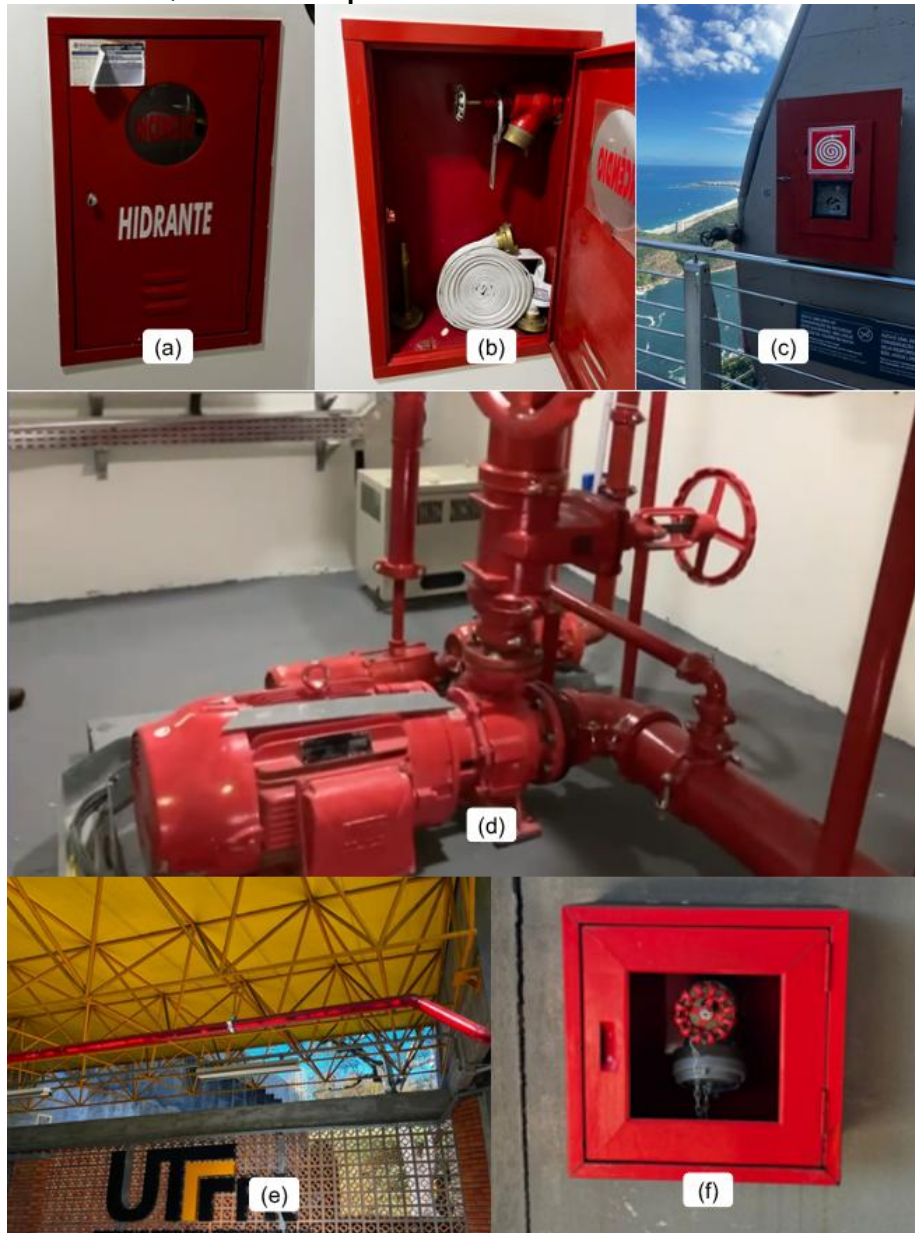
2.3.7 Brigada de incêndio

É um grupo interno capacitado para agir em situações emergenciais antes da chegada dos bombeiros. Atua no alarme, evacuação, primeiros socorros e combate ao foco inicial, conforme definido em normas estaduais e federais (CARVALHO, 2019).

2.4 Sistema de Hidrantes

O sistema de hidrantes é um conjunto de dispositivos hidráulicos projetados para fornecer água em quantidade e pressão suficientes para o combate inicial a incêndios, sendo parte essencial das medidas de segurança contra incêndio em edificações. Esse sistema pode ser composto por hidrantes (Quadro 2) (Figura a, b, c) e/ou mangotinhos, além de bombas de recalque (Figura d), reservatórios, tubulações específicas (Figura e) e o hidrante de recalque (Figura f). Sua concepção e dimensionamento devem atender aos critérios técnicos estabelecidos por normas nacionais e/ou estaduais, garantindo a eficácia da resposta emergencial e a integridade física de pessoas e patrimônios (SEITO et al., 2008).

Quadro 2: Componentes do sistema de hidrantes



Fonte: Autoria Própria

No estado do Paraná, o dimensionamento do sistema de hidrantes será realizado conforme a Norma de Procedimento Técnico NPT 022. Em Santa Catarina, aplica-se a Instrução Normativa n.º 7, enquanto no Rio Grande do Sul adota-se a Resolução Técnica CBMRS n.º 1 juntamente com a NBR 13714 (ABNT, 2000) como referência normativa.

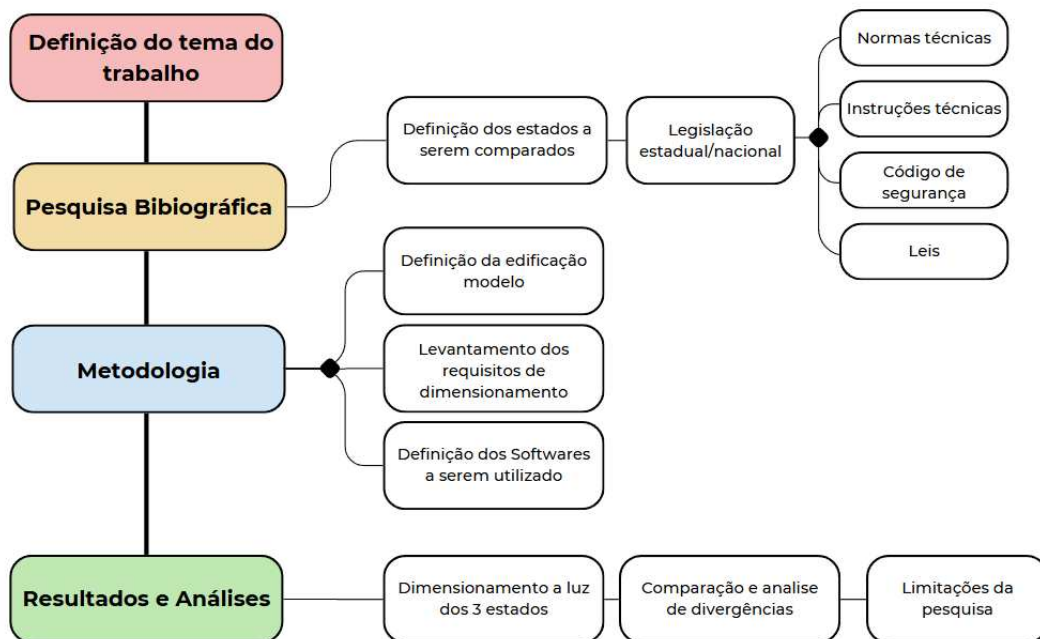
As três normas utilizadas para o dimensionamento de sistemas de hidrantes apresentam diretrizes específicas. No Paraná, a NPT 022 – “Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio” – estabelece critérios técnicos detalhados para o projeto, instalação e manutenção desses sistemas, com foco na padronização

e eficiência operacional. Em Santa Catarina, a IN nº 7 – “Sistema Hidráulico Preventivo (SHP)” traz uma abordagem mais recente, com atualizações que enfatizam critérios de desempenho e segurança, incorporando avanços técnicos no controle de incêndios. Já no Rio Grande do Sul, a Resolução Técnica CBMRS Nº 1, que remete à NBR 13714 (ABNT, 2000), estabelece parâmetros com base na norma nacional, adaptando-os às exigências do Corpo de Bombeiros Militar do estado.

3 METODOLOGIA

O diagrama apresentado (Figura 4) sintetiza a estrutura do trabalho, distribuída em quatro etapas principais: definição do tema, pesquisa bibliográfica, metodologia e resultados e análises. A primeira etapa consiste na delimitação clara do tema da pesquisa. Em seguida, a pesquisa bibliográfica é realizada com foco na identificação dos estados a serem comparados, com base em sua legislação estadual e nacional. Os estados escolhidos foram Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, esses estados têm diferentes formas de legislar sobre a prevenção de incêndios, incluindo normas técnicas, instruções técnicas, códigos de segurança e leis.

Figura 4: Diagrama da pesquisa



Fonte: Autoria Própria

A etapa metodológica contempla a definição da edificação modelo de forma a não comprometer a imparcialidade da análise, o levantamento dos requisitos de dimensionamento de acordo com as legislações específicas, além da seleção dos softwares que serão utilizados na simulação e cálculo dos sistemas.

Por fim, os resultados são organizados com base no dimensionamento aplicado às normas dos três estados, seguido de uma análise comparativa das

divergências observadas e da consideração das limitações da pesquisa, garantindo uma abordagem técnica e sistemática.

Para os fins deste trabalho, optou-se por realizar o estudo comparativo com foco exclusivo no dimensionamento do sistema de hidrantes, uma vez que essa medida é capaz de evidenciar, de forma representativa, as principais diferenças existentes entre as três legislações analisadas.

3.1 Mapeamento Normativo Estadual e Justificativa da Escolha dos Estados Analisados

Além da base normativa nacional (como as NBRs da ABNT), cada estado brasileiro possui suas próprias normas estaduais de segurança contra incêndio, organizadas por meio de Instruções Técnicas (IT) ou Normas Técnicas (NT), estabelecidas pelos Corpos de Bombeiros Militares. Um dos desafios enfrentados é a despadronização normativa entre os estados, como destacado por Barreiros (2018), que analisou as normas do Distrito Federal, São Paulo e Santa Catarina, evidenciando divergências significativas na forma de dimensionamento de hidrantes.

Em seu estudo, Barreiros (2018) apresentou um mapa nacional detalhando as referências normativas de combate a incêndios adotadas por cada estado brasileiro. Desde então, diversas unidades federativas atualizaram suas legislações e instruções técnicas relacionadas à segurança contra incêndios. Portanto, foi necessária uma revisão e atualização desse levantamento para refletir as mudanças normativas recentes e fornecer um panorama atual das regulamentações estaduais vigentes (Figura 5).

e que o Excel possibilitou a elaboração de planilhas de cálculo para avaliação de perda de carga e pressão ao longo da rede. De forma similar, Oliveira (2024) utilizou desenhos isométricos em AutoCAD e planilhas técnicas para simular as condições hidráulicas de uma biblioteca pública, demonstrando que a combinação desses softwares oferece suporte robusto à análise do sistema e à identificação de eventuais não conformidades.

Essas práticas se alinham ao que foi observado por Barreiros (2018), que ao estudar o dimensionamento segundo três regramentos estaduais, destacou que a execução do projeto em software é fundamental para adaptar os requisitos de cada norma de maneira organizada e verificável.

Neste trabalho, o AutoCAD será utilizado para a confecção das plantas baixas e representações isométricas do sistema de hidrantes, enquanto o Excel será empregado na realização dos cálculos hidráulicos e de dimensionamento da rede, de forma a garantir exatidão e facilitar a replicação dos resultados para comparação entre os diferentes critérios normativos analisados.

3.3 Seleção da Edificação Modelo

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi selecionada como objeto de estudo uma edificação real, pertencente a uma empresa do setor varejista, cuja atividade principal é a operação de um supermercado. A escolha recaiu sobre essa edificação em virtude de sua composição arquitetônica multifuncional, abrangendo áreas de ocupação diferenciadas, o que a torna especialmente adequada para o objetivo comparativo entre as normas estaduais de dimensionamento de sistemas de hidrantes dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

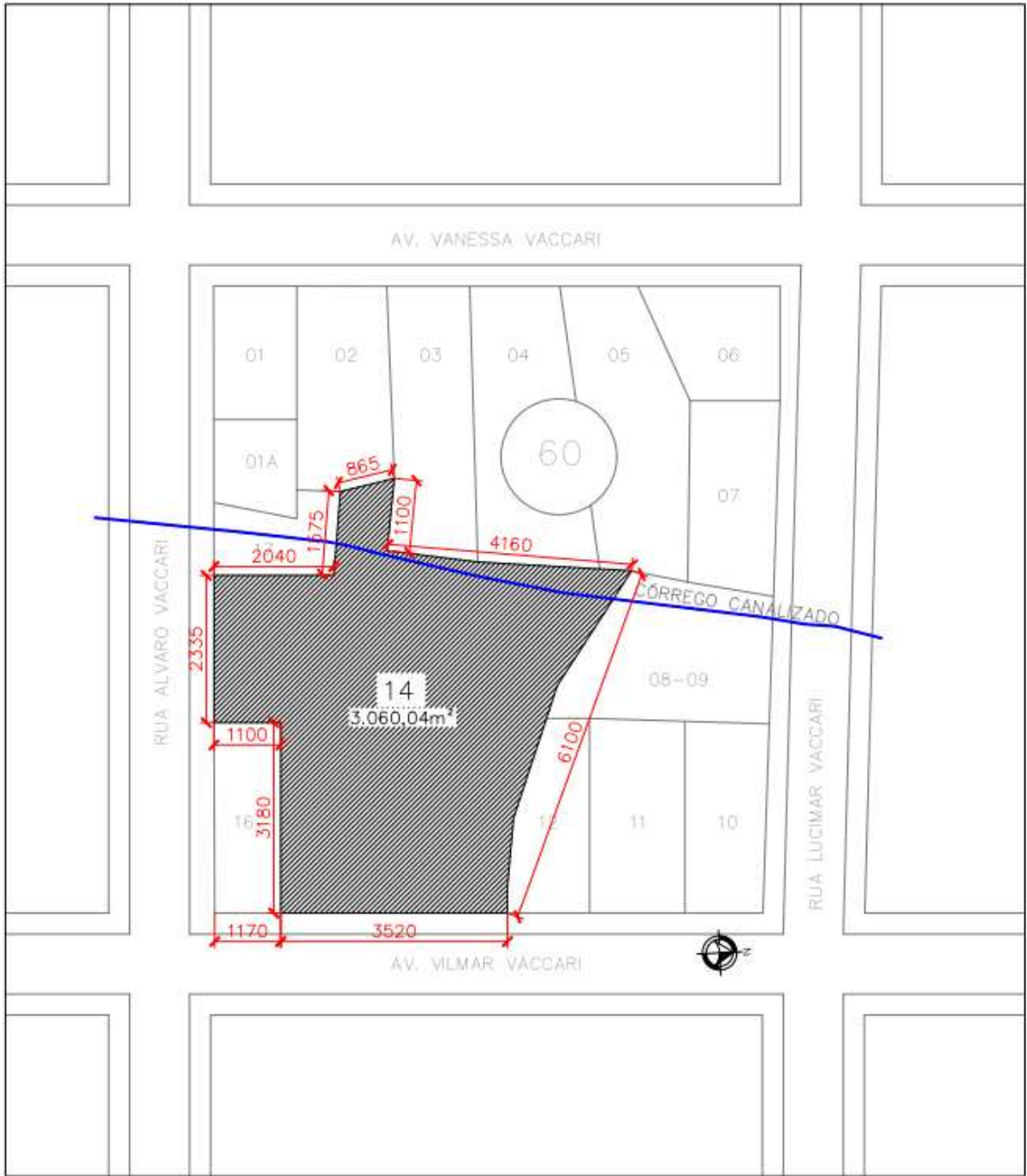
A edificação principal, localizada em lote urbano com área total de 3.060,04 m² (Figura 6), possui área construída de 2.401,11 m², distribuída entre o pavimento térreo e um mezanino. No térreo (Figura 7), concentra-se a área de vendas do supermercado, com pé-direito variável, além de uma sala destinada à armazenagem de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). O mezanino abriga o setor administrativo (Figura 8), com salas de gestão e apoio, além de depósito de mercadorias. Ainda no mesmo lote, porém afastada da edificação principal, existe uma residência unifamiliar com área de 90,00 m², cuja área, conforme previsto nas normativas, não será computada

para fins de dimensionamento do sistema preventivo. Na planta baixa observa-se uma escada de futuro acesso a andares superiores, isso se dá pelo fato de que futuramente a edificação será ampliada, precisando então de um novo dimensionamento das medidas de proteção contra incêndio.

