

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

THOM NICOLAS WRUCK EWALD

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS HIDRÁULICOS PREVENTIVOS
CONFORME EXIGÊNCIA DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA
CATARINA

Joinville

2024

THOM NICOLAS WRUCK EWALD

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS HIDRÁULICOS PREVENTIVOS
CONFORME EXIGÊNCIA DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA
CATARINA

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil de Infraestrutura no
Centro Tecnológico de Joinville, da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Valéria Bennack

Joinville

2024

THOM NICOLAS WRUCK EWALD

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREVENTIVOS
CONFORME EXIGÊNCIA DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA
CATARINA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, no Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville (SC), 27 de junho de 2024.

Banca Examinadora:

Dra. Valéria Bennack
Orientadora/Presidente
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Dra. Amanara Potykytã de Sousa Dias Vieira
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Paula França de Oliveira
Membro
Vega Engenharia

RESUMO

Atualmente, o atendimento às normas de segurança contra incêndio e pânico no Brasil se faz obrigatório em praticamente todos os tipos de edificações multifamiliares, comerciais e industriais, sendo alvo de sistemática fiscalização por parte do Corpo de Bombeiros, que avalia o projeto e atesta as condições de segurança para liberação do alvará de funcionamento. Uma das medidas obrigatórias de prevenção e combate a incêndio ao tipo de edificação consiste na utilização de um sistema hidráulico preventivo através de uma rede de hidrantes ou mangotinhos. Uma vez que o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina permite que o responsável técnico escolha o método de medida a ser adotada para empreendimentos residenciais, este trabalho visa estabelecer as diferenças, vantagens e desvantagens dos dois diferentes sistemas para residências multifamiliares verticais, com o objetivo de auxiliar o responsável técnico na sua decisão sobre qual sistema utilizar. Para a obtenção dos resultados, elaborou-se uma busca na literatura, na Instrução Normativa 07 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e na Norma Brasileira, com o intuito de apresentar ambos os sistemas, realizar o seu dimensionamento durante a utilização e também a facilidade de manuseio.

Palavras-chave: Sistema hidráulico preventivo. Hidrantes. Mangotinhos.

ABSTRACT

Currently, compliance with fire safety regulations in Brazil is mandatory for practically all types of multifamily, commercial, and industrial buildings. These regulations are enforced through systematic inspections conducted by the Fire Department, which evaluates the project to ensure that safety standards are met before granting the operational permit. One of the mandatory fire prevention and fighting measures for this type of building involves the use of a preventive hydraulic system through a network of hydrants or hose reels. As the Military Fire Department of Santa Catarina allows the technical responsible party to choose the measurement method to be adopted for residential developments, this study aims to establish the differences, advantages, and disadvantages of the two different systems for vertical multifamily residences, with the goal of assisting the technical responsible party in making an informed decision about which system to implement. To obtain the results, a literature search was conducted, along with consultation of Instruction No. 07 of the Military Fire Department of Santa Catarina and the Brazilian Standard, in order to present both systems, determine their sizing during use, and assess ease of handling.

Keywords: Preventive hydraulic system. Hydrants. Hose reels

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Incêndio no Edifício Andraus.....	14
Figura 2 - Incêndio no Edifício Joelma.....	15
Figura 3 - Extinção por isolamento.....	17
Figura 4 - Extinção por abafamento.....	17
Figura 5 - Tipos de Mangueiras.....	22
Figura 6 – Lances de mangueiras para hidrantes.....	13
Figura 7 – Esguicho regulável para hidrantes.....	24
Figura 8 – Esguicho agulheta para hidrantes.....	24
Figura 9 – Esguicho regulável para mangotinhos.....	24
Figura 10 – Chave storz.....	25
Figura 11 – Abrigo hidrante ou mangotinho vermelho.....	26
Figura 12 – Abrigo hidrante ou mangotinho em vidro.....	26
Figura 13 – Válvula globo angular para hidrante.....	27
Figura 14 – Instalação hidrante com esguicho agulheta.....	27
Figura 15 – Válvula esfera para mangotinho.....	28
Figura 16 – Instalação mangotinho.....	29
Figura 17 – Instalação hidrante de reclaque.....	30
Figura 18 – Placa E6.....	31
Figura 19 – Placa E7.....	31
Figura 20 – Volume RTI.....	32
Figura 21 – Bomba principal elétrica	33
Figura 22 – Bomba reserva à combustão	34
Figura 23 – Bomba auxiliar jockey	34
Figura 24 – Classificação das ocupações	36
Figura 25 – Classificação carga de incêndio	36
Figura 26 – Quantidade hidrantes simultâneos	38
Figura 27 – Isométrico pontos mais desfavoráveis	39
Figura 28 – Fator K para esguicho agulheta.....	40
Figura 29 – Perda de carga em esguicho agulheta.....	42
Figura 30 – Comprimento equivalente de conexões	44
Figura 31 – Comprimento equivalente de válvulas	44
Figura 32 – Isométrico rede de mangotinhos	50