A pluralidade de ocupações, comercial; administrativa e de armazenamento de substância inflamável, e a existência de usos independentes no mesmo lote tornam este caso especialmente pertinente para análise comparativa, já que permite avaliar a aplicabilidade e abrangência das exigências normativas dos três estados estudados.

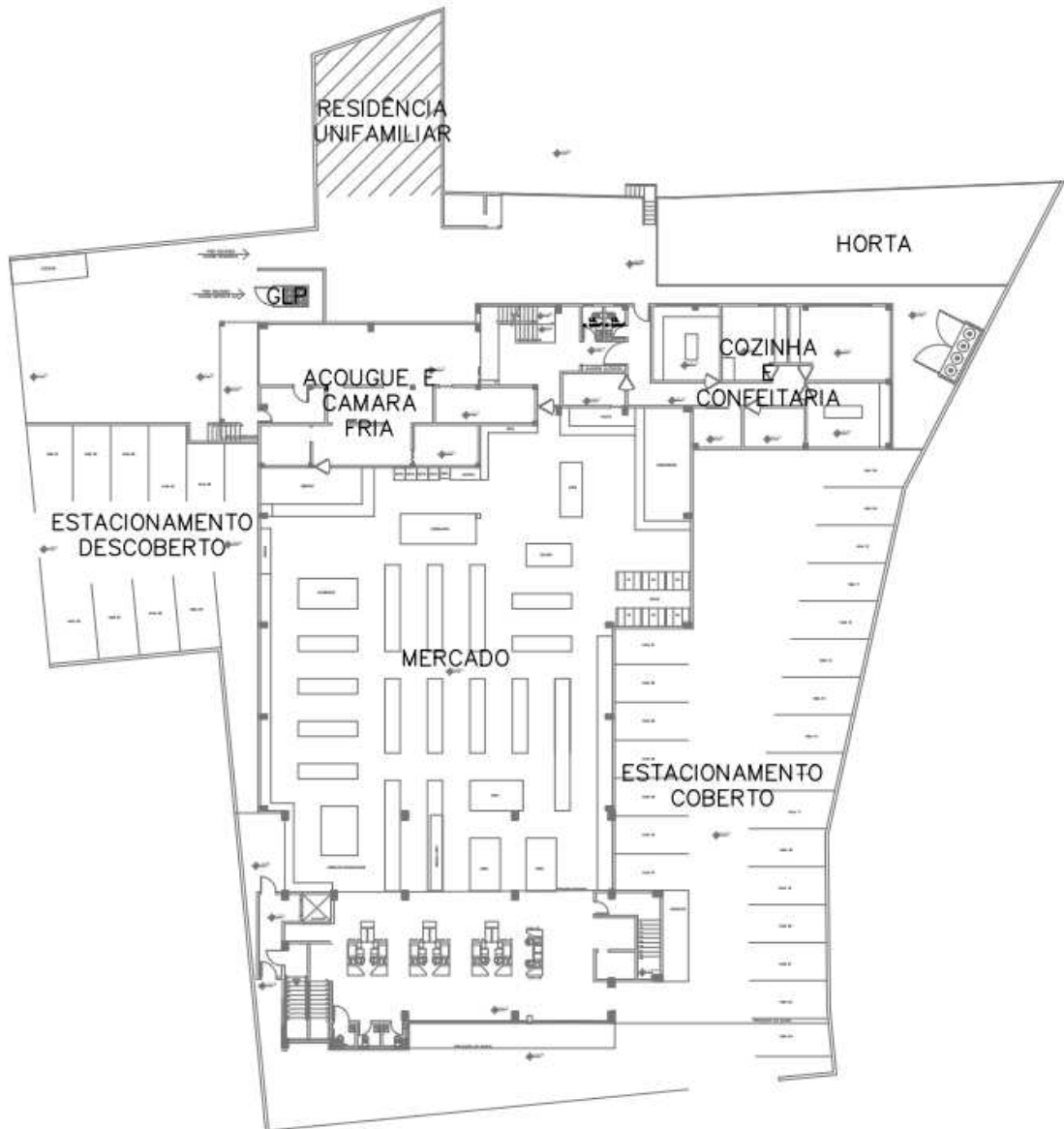
Importante destacar que, embora se trate de uma edificação real, certos dados sensíveis como o endereço e elementos específicos do projeto arquitetônico foram propositalmente modificados para preservar a identidade da empresa, sem prejuízo à fidelidade técnica da análise a ser realizada.

Figura 6: Planta de situação



Fonte: Autoria Própria

Figura 7: Planta baixa pavimento térreo



Fonte: Autoria Própria

Figura 8: Planta baixa mezanino



Fonte: Autoria Própria

3.4 Classificação do grupo de risco conforme normas estaduais

O grupo de risco é a classificação das edificações conforme o tipo de ocupação, uso e carga de incêndio, sendo essencial para definir as medidas mínimas de segurança contra incêndio. Essa categorização orienta o dimensionamento dos sistemas preventivos, como hidrantes.

3.4.1 Classificação do grupo de risco no estado do Paraná

No Estado do Paraná, a classificação das edificações quanto à segurança contra incêndio é regulamentada pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico

(CSCIP), conforme tabelas e itens específicos da edição de agosto de 2021. Essa classificação é determinante para a definição das medidas de proteção obrigatórias e considera três critérios principais: o tipo de ocupação, a carga de incêndio que estabelece o nível de risco da edificação em leve, moderado ou elevado e a altura da edificação, enquadrando-a nas categorias de I a VI. As ocupações são organizadas em doze grupos principais, identificados pelas letras A a L, o que permite uma padronização técnica essencial para o correto dimensionamento dos sistemas de segurança, como saídas de emergência, hidrantes, sistemas de detecção e alarme de fumaça, assegurando uma resposta proporcional ao risco apresentado.

3.4.2 Classificação do grupo de risco no estado de Santa Catarina

Em Santa Catarina, o processo de classificação das edificações quanto à segurança contra incêndio apresenta semelhanças com o modelo adotado no Paraná, porém com particularidades específicas. Conforme a Instrução Normativa n. 1 – Parte 2 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC (SANTA CATARINA, 2024b), a edificação deve ser classificada de acordo com seu grupo e divisão de ocupação, além da sua altura, que influencia diretamente na aplicação das exigências técnicas ainda que, diferentemente do Paraná, as edificações não sejam organizadas em categorias distintas baseadas na altura. Já a carga de incêndio é classificada conforme o art. 11 da Instrução Normativa n. 3 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC (SANTA CATARINA, 2024c), que estabelece cinco faixas distintas, variando de desprezível a altíssima, identificadas com os níveis de I a V, com base no valor da carga de incêndio específica (qfi), expressa em mega joules por metro quadrado (MJ/m²).

3.4.3 Definição do grupo de risco no estado do Rio Grande do Sul

No Estado do Rio Grande do Sul, a classificação das edificações para fins de segurança contra incêndio segue parâmetros técnicos estabelecidos pelo Decreto Estadual n. 51.803/2014, atualizado pelo Decreto Estadual n. 57.967/2024 (RIO GRANDE DO SUL, 2014; 2024b). Essa classificação considera diversos critérios,

incluindo o tipo de ocupação/uso, a área construída, a altura da edificação, o grau de risco de incêndio (baixo, médio ou alto) e a capacidade de lotação. As informações são organizadas em tabelas e anexos, muito semelhante ao estado do Paraná.

3.5 Parâmetros Técnicos para o Dimensionamento de Hidrantes

3.5.1 Parâmetros utilizados no estado do Paraná

A NPT 022 estabelece os critérios técnicos para projeto, dimensionamento, instalação e manutenção de sistemas de hidrantes e mangotinhos, aplicáveis às edificações e áreas de risco no Estado do Paraná. Seu objetivo é garantir a eficiência desses sistemas no controle de incêndios e a segurança dos usuários e das equipes de combate. Conforme a norma, o sistema deve ser projetado para fornecer, em tempo hábil, um volume de água suficiente com pressão adequada para o combate inicial e para apoio das guarnições do Corpo de Bombeiros (PARANÁ, 2015).

O dimensionamento é realizado com base na ocupação, carga de incêndio e critérios arquitetônicos característicos de cada edificação. A norma classifica o tipo de sistema de proteção por hidrante ou mangotinhos como Tipo 1 a 5, mudando principalmente a vazão mínima do Sistema e o diâmetro mínimo da tubulação.

Um dos pontos centrais da NPT 022 é a necessidade de reserva técnica de incêndio (RTI), que deve ser exclusivamente destinada ao sistema preventivo, separada da reserva de consumo geral, com volume determinado conforme o tipo de sistema definido e a área a ser protegida.

Além disso, o sistema deve ser composto por: bombas de incêndio (quando necessário), registro de recalque acessível ao Corpo de Bombeiros, abrigo de hidrantes, mangueiras, esguichos, chave *storz*, entre outros componentes obrigatórios. Os hidrantes devem ser posicionados estrategicamente, com distância máxima entre si e com fácil acesso, inclusive sinalizados de acordo com a NPT 020 (Sinalização de emergência).

Outro aspecto importante é a pressurização do sistema, que pode ser realizada por gravidade, uso de bombas centrífugas ou sistemas mistos, devendo assegurar que a pressão não exceda 100 m.c.a., a fim de não comprometer a integridade do equipamento ou a segurança do usuário. A norma também exige a

realização de ensaios hidrostáticos, testes de vazão e manutenções periódicas, devendo o responsável técnico emitir laudos comprovando a conformidade do sistema.

3.5.2 Parâmetros utilizados no estado de Santa Catarina

A Instrução Normativa IN 7 do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024d), estabelece os critérios técnicos para o projeto, instalação e dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) em edificações e áreas de risco no estado.

A forma de classificação e dimensionamento do SHP segue uma lógica semelhante à adotada no Estado do Paraná, utilizando como base a carga de incêndio da edificação e o número de hidrantes previstos no sistema.

A definição do tipo de sistema a ser adotado é determinada pela carga de incêndio presente na edificação e número de hidrantes distribuídos. O dimensionamento da reserva técnica de incêndio (RTI) também se dá com base na carga de incêndio e na área total a ser protegida, devendo ser garantida autonomia suficiente para o atendimento da edificação até a chegada das equipes de combate externas.

A instrução normativa contempla ainda disposições específicas voltadas a ocupações com riscos mais elevados e setores com características particulares, prevendo ajustes técnicos que assegurem a compatibilidade entre o sistema e a criticidade do ambiente. A norma inclui também diversos anexos técnicos de apoio, que apresentam detalhamentos gráficos sobre os diferentes tipos de hidrantes, requisitos construtivos e operacionais, além de um modelo de *checklist* padronizado destinado à análise documental e às vistorias presenciais.

3.5.3 Parâmetros utilizados no estado do Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul, a definição do tipo de hidrante que será adotado e os critérios de dimensionamento dependem da Tabela 2 presente na Resolução Técnica CBMRS Nº 1 aqui referenciada pela (Tabela 1) que instrui observar a NBR

13714 (ABNT, 2000), e algumas notas pertinentes ao dimensionamento como o Item 6 que diz respeito ao uso facultativo do sistema de hidrante.

Tabela 1: Tabela 2 da Resolução Técnica CBMRS n.º01

| | | |
|---|-------------------------|---|
| 5 | Hidrantes e Mangotinhos | <p>ABNT NBR 13714.</p> <p>Notas:</p> <p>1. Para os depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP), deverá ser observada, ainda, a ABNT NBR 15514 e demais normas específicas.</p> <p>2. Para os depósitos de líquidos inflamáveis e combustíveis, deverão ser observadas, ainda, as normas ABNT NBR 17505-1, ABNT NBR 17505-2, ABNT NBR 17505-3, ABNT NBR 17505-4, ABNT NBR 17505-5, ABNT NBR 17505-6, ABNT NBR 17505-7 e demais normas específicas.</p> <p>3. Nos mezaninos, não será necessária a instalação de tomada de hidrante caso sua área esteja coberta pelo sistema de hidrantes do respectivo pavimento.</p> <p>4. Deverão ser empregados apenas esguichos reguláveis.</p> <p>5. Quando as edificações ou ocupações exigirem tipos de instalações hidráulicas distintas, a reserva técnica de incêndio e o sistema de bombeamento deverão ser dimensionados para o atendimento da maior demanda (tipo 1, 2 ou 3), conforme ABNT NBR 13714.</p> <p>6. É facultativo (não obrigatório) a instalação de hidrantes e mangotinhos:</p> <p>a) nas edificações e áreas de risco de incêndio, classificadas quanto à ocupação predominante nas divisões "I-1" e/ou "J-2", desde que possuam carga de incêndio igual ou inferior a 100 MJ/m²;</p> <p>b) nas áreas específicas de depósitos com materiais sujeitos a reação perigosa com a água. Neste caso, deve ser protegido por agente extintor específico ou sistemas especiais indicados para o risco;</p> <p>c) nas áreas específicas com altos-fornos, onde o emprego de água seja desaconselhável;</p> <p>d) em porões e subsolos com área total construída de até 200 m², mezanino, sobreloja e apartamentos "duplex" ou "triplex", desde que a proteção seja assegurada através de mangueiras/mangotinho provenientes do hidrante do pavimento mais próximo, considerando um caminhamento máximo de 30 m, e o acesso aos locais citados não seja através de escada enclausurada ou a prova de fumaça;</p> <p>e) em zeladorias e casas de máquinas, localizadas nas coberturas de edifícios, desde que a proteção destes locais seja assegurada através das mangueiras/mangotinho provenientes do hidrante do pavimento inferior, considerando um caminhamento máximo de 30 m.</p> <p>7. Os estacionamentos de veículos automotores localizados em área descoberta, sobre pavimento de edificação, deverão ser protegidos pelo sistema de hidrantes/mangotinho da edificação, conforme norma ABNT NBR 13714.</p> <p>7.1 O sistema de hidrante e mangotinho, quando obrigatório, deverá cobrir toda a área do pavimento, inclusive as suas áreas descobertas.</p> <p>7.2 O sistema de hidrante e mangotinho estará dispensado de proteger a área descoberta dos pavimentos, quando nestes locais a carga incêndio determinística for igual ou inferior a 100 MJ/m², devendo, neste caso, informar a carga incêndio na planta baixa do PPCL.</p> |
| | | <p>pavimento mais próximo, considerando um caminhamento máximo de 30 m, e o acesso aos locais citados não seja através de escada enclausurada ou a prova de fumaça;</p> <p>e) em zeladorias e casas de máquinas, localizadas nas coberturas de edifícios, desde que a proteção destes locais seja assegurada através das mangueiras/mangotinho provenientes do hidrante do pavimento inferior, considerando um caminhamento máximo de 30 m.</p> <p>7. Os estacionamentos de veículos automotores localizados em área descoberta, sobre pavimento de edificação, deverão ser protegidos pelo sistema de hidrantes/mangotinho da edificação, conforme norma ABNT NBR 13714.</p> <p>7.1 O sistema de hidrante e mangotinho, quando obrigatório, deverá cobrir toda a área do pavimento, inclusive as suas áreas descobertas.</p> <p>7.2 O sistema de hidrante e mangotinho estará dispensado de proteger a área descoberta dos pavimentos, quando nestes locais a carga incêndio determinística for igual ou inferior a 100 MJ/m², devendo, neste caso, informar a carga incêndio na planta baixa do PPCL.</p> |

Fonte: (RIO GRANDE DO SUL, 2024a)

A norma estabelece critérios técnicos não apenas para o dimensionamento hidráulico das tubulações, mas também para a definição e instalação de componentes

auxiliares, como bombas, válvulas, dispositivos de recalque, esguichos, alarme e sinalização visual.

De forma particular, a norma classifica os sistemas de hidrantes em três tipos (tipo 1, tipo 2 e tipo 3), sendo que, no contexto do estado do Rio Grande do Sul, a escolha entre eles está diretamente condicionada ao uso e ocupação da edificação, conforme sua classificação de risco e finalidade.

O dimensionamento hidráulico exige a consideração de aspectos como a determinação da vazão mínima, a pressão dinâmica na ponta do esguicho mais desfavorável, e a simultaneidade de funcionamento dos pontos de hidrante. Para tanto, a norma recomenda o uso das equações de Darcy-Weisbach (fórmula universal) e Hazen-Williams, sendo que, para esta última, são fornecidos os valores dos coeficientes de rugosidade (C) para diversos materiais de tubulação, como aço, PVC, cobre e ferro fundido, o que facilita a aplicação de cálculos precisos de perda de carga (ABNT, 2000).

Adicionalmente, a reserva técnica de incêndio (RTI) deve ser definida de acordo com o tempo de autonomia requerido pelo tipo de sistema e com a vazão mínima calculada. As bombas de incêndio, quando necessárias, devem ser acionadas de forma automática e com pelo menos um acionamento manual instalado preferencialmente instalado junto a central de comando e atender aos critérios de operação contínua com pressão e vazão compatíveis às exigências normativas (ABNT, 2000).

3.6 Determinação da perda de carga na mangueira

O cálculo da perda de carga ao longo das mangueiras do sistema de hidrantes foi realizado com base em um dos métodos propostos por Brentano (2016), o qual se fundamenta na fórmula empírica de Hazen-Williams, mesmo sendo utilizada para diâmetros superiores a 50mm, o autor indica como amplamente empregada em sistemas hidráulicos prediais devido à sua simplicidade e precisão satisfatória para escoamentos em regime permanente. Para o presente estudo, adotou-se o coeficiente de rugosidade $C = 140$, valor recomendado para mangueiras de incêndio em boas condições de conservação e operação. Desse modo, a perda de carga unitária foi determinada pela seguinte expressão:

$$J_{mang} = 0,00114 \times \frac{Q^{1,85}}{d^{4,87}}$$

“ J_{mang} ” é a perda de carga unitária na mangueira de hidrante em m.c.a./m, “ Q ” é a vazão em m³/s, “ d ” é o diâmetro interno da mangueira de hidrante em m.

3.7 Determinação da perda de carga no esguicho

A determinação da perda de carga no esguicho regulável dos hidrantes constitui uma etapa essencial do dimensionamento hidráulico do sistema, porém, observa-se que poucos fornecedores disponibilizam informações específicas sobre a perda de carga ou o comprimento equivalente de seus equipamentos. Dessa forma, a prática mais comum adotada pelos projetistas baseia-se em dados disponíveis na literatura técnica especializada, uma vez que ainda não existe uma norma da (ABNT) que unifique ou exemplifique o procedimento de cálculo.

Conforme Brentano (2016), em Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações (5ª edição), a perda de carga no esguicho deve ser calculada pela fórmula geral das perdas de carga singulares, determinada em função da velocidade do escoamento:

$$hp_{esg} = k_{esg} \times \frac{V_{esg}^2}{2 \times g}$$

“ hp_{esg} ” é a perda de carga em m.c.a., “ k_{esg} ” é o coeficiente adimensional típico do esguicho, “ V_{esg}^2 ” é a velocidade na seção menor do esguicho, em m/s.

O esguicho pode apresentar duas geometrias distintas, tronco-cônica ou cilíndrica, sendo que, para fins de dimensionamento, adota-se o coeficiente de perda $K_{esg} = 0,10$, conforme indicado pelo mesmo autor:

$$hp_{esg} = 0,0083 \times \frac{Q^2}{d_{esg}^4}$$

“ hp_{esg} ” é a perda de carga em m.c.a., “ Q ” é a vazão em m^3/s e “ d_{esg}^4 ” é o diâmetro interno do esguicho

Para a determinação da perda de carga estimada no esguicho regulável, adota-se o pior caso apresentado por Brentano (2016), que trata dos esguichos de formato troncocônico com diâmetro de 13 mm. Essa escolha busca garantir uma abordagem conservadora no dimensionamento, considerando a maior perda de carga possível entre as situações analisadas pelo autor, o que resulta em maior segurança hidráulica para o sistema projetado. Assim, a perda de carga no esguicho foi estimada pela expressão indicada no referido exemplo, apresentada a seguir:

$$hp_{esg} = 290000 * Q^2$$

“ hp_{esg} ” é a perda de carga em m.c.a. e “ Q^2 ” a vazão em m^3/s .

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados do dimensionamento da rede de hidrantes para a edificação modelo conforme as normas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, bem como a análise comparativa entre os três cenários, destacando diferenças de classificação de risco, parâmetros hidráulicos e requisitos de RTI e bombas de incêndio.

4.1 Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado do Paraná

No processo de dimensionamento da rede de hidrantes para o Estado do Paraná, o primeiro passo consistiu na correta classificação da edificação quanto à ocupação e ao risco de incêndio, conforme estabelecido pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná (CSCIP) (PARANÁ, 2021). De acordo com a Tabela 1 – Classificação das Edificações e Áreas de Risco quanto à Ocupação, a área destinada ao mercado enquadra-se no grupo C-2, que corresponde a “comércio com média e alta carga de incêndio (acima de 300 MJ/m²), incluindo edifícios de lojas de departamentos, magazines, armarinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros” (PARANÁ, 2021). Além disso, a presença de um depósito de GLP anexo à edificação caracteriza o enquadramento adicional no grupo M-2, referente a edificações destinadas à produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases inflamáveis ou combustíveis. Dessa forma, a edificação em estudo é classificada como de uso misto, abrangendo simultaneamente as categorias C-2 e M-2 (PARANÁ, 2021).

Outro aspecto relevante para o dimensionamento da rede de hidrantes refere-se à altura da edificação, parâmetro determinante para a definição das medidas de segurança. O Item IV do art. 19, do Capítulo VI do CSCIP, estabelece que, na mensuração da altura, não devem ser considerados os mezaninos cuja área não ultrapasse um terço da área do pavimento em que se situam (PARANÁ, 2021). No caso do supermercado em estudo, o mezanino existente encontra-se dentro do limite normativo, não superando o valor máximo permitido. Nesse contexto, conforme a

Tabela 2 – Classificação das Edificações quanto à Altura, a edificação é classificada como térrea do Tipo 1.

No que se refere à carga de incêndio, a definição do risco da edificação foi realizada a partir da Tabela 3 – Classificação das Edificações e Áreas de Risco quanto à Carga de Incêndio, constante do CSCIP. Essa tabela estabelece que as edificações cuja carga de incêndio se situe entre 300 e 1.200 MJ/m² devem ser enquadradas como de risco moderado (PARANÁ, 2021). Considerando as características do supermercado em análise, com predominância de materiais combustíveis, a edificação foi classificada dentro desse intervalo, resultando, portanto, em risco moderado. Essa classificação é fundamental, pois influencia diretamente nos parâmetros de dimensionamento da rede de hidrantes.

A partir da classificação da edificação como de risco moderado, com área superior a 1.000 m² e altura térrea (Tipo 1), foram determinadas as medidas preventivas obrigatórias conforme previsto no CSCIP. Especificando que, para edificações com tais características, são exigidas as seguintes medidas de proteção contra incêndio (PARANÁ, 2021):

- Acesso de viatura à edificação;
- Segurança estrutural contra incêndio;
- Compartimentação horizontal (áreas). (Pode ser substituída por sistema de chuveiros automáticos);
- Controle de materiais de acabamento;
- Saídas de emergência;
- Plano de emergência. (Para edificações de divisão C-3 (shopping centers));
- Brigada de incêndio. (Exigido apenas para C-3);
- Iluminação de emergência;
- Detecção de incêndio. (Somente para as áreas de depósitos superiores a 1.000m²);
- Alarme de incêndio;
- Sinalização de emergência;
- Extintores;
- Sistema de hidrantes e mangotinhos

No contexto deste estudo, merece destaque o sistema de hidrantes e mangotinhos, que constitui o foco da análise e dimensionamento. Contudo, é importante ressaltar que os demais sistemas elencados são igualmente indispensáveis para a segurança integral da edificação, compondo um conjunto de medidas que atuam de forma complementar no enfrentamento de emergências.

Com base na Norma de Procedimento Técnico – NPT 22, verificou-se a aplicabilidade do tipo de sistema de hidrantes em função da ocupação da edificação. A Tabela 2 – Aplicabilidade dos Tipos de Sistemas em Função da Ocupação/Usos exibida na (Tabela 2) estabelece que, para edificações classificadas no grupo C-2, cuja carga de incêndio seja de até 1.000 MJ/m², deve ser adotado o Sistema de Hidrantes do Tipo 3 (NPT 22, 2015). Essa definição orienta diretamente as etapas subsequentes do dimensionamento, uma vez que o Tipo 3 apresenta requisitos específicos de vazão, pressão mínima e diâmetros de tubulação, os quais deverão ser atendidos no projeto da rede hidráulica de combate a incêndio da edificação em estudo.

Tabela 2: Aplicabilidade dos tipos de sistemas em função da ocupação/uso

| CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO CSCIP-CB/PMPR | | | | | |
|---|---------------|--|--|--|-------------------------------|
| OCUPAÇÕES | A | A-2 e A-3 | - | - | - |
| | B | - | B-1 e B-2 | - | - |
| | C | C-1 | C-2 (até 1000 MJ/m ²) e C-3 | C-2 (acima de 1000 MJ/m ²) | - |
| | D | D-1, D-2, D-3 e D-4 (até 300 MJ/m ²) | D-1, D-2, D-3 e D-4 (acima de 300 MJ/m ²) | - | - |
| | E | E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6 | - | - | - |
| | F | F-1 (até 300 MJ/m ²), F-2, F-3, F-4, F-8 | F-1 (acima de 300 MJ/m ²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10 e F-11 | - | - |
| | G | G-1, G-2, G-3 e G-4 | - | - | G-5 |
| | H | H-1, H-2, H-3, H-5 e H-6 | H-4 | - | - |
| | I | I-1 | I-2 (até 800 MJ/m ²) | I-2 (acima de 800 MJ/m ²) | I-3 |
| SISTEMA | J | J-1 e J-2 | J-3 (até 800 MJ/m ²) | J-3 (acima de 800 MJ/m ²) | J-4 |
| | L | - | - | L-1 | L-2 e L-3 |
| | M | M-3 | - | M-1 e M-5 | - |
| | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | Tipo 4⁽²⁾ | Tipo 5^(1,2) |

Fonte: (PARANÁ, 2015)

A Tabela 1 – Tipos de Sistemas de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos, constante da NPT 22 (PARANÁ, 2015), conforme exibido na (Tabela 3).

Tabela 3: Tipos de sistemas de proteção por hidrantes ou mangotinhos

| Tipo | Esguicho Regulável (DN) | Mangueiras de Incêndio | | | Número de Expedições ¹ | Vazão mínima (l/min) ³ | Pressão mínima (mca) ⁴ |
|------|-------------------------|------------------------|--------------------------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | DN | Comprimento ² | | | | |
| | | | Interno | Externo | | | |
| 1 | 25 | 25 | 30 | 60 | simples | 100 | 10 |
| 2 | 40 | 40 | 30 | 60 | simples | 150 | 10 |
| 3 | 40 | 40 | 30 | 60 | simples | 200 | 10 |
| 4 | 40 | 40 | 30 | 60 | simples | 300 | 10 |
| | 65 | 65 | 30 | 60 | simples | 300 | 10 |
| 5 | 65 | 65 | 30 | 60 | duplo | 600 | 10 |

Fonte: (PARANÁ, 2015)

Esses parâmetros técnicos representam as condições básicas de desempenho do sistema e estabelecem limites que devem ser rigorosamente observados no dimensionamento da rede de hidrantes. Em especial, a exigência de vazão mínima de 200 L/min por ponto de tomada e pressão residual mínima na saída do esguicho de 10 m.c.a. serve como referência fundamental para a verificação hidráulica da rede projetada.

No que se refere à distribuição dos pontos de hidrantes na edificação, a NPT 22, em seu item 5.6, estabelece diretrizes específicas para a correta localização dos equipamentos. O documento normativo ressalta que os hidrantes devem ser posicionados de forma a garantir cobertura total das áreas protegidas, observando alguns critérios fundamentais:

- Instalação próxima às portas que dão acesso à área externa da edificação;
- Localização em posições centrais, de modo a ampliar o raio de alcance das mangueiras;
- Vedação à instalação em escadas e antecâmaras de fumaça;
- Exigência de que a distribuição dos hidrantes assegure a proteção integral de todos os ambientes da edificação (PARANÁ, 2015).

Essa orientação normativa tem como finalidade garantir que, em caso de sinistro, os hidrantes estejam estrategicamente posicionados para permitir acesso rápido, eficiente e seguro, tanto pela brigada de incêndio quanto pelo Corpo de

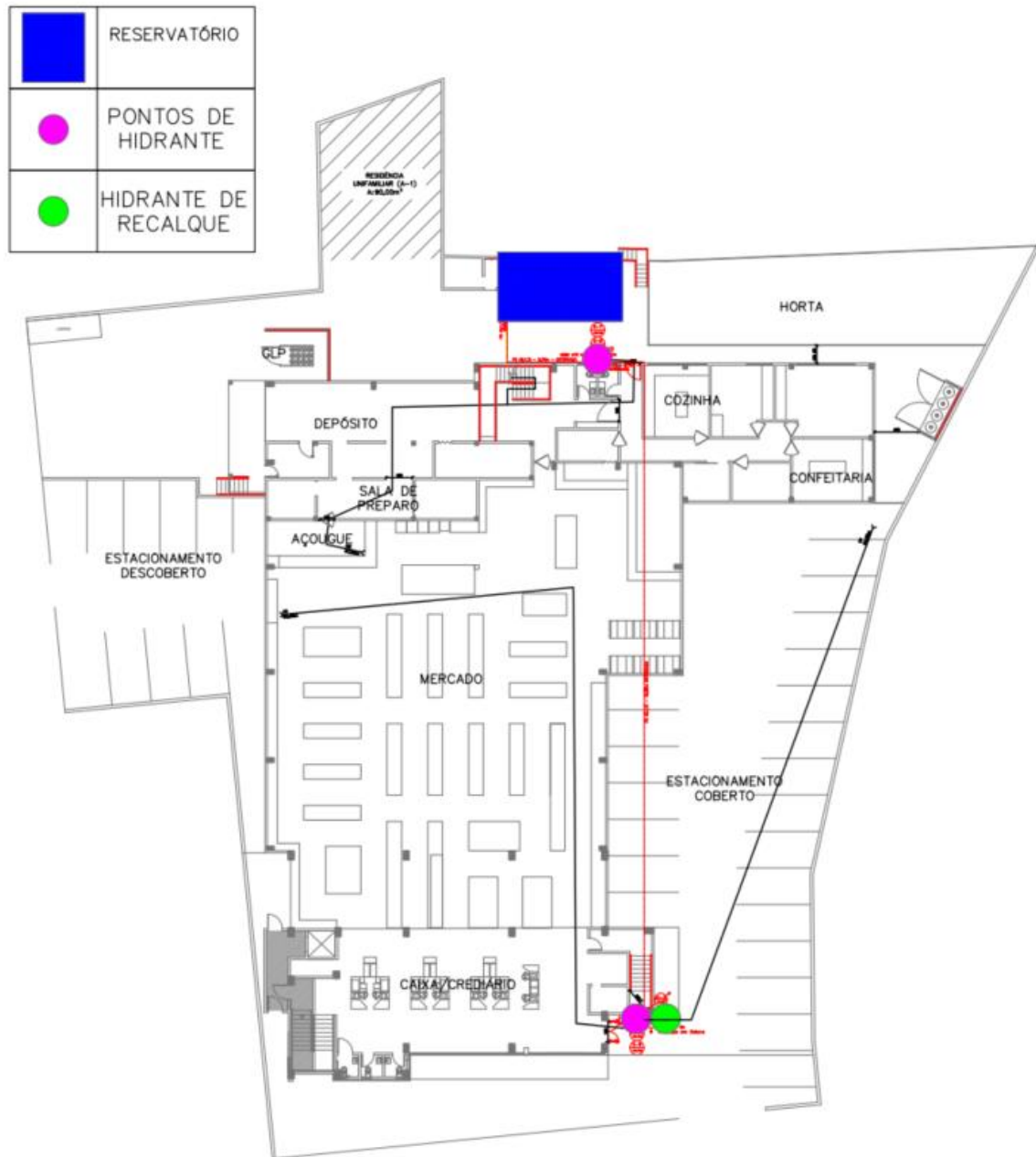
Bombeiros. Dessa forma, a etapa de projeto deve conciliar a geometria da edificação com os raios de cobertura das mangueiras, assegurando que não haja áreas descobertas ou de difícil acesso durante a operação de combate ao incêndio.

Adicionalmente, a NPT 22 determina em seu item 5.7.3 que:

“Os hidrantes ou mangotinhos devem ser distribuídos de tal forma que qualquer ponto da área a ser protegida seja atendido por no mínimo um esguicho..., considerando-se o comprimento da(s) mangueira(s) de incêndio por meio de seu trajeto real e o alcance mínimo do jato de água igual a 10,0 m, devendo ter contato visual sem barreiras físicas a qualquer parte do ambiente, após adentrar pelo menos 1,0 m em qualquer compartimento” (PARANÁ, 2015).

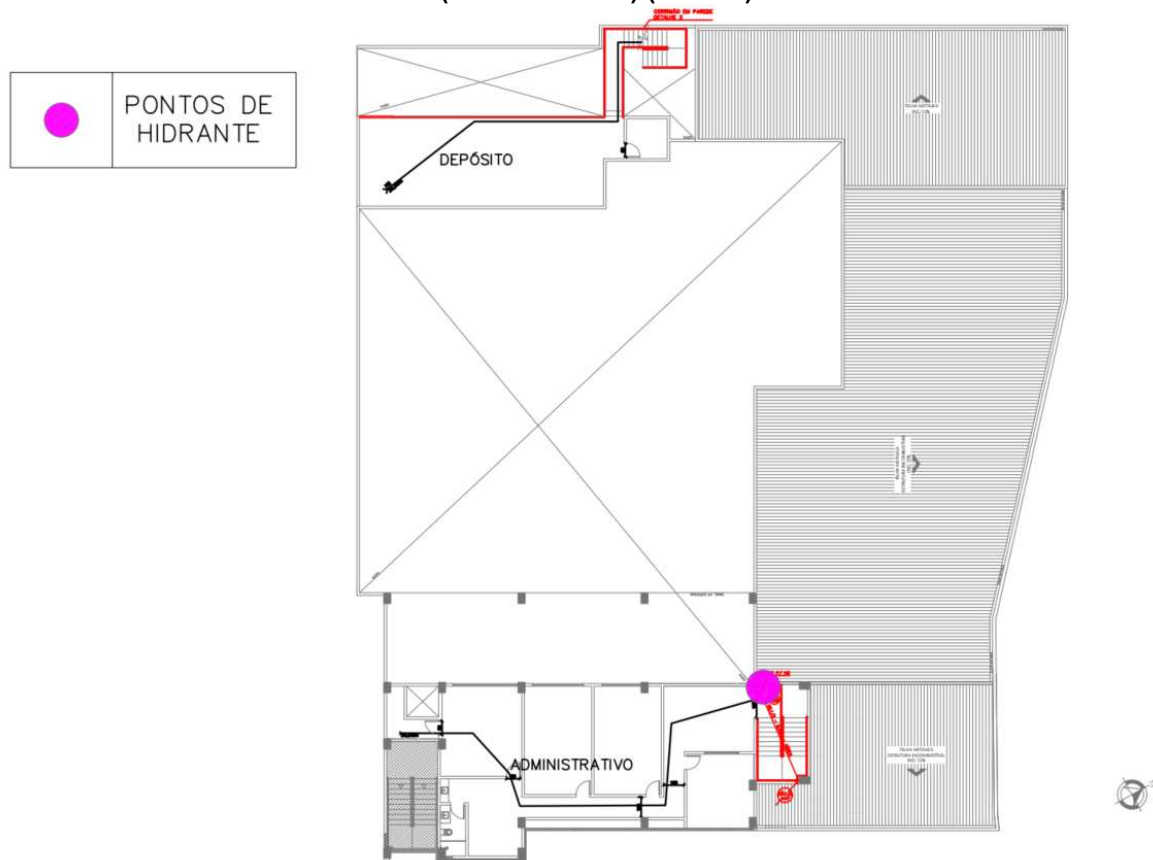
Essa disposição normativa assegura a eficácia operacional do sistema, reforçando a necessidade de cobertura completa da área protegida e eliminando potenciais zonas de sombra na atuação do combate ao incêndio, na (Figura 9 e Figura 10) observa-se os pontos previamente definidos para locação dos hidrantes atendendo as exigências citadas acima.

Figura 9: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes e reservatórios na planta baixa térrea (Paraná)



Fonte: Autoria Própria

Figura 10: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes na planta mezanino (administrativo) (Paraná)



Fonte: Autoria Própria

Outro ponto relevante é a condição de cálculo estabelecida pelo item 5.7.4 da NPT 22 (PARANÁ, 2015), segundo o qual:

“No dimensionamento de sistemas com mais de um hidrante simples deve ser considerado o uso simultâneo dos dois jatos de água mais desfavoráveis considerados nos cálculos, para qualquer tipo de sistema especificado, considerando-se, em cada jato de água, no mínimo as vazões obtidas conforme a (Tabela 3)” (PARANÁ, 2015).

Esse critério garante que o sistema projetado seja dimensionado em condições críticas de operação, assegurando disponibilidade hidráulica adequada mesmo nos pontos mais distantes ou menos favoráveis da rede.

Além das condições de cobertura e simultaneidade de funcionamento, a NPT 22 (PARANÁ, 2015) estabelece critérios adicionais de caráter hidráulico que devem ser rigorosamente observados no dimensionamento do sistema de hidrantes. A pressão máxima de trabalho nos esguichos não deve ultrapassar 100 m.c.a. (1.000

kPa), a fim de evitar danos aos equipamentos e garantir a segurança operacional durante a utilização (PARANÁ, 2015).

Outro parâmetro fundamental refere-se à velocidade da água na tubulação, que deve respeitar limites distintos conforme o trecho do sistema: no tubo de sucção das bombas de incêndio, a velocidade não pode ser superior a 2 m/s em sucção negativa ou 3 m/s em sucção positiva; já nas demais tubulações, a velocidade máxima admitida é de 5 m/s (PARANÁ, 2015). Esses limites visam reduzir perdas de carga excessivas e assegurar o funcionamento estável da rede em situação de emergência.

Adicionalmente, a norma impõe requisitos específicos para o atendimento ao net positive *suction head* (NPSH), determinando que o NPSH disponível seja maior ou igual ao NPSH requerido pela bomba de incêndio. Para efeito de cálculo, o NPSH disponível na tubulação de sucção deve ser considerado a partir de 1,5 vezes a vazão nominal do sistema (PARANÁ, 2015). Esse critério é essencial para evitar cavitação na bomba e garantir a confiabilidade do sistema em operação contínua.

Outro critério essencial para o dimensionamento do sistema de hidrantes diz respeito ao volume mínimo da reserva técnica de incêndio. De acordo com a Tabela 4 da NPT 22 (Volume Mínimo da Reserva de Incêndio), apresentada pela (Tabela 4), para sistemas classificados como Tipo 3 em edificações com área de até 2.500 m², o volume exclusivo destinado ao abastecimento da rede de hidrantes deve ser de, no mínimo, 12.000 litros. Esse volume é considerado de uso exclusivo do sistema de proteção contra incêndio, não podendo ser compartilhado com demandas de consumo da edificação. Dessa forma, o reservatório constitui um dos elementos centrais para garantir a disponibilidade de água necessária durante o combate inicial ao sinistro, sendo dimensionado para assegurar a autonomia mínima exigida pela norma (PARANÁ, 2015).

Tabela 4: Volume mínimo da reserva de incêndio

| Tipo de Sistema | ÁREA DA EDIFICAÇÃO E/OU ÁREA DE RISCO | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|--|---|--|--|-------------------------------|
| | Até 2.500m ² | Acima de 2.500m ² até 5.000m ² | Acima de 5.000m ² até 10.000m ² | Acima de 10.000m ² até 20.000m ² | Acima de 20.000m ² até 50.000m ² | Acima de 50.000m ² |
| Tipo 1 | 5m ³ | 8m ³ | 12m ³ | 18m ³ | 25m ³ | 35m ³ |
| Tipo 2 | 8m ³ | 12m ³ | 18m ³ | 25m ³ | 35m ³ | 48m ³ |
| Tipo 3 | 12m ³ | 18m ³ | 25m ³ | 35m ³ | 48m ³ | 70m ³ |
| Tipo 4 | 28m ³ | 32m ³ | 48m ³ | 64m ³ | 96m ³ | 120m ³ |
| Tipo 5 | 32m ³ | 48m ³ | 64m ³ | 96m ³ | 120m ³ | 180m ³ |

Fonte: (PARANÁ, 2015)

Outro aspecto fundamental do projeto refere-se ao sistema de bombas de incêndio. A norma estabelece que, quando o abastecimento do sistema de hidrantes se dá por meio de bomba, esta deve ser composta por pelo menos uma bomba elétrica ou de combustão interna, dedicada exclusivamente a essa função. Além disso, visando manter a rede pressurizada dentro da faixa adequada e compensar pequenas perdas de pressão, admite-se a instalação de uma bomba jockey, cuja função é atuar de forma complementar e preventiva. Essa bomba auxiliar, contudo, deve apresentar vazão máxima de 20 L/min, evitando sobrecargas e garantindo apenas a recomposição de pressão no sistema (PARANÁ, 2015).

Ainda em relação às características construtivas, o diâmetro mínimo das tubulações do sistema de hidrantes deve ser DN 65 (2 ½”), o que corresponde a aproximadamente 65 mm de diâmetro nominal. Essa exigência visa assegurar tanto a vazão mínima quanto a durabilidade hidráulica da rede, reduzindo perdas de carga e garantindo eficiência no fornecimento de água aos pontos de tomada durante o combate ao incêndio (PARANÁ, 2015).

4.2 Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado de Santa Catarina

Para o dimensionamento da rede de hidrantes no Estado de Santa Catarina, toma-se como referência a IN n. 1 – Parte 2 do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024b), do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. O artigo 5º dessa instrução normativa define os critérios básicos que devem ser observados para a escolha das medidas de prevenção contra incêndio aplicáveis a cada edificação. São eles:

- I – A ocupação ou uso;
- II – A área total construída;
- III – A altura ou número de pavimentos;
- IV – A carga de incêndio;
- V – A capacidade de lotação; e
- VI – Os riscos especiais (SANTA CATARINA, 2024b).

No que se refere à ocupação da edificação, a Tabela 1 – Classificação das Ocupações, presente na IN n. 1 – Parte 2 do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024b), enquadra o supermercado analisado na divisão C-2, correspondente a “comércio com média, alta ou altíssima carga de incêndio, incluindo supermercados em geral” (SANTA CATARINA, 2024b). Já a área destinada ao depósito de GLP se enquadra na divisão M-2, relativa a “líquido ou gás inflamáveis ou combustíveis, destinados à produção, manipulação, armazenamento e distribuição” (SANTA CATARINA, 2024b).

Importa destacar que, apesar da presença de uma residência unifamiliar no mesmo terreno, esta não é considerada para fins de dimensionamento e fiscalização. Conforme disposto pela mesma instrução normativa, residências unifamiliares não são objeto de fiscalização pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, não compondo a área computável da edificação para fins de medidas de segurança contra incêndio (SANTA CATARINA, 2024a).

Assim, conclui-se que a edificação em estudo deve ser classificada como de uso misto, contemplando simultaneamente as ocupações C-2 e M-2, o que eleva o nível de exigência em termos de medidas preventivas de combate a incêndio.

A definição das medidas preventivas obrigatórias para a edificação em análise decorre da IN n. 1 – Parte 2 do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024b), que apresenta a Tabela 5 – Grupo C com área maior que 750 m² ou altura maior que 12 m. Considerando que o supermercado em questão possui área superior a 750 m² e altura térrea, as exigências aplicáveis são as seguintes:

- Acesso de viaturas à edificação;
- Sistema de alarme de incêndio;
- Brigada de incêndio, de acordo com a população fixa;
- Sistema de chuveiros automáticos (exigido para ocupações C-2 com área superior a 3.000 m² e carga de incêndio alta ou altíssima, e para C-3 com área superior a 5.000 m²), (não se aplica ao caso);
- Compartimentação horizontal ou de áreas (obrigatória para C-2 e C-3, podendo ser substituída por chuveiros automáticos);
- Sistema de detecção automática de incêndio nos depósitos com área superior a 500 m² e carga de incêndio maior que 300 MJ/m²;
- Extintores;
- Instalações para gás combustível;

- Sistema hidráulico preventivo;
- Iluminação de emergência;
- Instalação elétrica de baixa tensão;
- Plano de emergência (dispensado para C-1 e C-2);
- Proteção estrutural com tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF);
- Saídas de emergência;
- Sinalização para abandono de local (SANTA CATARINA, 2024b).

A correta distribuição dos pontos de hidrantes é regulamentada pela Instrução Normativa nº 7 (IN 7) do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024d), que trata especificamente sobre critérios de projeto e instalação. A mesma normativa estabelece diretrizes para a localização dos hidrantes, destacando que estes devem ser instalados nas circulações ou áreas comuns da edificação, sempre em locais onde haja a menor probabilidade de o fogo impedir o acesso ao equipamento. Além disso, a norma exige a instalação de pelo menos um hidrante por pavimento, devendo este estar posicionado a uma distância máxima de cinco metros da porta externa (SANTA CATARINA, 2024d).

Outro ponto relevante refere-se à cobertura da rede: a totalidade da edificação deve ser atendida pelas mangueiras conectadas aos hidrantes, considerando-se o alcance mínimo do jato d'água de 4 m. Essa exigência assegura que não existam áreas descobertas dentro da edificação e que a atuação da brigada de incêndio, bem como do Corpo de Bombeiros, seja realizada de forma eficiente em qualquer compartimento, assim podemos observar que o layout geral se manteve o mesmo da (Figura 9 e Figura 10) apresentada para o estado do Paraná (SANTA CATARINA, 2024d).

No que se refere às características construtivas da rede hidráulica de hidrantes, a IN 7 do CBMSC (SANTA CATARINA, 2024d) estabelece parâmetros específicos para as tubulações e para o sistema de bombeamento. O diâmetro mínimo das tubulações de hidrantes deve ser de 2 ½" (65 mm), garantindo assim a capacidade de vazão necessária para atender às condições mínimas de operação do sistema. Já a tubulação de recalque deve ter diâmetro mínimo de 2" e máximo de 4", assegurando compatibilidade entre a rede de hidrantes e a infraestrutura destinada ao abastecimento (SANTA CATARINA, 2024d).

Quanto ao sistema de bombeamento, nos casos em que se adotem reservatórios ao nível do solo ou enterrados, devem ser previstas duas bombas principais (uma primária e uma reserva), bem como uma bomba auxiliar (jockey), cuja função é manter a rede constantemente pressurizada e compensar pequenas variações de pressão. Essa exigência tem por finalidade assegurar a redundância operacional do sistema, garantindo a confiabilidade e a continuidade do abastecimento de água em situações de combate a incêndio (SANTA CATARINA, 2024d).

No que se refere às mangueiras de incêndio, a Tabela 1 – Tipos de Mangueiras IN 7, apresentada pela (Tabela 5) define os modelos aplicáveis de acordo com a ocupação da edificação. Para o caso em análise, correspondente a um edifício comercial com depósito de GLP, o tipo indicado é o Tipo 2, destinado a edifícios comerciais ou industriais. Esse modelo apresenta diâmetro nominal de 40 mm (1 ½”) e pressão de trabalho limitada em 140 m.c.a. (SANTA CATARINA, 2024d).

Tabela 5: Tipo de mangueiras

| Mangueira | Aplicação | Diâmetro | Pressão de trabalho | Descrição |
|---------------|--|-------------|---------------------|---|
| Tipo 1 | Destina-se a edifícios de ocupação residencial. | 40 mm (1½") | 100 mca | Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil. |
| Tipo 2 | Destina-se a edifícios comerciais ou industriais. | 40 mm (1½") | 140 mca | Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil. |
| Tipo 3 | Destina-se à área naval ou industrial. | 40 mm (1½") | 150 mca | Mangueira flexível, de borracha, com reforços têxteis duplos sobrepostos. |
| Tipo 4 | Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão. | 40 mm (1½") | 140 mca | Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de PVC + borracha. |
| Tipo 5 | Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes. | 40 mm (1½") | 140 mca | Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de borracha. |
| Tipo 6 | Destina-se às edificações que utilizam mangotinhos. | 25 mm (1") | 140 mca | Mangueira semirrígida, de borracha, com um reforço têxtil. |

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm² = 100 mca = 145 psi

Fonte: (SANTA CATARINA, 2024d)

A adoção desse tipo de mangueira busca equilibrar resistência mecânica, facilidade de manuseio e desempenho hidráulico, assegurando que o sistema de hidrantes da edificação esteja em conformidade com os requisitos de segurança estabelecidos para empreendimentos de médio porte com riscos de incêndio significativos.

A definição do tipo de sistema de hidrantes aplicável à edificação é apresentada na Tabela 3 – Tipos de Sistemas, da IN 7, apresentada pela (Tabela 6). Para o caso em estudo, considerando que a carga de incêndio é inferior a 1.200 MJ/m², adota-se o sistema de hidrantes que utiliza mangueiras de 40 mm de diâmetro nominal, com número de saídas simples e esguicho do tipo regulável ou agulheta. A norma também estabelece que a vazão mínima de cada esguicho deve ser de 70 L/min, garantindo desempenho mínimo no combate inicial ao incêndio (SANTA CATARINA, 2024d).

Tabela 6: Tipos de sistemas

| Tipo | Característica | Carga de Incêndio [MJ/m ²] | Diâmetro da mangueira | Nº de saídas | Tipo de esguicho | Vazão mínima no esguicho* | Nr Hidrantes ou mangotinhos (Nr saídas simultâneas) | | | |
|------|----------------|--|---------------------------|--------------|---|------------------------------|---|-----------|---------|--------|
| | | | | | | | 1 | 2-3-4 | 5-6 | >6 |
| I | Hidrante | ≤ 1.200 | 40 mm (1½") | Simple | Regulável ou Agulheta (Ø requinte = ½") | 70 l/min | 1 (1) | 2-3-4 (2) | 5-6 (3) | >6 (4) |
| II | Mangotinho | ≤ 1.200 | 25 mm (1") ou 32 mm (1¼") | Simple | Regulável | 80 ou 100 l/min ¹ | 1 (1) | 2-3-4 (2) | 5-6 (3) | >6 (4) |
| III | Hidrante | > 1.200 | 40 mm (1½") | Dupla | Regulável | 300 l/min | 1 (2) | 2-3-4 (2) | 5-6 (2) | >6 (2) |

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm² = 100 mca = 145 psi
 1 - De acordo com o diâmetro da mangueira utilizada: 25 mm = 80 l/min; 32 mm = 100 l/min.

Fonte: (SANTA CATARINA, 2024d)

Além disso, a instrução normativa determina que, para sistemas compostos por 2, 3 ou 4 hidrantes, deve-se considerar, no dimensionamento, o uso simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis. Esse critério visa assegurar que a rede projetada mantenha as condições hidráulicas adequadas mesmo em situações críticas de operação, evitando a subdimensionamento do sistema e garantindo segurança operacional.

Outro aspecto relevante para o dimensionamento do sistema de hidrantes refere-se ao volume mínimo da reserva técnica de incêndio (RTI). A Tabela 4 – Volume Mínimo da RTI, da IN 7 do CBMSC, apresentada pela (Tabela 7) estabelece que, para edificações com carga de incêndio inferior a 1.200 MJ/m² e área construída inferior a 2.500 m², o volume mínimo exclusivo destinado ao sistema de hidrantes deve ser de 5 m³ (5.000 litros) (SANTA CATARINA, 2024d).

Tabela 7: Volume mínimo da RTI

| Carga de Incêndio | Área \leq 2.500m ² | 2.500m ² < Área \leq 5.000m ² | 5.000m ² < Área \leq 10.000m ² | 10.000m ² < Área \leq 25.000m ² | 25.000m ² < Área \leq 50.000m ² | Área > 50.000m ² |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|--|---|---|-----------------------------|
| \leq 1.200 MJ/m ² | 5 m ³ | 10 m ³ | 15 m ³ | 20 m ³ | 25 m ³ | 30 m ³ |
| 1.201 \leq 2.400 MJ/m ² | 18 m ³ | 36 m ³ | 54 m ³ | 72 m ³ | 90 m ³ | 108 m ³ |
| > 2.400 MJ/m ² | 36 m ³ | 72 m ³ | 108 m ³ | 144 m ³ | 180 m ³ | 216 m ³ |

Fonte: (SANTA CATARINA, 2024d)

Esse volume deve ser reservado exclusivamente para uso em situações de combate a incêndio, não podendo ser destinado ao consumo da edificação. Dessa forma, garante-se que, em eventual ocorrência, o sistema possua disponibilidade hídrica suficiente para manter a operação mínima exigida, assegurando tanto a autonomia do sistema quanto à conformidade com os requisitos normativos estabelecidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

4.3 Dimensionamento da Rede de Hidrantes para o Estado do Rio Grande do Sul

Para o dimensionamento da rede de hidrantes no Estado do Rio Grande do Sul, adota-se como referência a Resolução Técnica CBMRS nº 01 – Diretrizes Básicas de Segurança Contra Incêndio (RIO GRANDE DO SUL, 2024a). O documento, dispõe que as residências unifamiliares estão dispensadas da obrigatoriedade de implantação de medidas de prevenção contra incêndio. Essa diretriz se alinha ao entendimento já verificado em outros estados analisados, como Paraná e Santa Catarina, nos quais a presença de edificações residenciais unifamiliares não configura objeto de fiscalização pelos Corpos de Bombeiros locais (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

No caso em estudo, apesar da existência de uma residência unifamiliar no mesmo terreno, esta não é considerada para fins de dimensionamento do sistema hidráulico preventivo, restringindo-se a análise apenas às áreas comerciais e de armazenamento de GLP, que constituem efetivamente os focos de risco da edificação.

A Resolução Técnica CBMRS nº 01 (RIO GRANDE DO SUL, 2024a), que trata das medidas de segurança contra incêndio, estabelece que o dimensionamento do sistema de hidrantes deve observar, de forma prioritária, os critérios definidos na NBR 13714 (ABNT, 2000) para Combate a Incêndio. Além disso, a normativa gaúcha, por meio da (Tabela 1), incorpora diversas notas específicas que complementam as diretrizes gerais (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

Entre essas disposições, destacam-se:

- a obrigatoriedade de observância da NBR 15514 (ABNT, 2020) para depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP) e das NBR 17505-1 (ABNT, 2013) a 17505-7 (ABNT, 2024) para depósitos de líquidos inflamáveis e combustíveis;
- a dispensa de instalação de tomadas de hidrantes em mezaninos quando a área estiver coberta pelo sistema do pavimento correspondente;
- a exigência de utilização exclusiva de esguichos reguláveis; e a determinação de que, em edificações que demandem distintos tipos de instalações hidráulicas, a reserva técnica de incêndio (RTI) e o sistema de bombeamento sejam dimensionados para atender à maior demanda prevista, conforme a NBR 13714 (ABNT, 2000) (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

A norma também prevê situações em que a instalação de hidrantes e mangotinhos é facultativa, como nas edificações classificadas predominantemente como I-1 ou J-2 com carga de incêndio igual ou inferior a 100 MJ/m², em depósitos com materiais que reagem de forma perigosa com a água, em áreas de altos-fornos, ou em espaços reduzidos como porões e subsolos de até 200 m², desde que garantida a proteção por hidrantes do pavimento mais próximo. Casos específicos como zeladorias e casas de máquinas em coberturas de edifícios também podem ser protegidos por hidrantes do pavimento inferior, desde que respeitado o caminhamento máximo de 30 m (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

Por fim, a Resolução Técnica dispõe ainda sobre os estacionamentos de veículos automotores em áreas descobertas sobre pavimentos de edificações, os quais devem ser protegidos pelo sistema de hidrantes da edificação, conforme a NBR 13714 (ABNT, 2000). Entretanto, admite-se a dispensa dessa exigência quando a carga de incêndio determinística da área descoberta for igual ou inferior a 100 MJ/m²,

desde que tal condição esteja devidamente registrada na planta baixa do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI) (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

Em complemento às diretrizes estaduais, a NBR 13714 (ABNT, 2000), norma de referência nacional para sistemas de hidrantes e de mangotinhos, estabelece que a tubulação de recalque deve possuir o mesmo diâmetro da tubulação principal, respeitando os limites de diâmetro nominal mínimo de DN 50 (2") e máximo de DN 100 (4") NBR 13714 (ABNT, 2000). Essa disposição busca assegurar a compatibilidade hidráulica entre os diferentes trechos da rede e evitar estrangulamentos que possam comprometer a eficiência do sistema.

Adicionalmente, a norma dispõe que, quando a vazão do sistema for superior a 1.000 L/min, o dispositivo de recalque deve contar com um registro adicional, dotado das mesmas características do dispositivo principal. Tal exigência visa garantir a redundância operacional e a segurança no abastecimento, permitindo maior flexibilidade na utilização do sistema em emergências (ABNT, 2000).

No que se refere ao desempenho do jato d'água, o alcance mínimo deve ser de 8 m, medido a partir do ponto de saída do esguicho até o ponto de queda do jato. Esse critério assegura que a água projetada seja capaz de atingir áreas críticas da edificação, garantindo maior efetividade no combate às chamas mesmo em locais de difícil acesso (ABNT, 2000).

A Tabela 1 da NBR 13714 (ABNT, 2000) classifica os sistemas de hidrantes em três tipos distintos, definidos a partir das características da edificação, conforme apresentado pela (Tabela 8). Para edificações enquadradas na divisão C-2 (centros de compras em geral, incluindo supermercados), como a do presente estudo, o sistema aplicável é o Tipo 2 (ABNT, 2000).

Esse sistema possui parâmetros técnicos específicos:

- Utilização de esguicho de jato compacto de 16 mm ou regulável,
- Mangueiras de 40 mm de diâmetro nominal,
- Comprimento máximo de 30 m para hidrantes internos e de 60 m para hidrantes externos, desde que afastados no mínimo 15 m ou 1,5 vezes a altura da parede externa da edificação a ser protegida.
- Além disso, a configuração exige duas saídas por ponto de hidrante e vazão mínima de 300 L/min (ABNT, 2000).

Tabela 8: Tipos de sistemas

| Tipo | Esguicho | Mangueiras | | Saídas | Vazão L/min |
|--|--------------------------------------|----------------|----------------------------|--------|---------------------------------------|
| | | Diâmetro mm | Comprimento máximo m | | |
| 1 | Regulável | 25 ou 32 | 30 | 1 | 80 ¹⁾ ou 100 ²⁾ |
| 2 | Jato compacto Ø16 mm ou regulável | 40 | 30 | 2 | 300 |
| 3 | Jato compacto Ø25 mm ou regulável | 65 | 30 | 2 | 900 |
| ¹⁾ Ver D.2. ²⁾ Ver D.3. NOTAS 1 Os diâmetros dos esguichos e das mangueiras são nominais. 2 As vazões correspondem a cada saída. | | | | | |

Fonte: (ABNT, 2000)

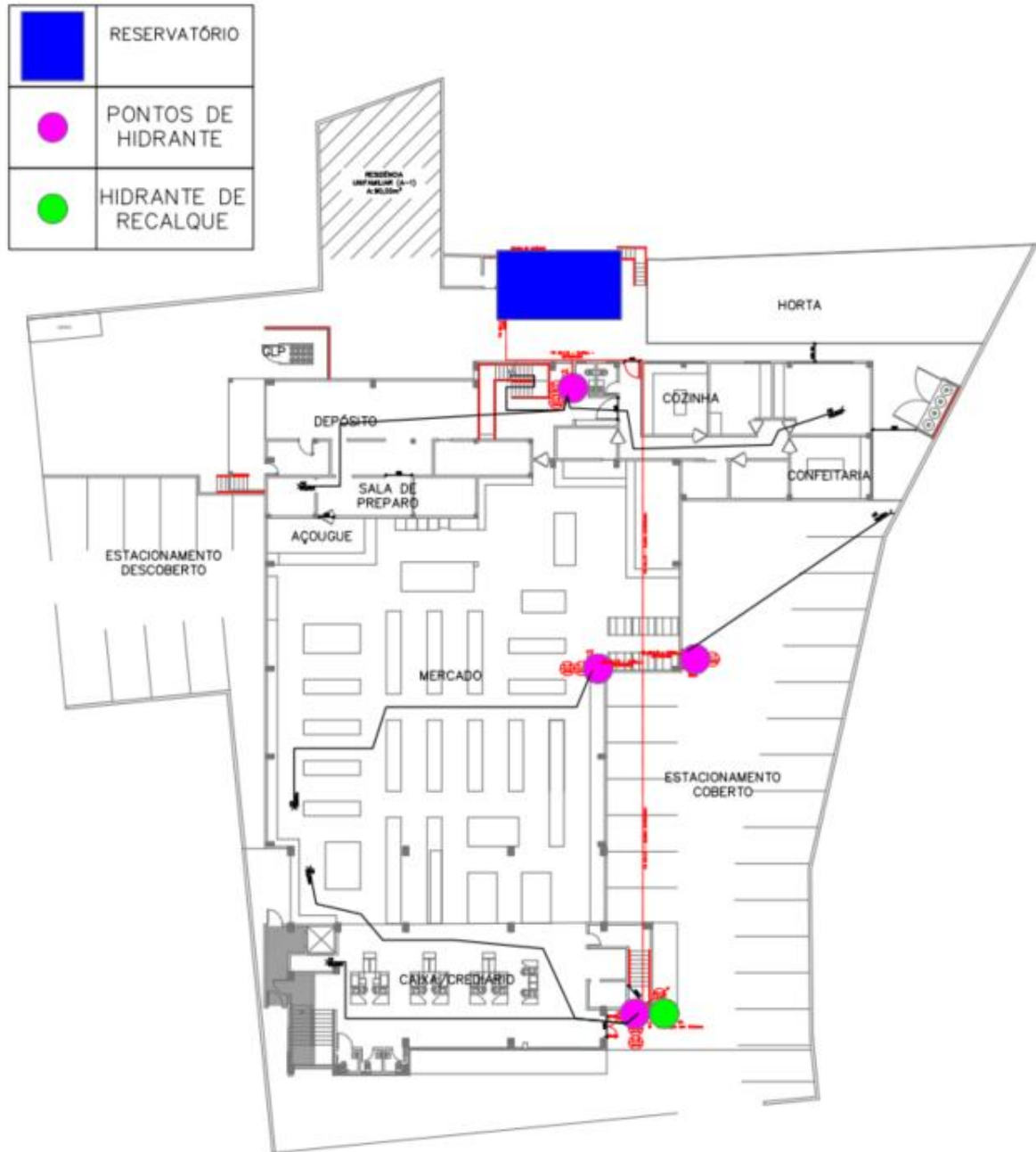
Esses requisitos asseguram a operacionalidade e a cobertura eficiente da rede de hidrantes em edificações comerciais de grande porte.

A NBR 13714 (ABNT, 2000), estabelece critérios específicos para a localização dos hidrantes dentro da edificação. De acordo com a norma, os hidrantes devem ser instalados nas proximidades das portas externas, a uma distância máxima de 5 m destas, de modo a garantir acesso rápido em caso de emergência. Além disso, recomenda-se sua implantação em posições centrais da planta, de forma a ampliar o raio de alcance das mangueiras e assegurar cobertura integral da área protegida sem considerar o alcance do jato d'água (ABNT, 2000).

A norma ainda proíbe a instalação de hidrantes no interior de escadas ou antecâmaras de fumaça, a fim de evitar que o acesso ao equipamento seja prejudicado em situações de sinistro. Quanto à altura de instalação, determina-se que as tomadas de hidrantes devem estar posicionadas entre 1,0 m e 1,5 m acima do piso, garantindo ergonomia no manuseio e padronização construtiva (ABNT, 2000).

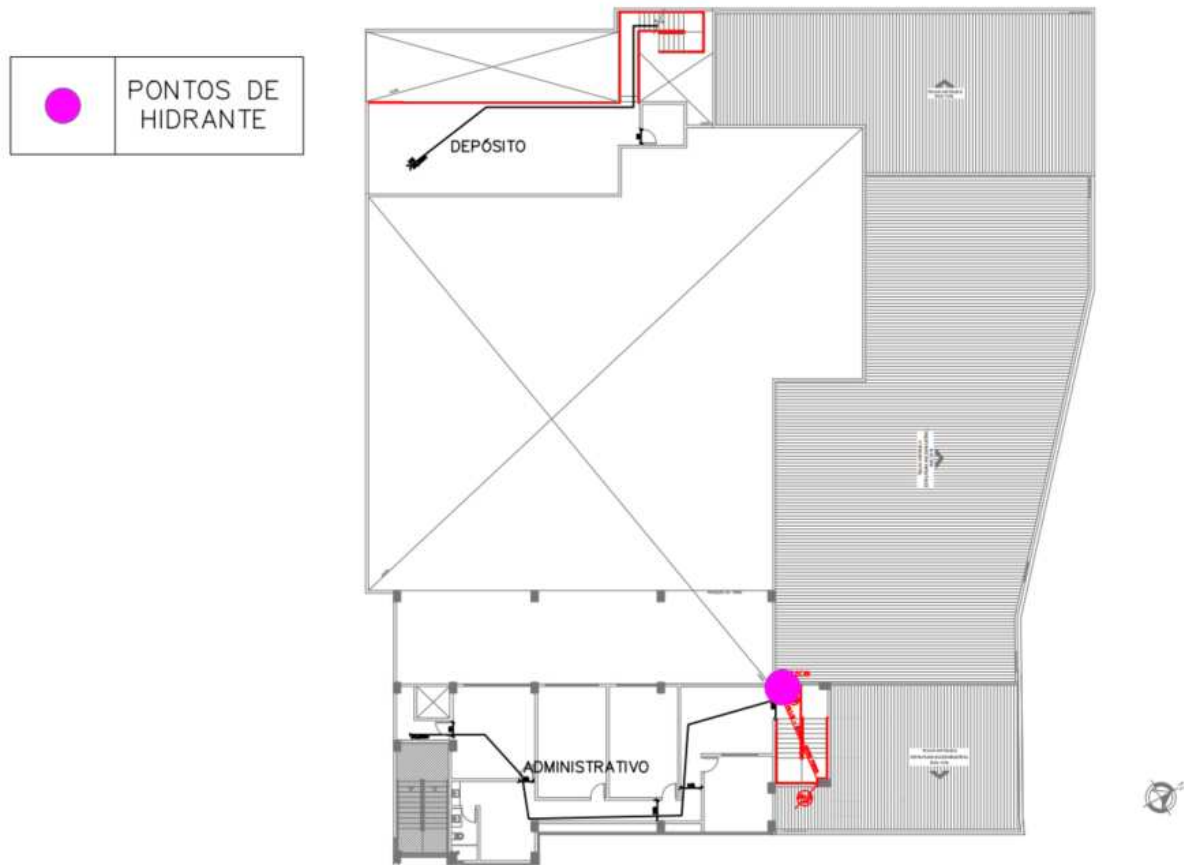
Na (Figura 11 e Figura 12) observa-se os pontos previamente definidos para locação dos hidrantes atendendo as exigências citadas acima.

Figura 11: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes e reservatórios na planta baixa térrea (Rio Grande do Sul)



Fonte: Autoria Própria

Figura 12: Localização dos pontos escolhidos para hidrantes na planta superior (administrativo) (Rio Grande do Sul)



Fonte: Autoria Própria

No que se refere ao dimensionamento hidráulico da rede de hidrantes, a NBR 13714 (ABNT, 2000), estabelece que os cálculos devem considerar o uso simultâneo dos dois jatos de água mais desfavoráveis hidráulicamente, tomando como referência as vazões mínimas indicadas na (Tabela 8) da norma. Essa exigência visa garantir que a rede mantenha desempenho adequado mesmo em condições críticas de operação, evitando subdimensionamentos (ABNT, 2000).

Para a verificação das perdas de carga nas tubulações, a norma admite a utilização de métodos consagrados de cálculo, como a equação de Darcy-Weisbach (fórmula universal) ou a fórmula de Hazen-Williams, ambas aplicáveis ao dimensionamento de sistemas hidráulicos pressurizados. Além disso, são estabelecidos limites de velocidade da água, de modo que a velocidade no tubo de sucção das bombas não deve ultrapassar 4 m/s, enquanto a velocidade máxima da água na tubulação principal deve ser de 5 m/s. Esses parâmetros asseguram a

eficiência hidráulica do sistema e a sua durabilidade operacional, prevenindo problemas como cavitação e desgaste excessivo da rede (ABNT, 2000).

Por fim, a NBR 13714 (ABNT, 2000), estabelece os critérios para o dimensionamento da reserva de incêndio. O volume necessário deve ser calculado por meio da equação:

$$\vec{v} = Q \cdot t$$

“ \vec{v} ” é o volume da água, em m³. “ Q ” é a vazão da água, em m³/s e “ t ” é o tempo, em segundo.

Em que Q corresponde à vazão de duas saídas do sistema adotado, conforme valores estabelecidos na (Tabela 8) da norma, expressa em litros por minuto; e t representa o tempo de atuação, que deve ser considerado como 60 minutos para sistemas do Tipo 1 e 2, e 30 minutos para sistemas do Tipo 3 (ABNT, 2000).

Portanto, o volume da reserva de incêndio (V) será obtido em litros a partir da multiplicação da vazão de projeto pelo tempo mínimo de funcionamento exigido, garantindo que a rede de hidrantes disponha de autonomia suficiente para atender a uma ocorrência de incêndio dentro das condições normativas.

$$\vec{v} = 36.000L$$

No que se refere ao dimensionamento das bombas de incêndio, a NBR 13714 (ABNT, 2000), estabelece que o sistema deve possuir pelo menos uma bomba principal, que pode ser elétrica ou de combustão interna, destinada exclusivamente ao abastecimento da rede de hidrantes. A norma ainda prevê, de forma opcional, a instalação de uma bomba jockey, utilizada para manter a rede pressurizada e compensar pequenas variações de pressão (ABNT, 2000).

4.4 Valores e resultados obtidos do dimensionamento da bomba

O sistema proposto para o Estado do Paraná está representado no detalhe isométrico do (APÊNDICE A), no qual são indicados os diâmetros comerciais adotados, as cotas e os pontos de derivação. A planilha de dimensionamento (Quadro

5) apresenta o resumo dos resultados obtidos, contendo vazões, pressões, velocidades, perdas de carga e cotas piezométricas em cada trecho da rede conforme (Quadro 3) e (Quadro 4), no (Gráfico 1) é possível analisar a variação de pressão e vazão para os hidrantes mais desfavoráveis da rede.

Quadro 3: Conjunto de peças e tubulações H02 (Paraná)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H02 | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 3,00 | 0,40 | 1,20 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 80,70 |
| J_{RECALQUE}= | | 64.728,663 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 3,00 | 1,00 | 3,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 2,00 | 2,00 | 4,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| | | | | TOTAL: | 17,00 |
| J_{RECALQUE}= | | 3.782,392 Q^{1,85} | | | |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 4: Conjunto de peças e tubulações H03 (Paraná)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H03 | | | |
|----------------------------|--------|------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 | Q^{1,85} | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 3,00 | 0,40 | 1,20 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 80,70 |
| J_{RECALQUE}= | | 64.728,663 | Q^{1,85} | | |

| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|------------------------------|--------|------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 15,00 | 1,00 | 15,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 4,00 | 2,00 | 8,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| | | | | TOTAL: | 37,30 |
| J_{RECALQUE}= | | 8.299,013 | Q^{1,85} | | |

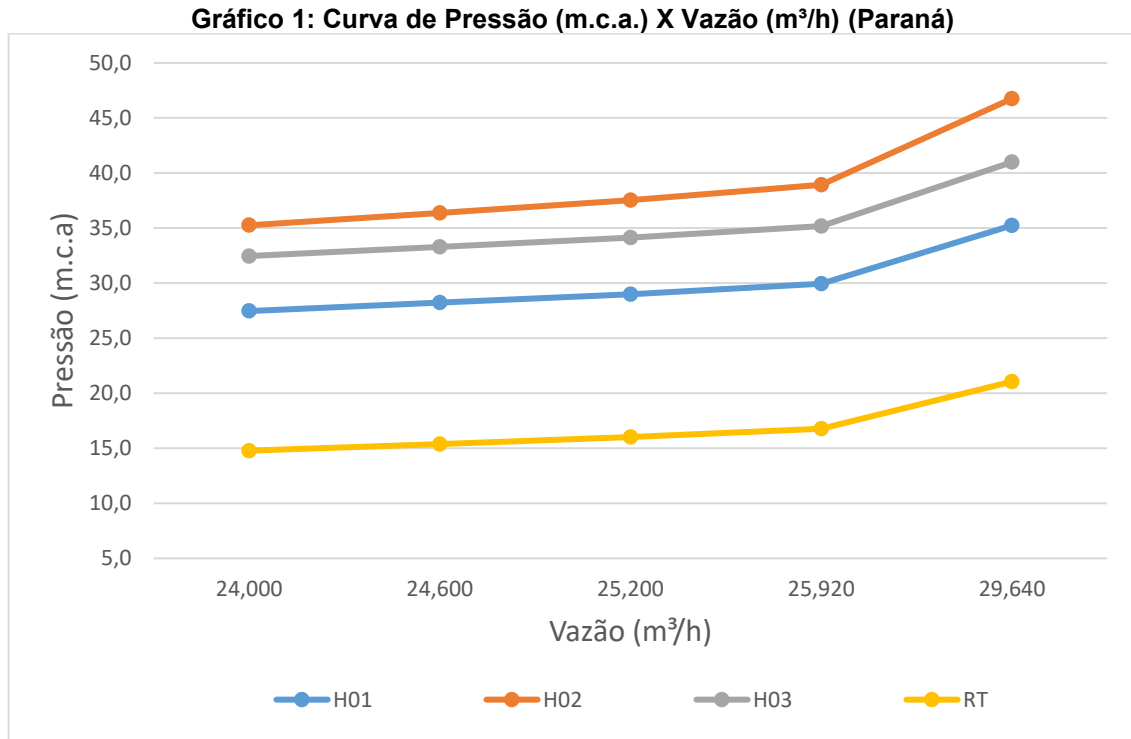
Fonte: Autoria Própria

Quadro 5: Dimensionamento da bomba de incêndio (Paraná)

| Qs (L/min) | Qd (L/min) | Qd (m³/s) | Qd (m³/h) | H02 desfavorável | H03 desfavorável | RT retorno | H01 favorável |
|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 200 | 400 | 0,006667 | 24,000 | 35,3 | 32,5 | 14,8 | 27,5 |
| 205 | 410 | 0,006833 | 24,600 | 36,4 | 33,3 | 15,4 | 28,2 |
| 210 | 420 | 0,007000 | 25,200 | 37,5 | 34,1 | 16,0 | 29,0 |
| 216 | 432 | 0,007200 | 25,920 | 38,9 | 35,2 | 16,8 | 29,9 |
| 247 | 494 | 0,008233 | 29,640 | 46,8 | 41,0 | 21,1 | 35,2 |

Fonte: Autoria Própria

“Qs (L/min)” é a vazão simples requerida para os trechos que abastecem apenas um ponto de hidrante; “Qd (L/min)” é a vazão dupla para os demais trechos.



Fonte: Autoria Própria

De acordo com os resultados, verificou-se que a pressão mínima que deverá ser exercida pela bomba deve ser de 35,3 m.c.a. e a vazão de 24 m³/h, atendendo integralmente aos requisitos normativos de 10 m.c.a. que foi adicionado no desnível geométrico do sistema e 200l/min na expedição mais desfavorável, neste caso o H02.

O sistema proposto para o Estado de Santa Catarina está representado no detalhe isométrico da (APÊNDICE B), no qual são indicados os diâmetros comerciais adotados, cotas e os pontos de derivação. A planilha de dimensionamento (Quadro 8) apresenta o resumo dos resultados obtidos, contendo vazões, pressões, velocidades, perdas de carga e cotas piezométricas em cada trecho da rede conforme (Quadro 6) e (Quadro 7), no (Gráfico 2) é possível analisar a variação de pressão e vazão para determinados pontos da rede.

Quadro 6: Conjunto de peças e tubulações H02 (Santa Catarina)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H02 | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 3,00 | 0,40 | 1,20 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 80,70 |
| J_{RECALQUE}= | | 64.728,663 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 3,00 | 1,00 | 3,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 2,00 | 2,00 | 4,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| | | | | TOTAL: | 17,00 |
| J_{RECALQUE}= | | 3.782,392 Q^{1,85} | | | |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 7: Conjunto de peças e tubulações H03 (Santa Catarina)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H03 | | | |
|----------------------------|--------|------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 | Q^{1,85} | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 3,00 | 0,40 | 1,20 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 80,70 |
| J_{RECALQUE}= | | 64.728,663 | Q^{1,85} | | |

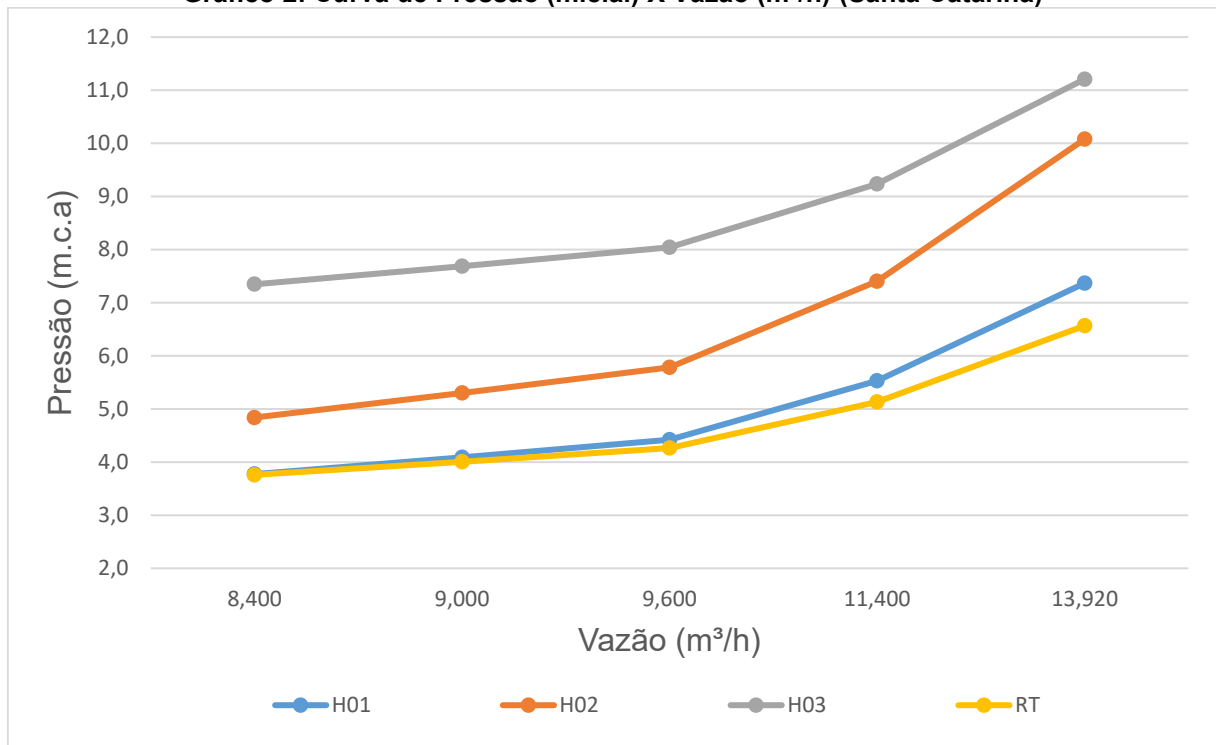
| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|------------------------------|--------|------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 15,00 | 1,00 | 15,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 4,00 | 2,00 | 8,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| | | | | TOTAL: | 37,30 |
| J_{RECALQUE}= | | 8.299,013 | Q^{1,85} | | |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 8: Dimensionamento da bomba de incêndio (Santa Catarina)

| Qs (L/min) | Qd (L/min) | Qd (m ³ /s) | Qd (m ³ /h) | H02 desfavorável | H03 desfavorável | RT retorno | H01 favorável |
|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------|------------------|
| 70 | 140 | 0,002333 | 8,400 | 4,8 | 7,3 | 3,8 | 3,8 |
| 75 | 150 | 0,0025 | 9,000 | 5,3 | 7,7 | 4,0 | 4,1 |
| 80 | 160 | 0,002667 | 9,600 | 5,8 | 8,0 | 4,3 | 4,4 |
| 95 | 190 | 0,003167 | 11,400 | 7,4 | 9,2 | 5,1 | 5,5 |
| 116 | 232 | 0,003867 | 13,920 | 10,1 | 11,2 | 6,6 | 7,4 |

Fonte: Autoria Própria

Gráfico 2: Curva de Pressão (m.c.a.) X Vazão (m³/h) (Santa Catarina)

Fonte: Autoria Própria

De acordo com os resultados, verificou-se que a pressão mínima que deverá ser exercida pela bomba deve ser de 7,30 m.c.a. e a vazão de 8,40 m³/h, atendendo integralmente aos 70l/min no hidrante mais desfavorável, neste caso o H03.

O sistema proposto para o Estado do Rio Grande do Sul está representado no detalhe isométrico da (APÊNDICE C), no qual são indicados os diâmetros comerciais adotados, cotas e os pontos de derivação. A planilha de dimensionamento (Quadro 11) apresenta o resumo dos resultados obtidos, contendo vazões, pressões, velocidades, perdas de carga e cotas piezométricas em cada trecho da rede conforme (Quadro 9) e (Quadro 10), no (Gráfico 3) é possível analisar a variação de pressão e vazão para determinados pontos da rede.

Quadro 9: Conjunto de peças e tubulação H03 (Rio Grande do Sul)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H03 | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| T Passagem Direta | | 2.1/2" | 6,00 | 1,30 | 7,80 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 87,70 |
| J_{RECALQUE}= | | 70.343,293 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| | | | | TOTAL: | 13,00 |
| J_{RECALQUE}= | | 2.892,417 Q^{1,85} | | | |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 10: Conjunto de peças e tubulações H04 (Rio Grande do Sul)

| HIDRANTE DESFAVORÁVEL | | H04 | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Sucção (Vazão Dupla) | | | | | |
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| Entrada Borda | | 2.1/2" | 1,00 | 1,90 | 1,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 3,00 | 2,00 | 6,00 |
| | | | | TOTAL: | 10,30 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 8.261,527 Q^{1,85} | | | |

| Recalque (Vazão Dupla) | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 75,00 | 1,00 | 75,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 5,00 | 2,00 | 10,00 |
| T Saída Lateral | | 2.1/2" | 1,00 | 4,30 | 4,30 |
| T Passagem Direta | | 2.1/2" | 3,00 | 1,30 | 3,90 |
| Registro Gaveta Aberto | | 2.1/2" | 1,00 | 0,40 | 0,40 |
| Válvula Retenção - Horizontal | | 2.1/2" | 1,00 | 5,20 | 5,20 |
| | | | | TOTAL: | 98,80 |
| J_{SUCÇÃO}= | | 79.246,492 Q^{1,85} | | | |

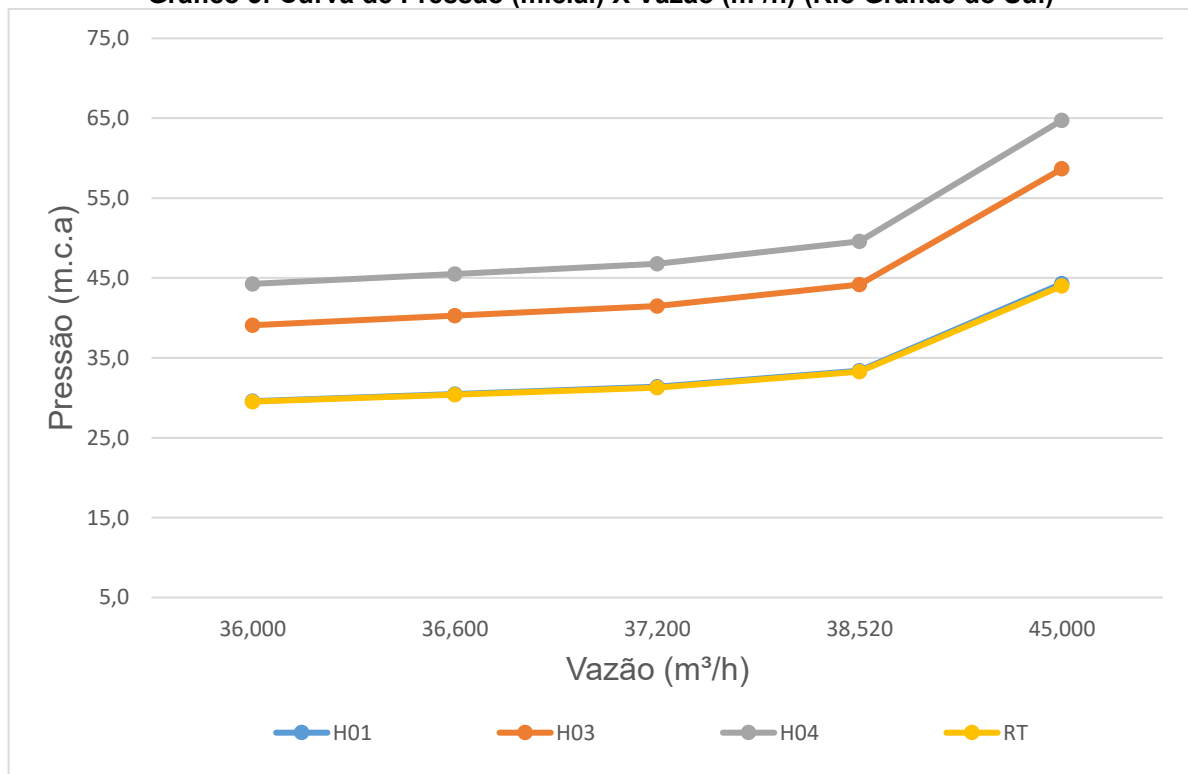
| Recalque (Vazão Simples) | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Descrição: | Unid.: | Diâmetro: | Qtde: | Perda de Carga: | |
| | | | | Unit.: | Total: |
| Tubulação | | 2.1/2" | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Joelho. 90º | | 2.1/2" | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Registro Globo Angular | | 2.1/2" | 1,00 | 10,00 | 10,00 |
| | | | | TOTAL: | 13,00 |
| J_{RECALQUE}= | | 2.892,417 Q^{1,85} | | | |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 11: Dimensionamento da bomba de incêndio (Rio Grande do Sul)

| Qs (L/min) | Qd (L/min) | Qd (m ³ /s) | Qd (m ³ /h) | H03 desfavorável | H04 desfavorável | RT | H01 favorável |
|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|------|------------------|
| 300 | 600 | 0,01 | 36,000 | 39,1 | 44,3 | 29,5 | 29,6 |
| 305 | 610 | 0,010167 | 36,600 | 40,3 | 45,5 | 30,4 | 30,5 |
| 310 | 620 | 0,010333 | 37,200 | 41,5 | 46,8 | 31,3 | 31,4 |
| 321 | 642 | 0,010700 | 38,520 | 44,2 | 49,6 | 33,3 | 33,4 |
| 375 | 750 | 0,0125 | 45,000 | 58,7 | 64,8 | 44,0 | 44,3 |

Fonte: Autoria Própria

Gráfico 3: Curva de Pressão (m.c.a.) X Vazão (m³/h) (Rio Grande do Sul)

Fonte: Autoria Própria

De acordo com os resultados, verificou-se que a pressão mínima que deverá ser exercida pela bomba deve ser de 44,3 m.c.a. e a vazão de 36,0 m³/h, atendendo integralmente aos 300l/min no hidrante mais desfavorável, neste caso o H04.

Ao se comparar os três dimensionamentos realizados conforme as normas estaduais, é possível observar diferenças significativas nos critérios de projeto e nas exigências de desempenho hidráulico. O estado do Rio Grande do Sul apresentou o sistema mais robusto, com hidrantes de expedição dupla, maior número de pontos de combate (cinco) e vazão total mais elevada (36 m³/h), refletindo uma maior capacidade de atendimento simultâneo em situações de incêndio.

Conseqüentemente, foi também o sistema que demandou maior altura manométrica (44,3 m.c.a.), resultando em uma bomba de maior porte.

Por outro lado, o sistema de Santa Catarina destacou-se por ser o mais econômico e simplificado, com vazão de apenas 8,4 m³/h e altura manométrica reduzida (7,3 m.c.a.), atendendo a um padrão de baixa complexidade e menor demanda hidráulica. Contudo, a norma catarinense impõe maior rigor quanto à confiabilidade operacional, exigindo bomba a combustão reserva e bomba jockey, o que reforça o caráter de redundância e segurança do sistema.

O Paraná apresentou um dimensionamento intermediário entre os dois extremos, com três hidrantes simples e vazão de 24 m³/h, sendo suficiente para edificações de porte médio. A altura manométrica de 35,3 m.c.a. indica uma relação equilibrada entre desempenho e custo.

De forma geral, constata-se que as diferenças normativas entre os estados impactam diretamente o dimensionamento hidráulico, o porte do sistema de bombeamento e o volume de reserva técnica de incêndio, o que pode alterar significativamente o custo global, a complexidade de implantação e as exigências de manutenção ao longo da vida útil da instalação. Em síntese, o Rio Grande do Sul prioriza desempenho e abrangência, resultando em sistemas mais robustos e com maior capacidade de atendimento; o Paraná busca um equilíbrio entre eficiência, praticidade executiva e racionalidade no uso de materiais; enquanto Santa Catarina valoriza redundância e segurança operacional, aceitando, em contrapartida, bombas e reservatórios menores, conforme apresentado em síntese pelo Quadro (Quadro 12).

Quadro 12: Comparativo entre os dimensionamentos dos sistemas de hidrantes nos três estados

| Parâmetro de comparação | Paraná | Santa Catarina | Rio Grande do Sul |
|---|--|--|---|
| Norma/Referência adotada | Instruções Técnicas do CBMESP (referência principal) | Instruções Técnicas do CBMESP (referência principal) | NBR 13714:2000 |
| Tipo e quantidade de hidrantes no sistema | 3 hidrantes de expedição simples | 3 hidrantes de expedição simples | 5 hidrantes de expedição dupla |
| Vazão por hidrante | 200 L/min | 70 L/min | 300 L/min |
| Mangueiras utilizadas | 2 externas (60 m e 45 m) e 1 interna (30 m) | 2 externas (60 m e 45 m) e 1 interna (30 m) | 1 externa e 4 internas (todas de 30 m) |
| Critério para mangueiras externas | Permite até 60 m | Permite até 60 m | Somente até 60 m quando afastado 15 m da fachada ou 1,5x a altura da parede; caso contrário, limite de 30 m |
| Número de saídas simultâneas consideradas | 2 saídas simultâneas | Até 4 saídas simultâneas (para sistemas com 6 ou mais hidrantes tipo 1) | 2 saídas simultâneas (hidrantes tipo 2) |
| Hidrante mais desfavorável | H02 | H03 | H04 |
| Altura manométrica da bomba (mca) | 35,3 m.c.a. | 7,3 m.c.a. | 44,3 m.c.a. |
| Vazão da bomba | 24 m ³ /h | 8,4 m ³ /h | 36 m ³ /h |
| Bombas adicionais exigidas | Opcional | Bomba a combustão reserva com equivalência técnica e bomba jockey (7,3 m.c.a. / 1,2 m ³ /h) | Opcional |
| RTI (Reserva Técnica de Incêndio) | 12 m ³ | 5 m ³ | 36 m ³ |
| Classificação geral do sistema | Médio porte, padrão intermediário | Pequeno porte, menor demanda hidráulica | Grande porte, alta capacidade operacional |

Fonte: Autoria Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar comparativamente o dimensionamento de uma rede de hidrantes projetada para uma mesma edificação modelo, conforme as normas e instruções técnicas vigentes nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A partir do desenvolvimento dos três projetos e de suas respectivas planilhas de cálculo, foi possível identificar divergências significativas nos critérios de dimensionamento, nas vazões exigidas e nas condições de operação das bombas, demonstrando a falta de padronização normativa entre as legislações estaduais brasileiras.

No caso do Paraná, observou-se um sistema de porte intermediário, composto por três hidrantes de expedição simples, atendendo à vazão de 200 L/min cada, com bomba dimensionada para 35,3 mca e 24 m³/h. A norma paranaense, baseada nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (CBMESP), estabelece a consideração de duas saídas simultâneas e permite o uso de mangueiras de até 60 metros para hidrantes externos, o que proporciona uma cobertura mais ampla com menor número de pontos de tomada. A reserva técnica de incêndio (RTI) exigida, de 12 m³, reflete um equilíbrio entre segurança e racionalidade construtiva.

Em Santa Catarina, o dimensionamento resultou em um sistema mais simplificado e de menor demanda hidráulica, com hidrantes simples atendendo a 70 L/min e bomba dimensionada para 7,3 mca e 8,4 m³/h. Apesar do menor desempenho hidráulico, a norma catarinense exige maior confiabilidade operacional, impondo a instalação de bomba a combustão reserva e bomba jockey, conforme a NBR 13714. A RTI requerida, de apenas 5 m³, demonstra a orientação estadual para edificações de pequeno porte e para o uso racional de recursos, mantendo-se, contudo, um padrão de redundância e segurança.

Já o Rio Grande do Sul apresentou o sistema mais robusto entre os três, adotando quatro hidrantes de expedição dupla, cada um com vazão de 300 L/min, resultando em uma bomba de 44,3 mca e 36 m³/h de vazão. O estado utiliza como referência direta a NBR 13714:2000, e impõe critérios mais rígidos para a classificação dos hidrantes externos, limitando o comprimento das mangueiras conforme o afastamento da fachada. A RTI de 36 m³ indica um elevado nível de

segurança e autonomia operacional do sistema, ainda que implique maior custo e complexidade técnica.

A análise comparativa evidenciou que as diferenças normativas impactam diretamente o dimensionamento hidráulico, influenciando a escolha dos equipamentos, a capacidade de reserva de água e o custo total de implantação do sistema. Enquanto o Rio Grande do Sul prioriza desempenho e abrangência, Santa Catarina enfatiza redundância e simplicidade, e o Paraná adota uma posição intermediária, buscando compatibilizar eficiência técnica e viabilidade econômica.

Observou-se também que a ausência de uniformização nacional nas exigências para redes de hidrantes pode gerar descompassos de segurança entre edificações semelhantes situadas em estados distintos, o que reforça a necessidade de maior integração normativa entre os Corpos de Bombeiros e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A harmonização desses critérios permitiria a criação de um padrão técnico mais equitativo, reduzindo custos de adaptação e promovendo maior previsibilidade nos projetos.

Por fim, conclui-se que a comparação entre as três legislações estaduais contribui para a compreensão crítica da aplicação da NBR 13714 e de suas variações regionais, destacando a importância de estudos que consolidem práticas de dimensionamento mais seguras e uniformes. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a ampliação da análise para outros estados brasileiros, bem como a simulação de diferentes tipologias edificatórias, considerando o custo real de implantação, a simulação de cenários de falha no sistema ou até mesmo comparativo com o sistema de combate por *sprinklers*, aprofundando a discussão sobre a eficiência hidráulica e a efetividade das normas na prevenção e combate a incêndios.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 13714:2000 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- ABNT. **NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ABNT. **NBR 17505-1:2013 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 1: Disposições gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ABNT. **NBR 15514:2020 – Recipientes transportáveis de gás liquefeito de petróleo (GLP) — Área de armazenamento — Requisitos de segurança**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ABNT. **NBR 17505-7:2024 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 7: Proteção contra incêndio para instalações com armazenamento em tanques estacionários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instrução Normativa n. 1 – Parte 1: Processos Gerais de Segurança Contra Incêndio e Pânico**. Florianópolis, 2024a.
- SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instrução Normativa n. 1 – Parte 2: Sistemas e Medidas de Segurança Contra Incêndio**. Florianópolis, 2024b.
- SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instrução Normativa n. 3: Carga de incêndio**. Florianópolis, 2024c.
- SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instrução Normativa n. 7: Sistema hidráulico preventivo (SHP)**. Florianópolis, 2024d.
- PARANÁ. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Paraná. **Norma de Procedimento Técnico n. 22: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Versão 3. Curitiba, 2015.
- PARANÁ. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar. **Código de Segurança contra Incêndio e Pânico – CSCIP**. Curitiba, 2021.
- RIO GRANDE DO SUL. Corpo de Bombeiros Militar. **Resolução Técnica CBMRS n. 1: Diretrizes básicas de segurança contra incêndio**. Porto Alegre, 2024a.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 57.967, de 27 de dezembro de 2024**. Altera o Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014, que regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 27 dez. 2024b.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014.**

Regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 175, 11 set. 2014.

FERREIRA, Rodrigo Ligoski. **Análise da evolução normativa e estatística para com a prevenção contra incêndios no estado do Paraná.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 4., 2014, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: UTFPR, 2014.

SOUZA, Walter Pavão de. **Reação ao fogo dos materiais: uma avaliação dos métodos de projeto de saídas de emergência em edificações não industriais.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

FALCADE, Renato Antônio. **Projeto de proteção contra incêndio em edifício garagem na cidade de Porto Alegre.** 2013. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FIGUEIREDO, Vinicius Marcos. **Projeto preventivo contra incêndio: estudo de caso de uma edificação multifamiliar.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

KEHL, Laura. **Projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico em uma marcenaria no município de Campo Mourão – Paraná.** 2021. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

BARREIROS, Enrico Fernandes. **Análise de dimensionamento de hidrantes à luz dos regramentos de três corpos de bombeiros militares do Brasil.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

SANTOS, Luís Alberto de Oliveira. **O caso da Boate Kiss: passados seis anos, uma análise das causas e consequências.** 2019. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

NEGRISOLO, Walter. **Arquitetando a segurança contra incêndio.** 2011. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRAGANÇA, Sanderson Dias.; LUGNON, André Pimentel. **Prevenção e proteção de incêndio: definição terminológica e mudança de comportamento.** [S.l.]: [s.n.], 2022.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, Daniel Cavalcanti Brasil. **Dimensionamento e análise de hidrantes através de cálculo analítico e simulação numérica**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

SIMIANO, Lucas Frates; BAUMEL, Luiz Fernando Silva. **Módulo 6 – Prevenção e combate a incêndios**. 2013. Apostila interna. Disponível em: < <https://www.ifsc.edu.br/web/campus-garopaba> >. Acesso em: 12 jun. 2025.

SOUZA, Walter Nogueira de. **Reação ao fogo dos materiais: fundamentos, normas e ensaios**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio em edificações**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

NETO, Manoel Altivo da Luz. **Condições de segurança contra incêndio**. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Assistência à Saúde, Coordenação-Geral de Normas, 1995.

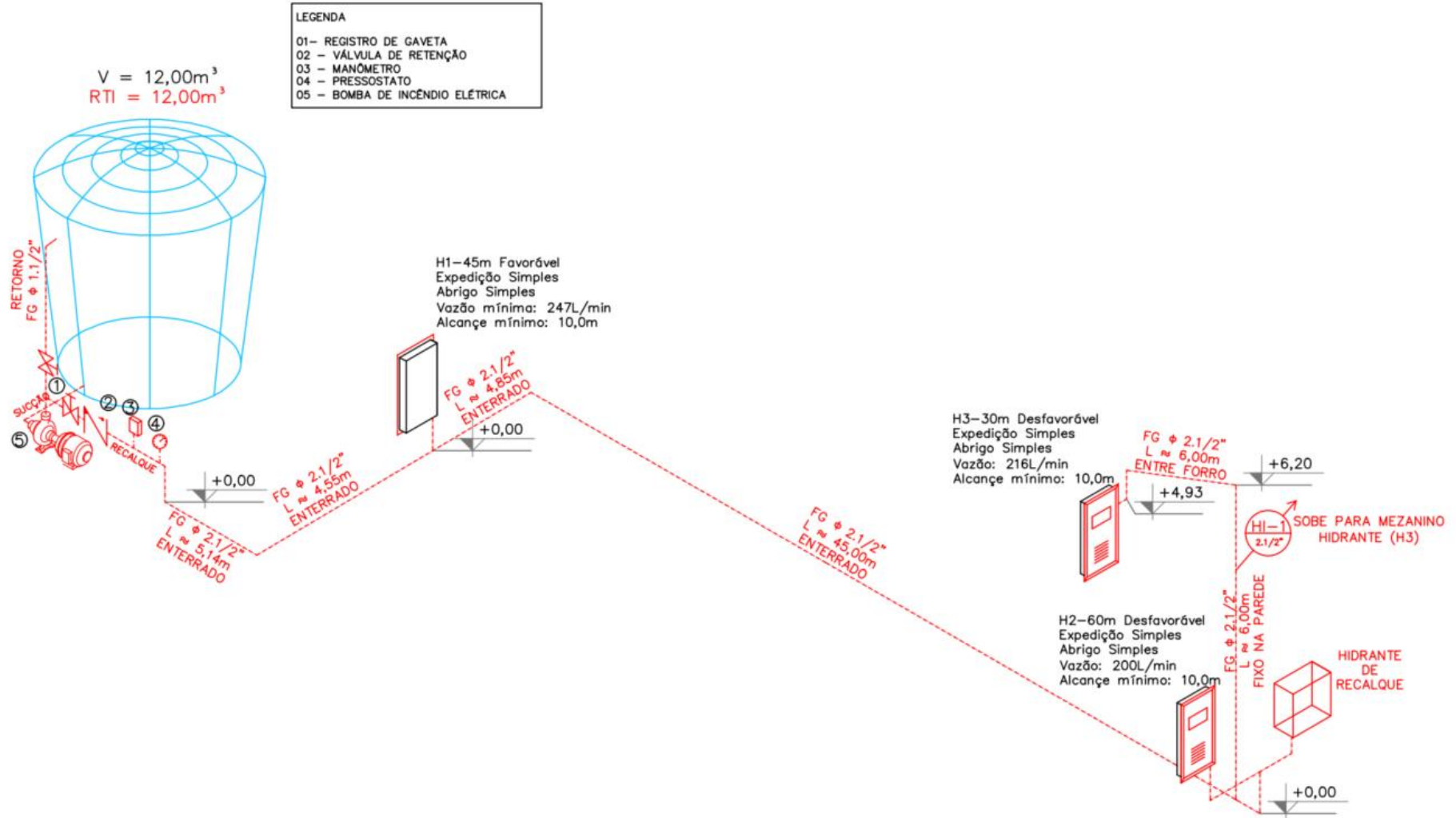
CBMSC. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **A história da segurança contra incêndio no CBMSC**. Florianópolis, s.d.. Disponível em: < <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/sci/apresentacao-sci> >. Acesso em: 13 nov. 2025.

CARVALHO, Éverton Oliveira de. **Análise do projeto técnico contra incêndio de uma escola de ensino médio**. 2019. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

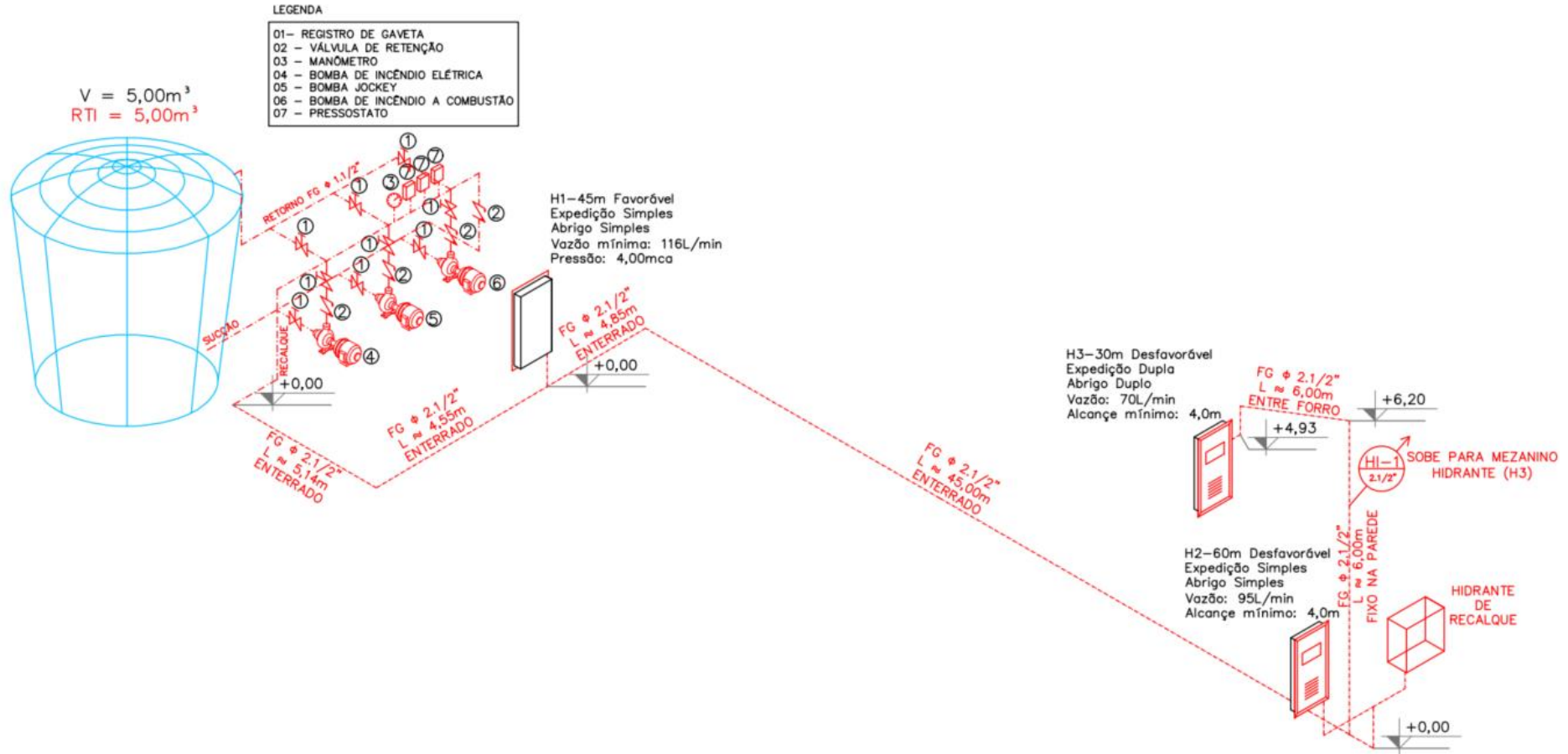
INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. **Notícias de incêndios estruturais no comércio crescem 27,9%**. Revista Insurance Corp, 12 abr. 2024. Disponível em: <https://insurancecorp.com.br/pt/2024/04/12/noticias-de-incendios-estruturais-no-comercio-crescem-279/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. **Incêndios estruturais batem recorde no Brasil em 2024**. Revista Veja, 16 jan. 2025. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar-economico/incendios-estruturais-batem-recorde-no-brasil-em-2024/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

APÊNDICE A- DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA O ESTADO DO PARANÁ



APÊNDICE B – DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA



APÊNDICE C – DETALHE ISOMÉTRICO DA REDE DE HIDRANTES PARA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