Figura 33 – Fator K para esguicho regulável	52
Figura 34 – Perda de carga em hidrantes e mangotinhos	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina;

IN – Instrução Normativa;

NSCI – Normas para a Segurança Contra Incêndio e Pânico;

PPCI – Projeto Preventivo Contra Incêndio e Pânico;

SC – Santa Catarina;

SHP – Sistema Hidráulico Preventivo;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conexões entre o ponto B e o 1º hidrante mais desfavorável.....	45
Tabela 2 – Conexões entre o ponto A e o ponto B.....	46
Tabela 3 – Conexões entre o ponto B e o 1º mangotinho mais desfavorável.....	54
Tabela 4 – Conexões entre o ponto A e o ponto B.....	55
Tabela 5 – Tempo para início de combate hidrantes.....	58
Tabela 6 – Tempo para início de combate mangotinhos.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo Geral	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. INCÊNDIOS HISTÓRICOS BRASILEIROS	13
2.2. FOGO.....	16
2.3. AGENTES EXTINTORES	17
2.4. LEGISLAÇÃO PREVENTIVA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM SANTA CATARINA	18
2.5. SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	20
2.6 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO E SEUS COMPONENTES	21
2.6.1 Tubulações	21
2.6.2 Mangueiras de incêndio	22
2.6.3 Esguichos	23
2.6.4 Chave storz	25
2.6.5 Abrigo de hidrante ou mangotinho	25
2.6.6 Hidrantes	26
2.6.7 Mangotinhos	27
2.6.8 Hidrante de recalque	29
2.6.9 Sinalização sistema hidráulico preventivo	30
2.6.10 Reserva técnica de incêndio	31
2.6.11 Bombas de incêndio	32
2.7. CARGA DE INCÊNDIO	34
2.8 COMPARATIVO ENTRE HIDRANTES E MANGOTINHOS	35
3. METODOLOGIA	36
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	36
3.2. DIMENSIONAMENTO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO	38
3.2.1 Exigências de projeto conforme IN07	38
3.2.2 Dimensionamento para rede de hidrantes	39
3.2.2.1 Dimensionamento no 1º hidrante mais desfavorável	41
3.2.2.2 Dimensionamento bomba rede de hidrantes	49

3.2.3 Dimensionamento para rede de mangotinhos	50
3.2.3.1 Dimensionamento no 1º mangotinho mais desfavorável	51
3.2.3.1 Dimensionamento bomba rede de mangotinhos	57
3.2.4 Manuseio rede de hidrantes	58
3.2.5 Manuseio rede de mangotinhos	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4.1. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO.....	61
4.2. USABILIDADE DOS SISTEMAS.....	61
5. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65
SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	67
APÊNDICES	68

1. INTRODUÇÃO

O setor de projetos e prevenção de combates a incêndio é de suma importância no ramo da construção civil, principalmente quando se considera as tragédias que ocorreram no mundo e deixaram inúmeras vítimas. A tragédia ocorrida em 2013 na Boate Kiss, em Santa Maria – Rio Grande do Sul, resultou em movimentações legislativas e da população para que, no Brasil, a legislação fosse modificada, resultando na Lei 13.425 de março de 2017, que foi chamada de Lei Kiss (BRASIL, 2017).

Atualmente, as normas de segurança contra incêndio no Brasil, seguem as premissas básicas que constam na Lei Kiss, porém, o Corpo de Bombeiros Militar de cada estado, que é o órgão responsável pela análise e vistoria das medidas de prevenção e combate a incêndio, pode criar regras mais restritivas do que constam na Lei Kiss. Portanto, cada estado possui sua lei, no caso de Santa Catarina são conhecidas como Instruções Normativas (IN) que ao todo são 33 (CBMSC, 2024).

A elaboração de Projetos de Prevenção e Segurança Contra Incêndio e Pânico (PPCI) tem como finalidade evitar incêndios e combatê-los de maneira mais rápida possível, a fim de minimizar os riscos e a propagação do fogo. Para Ferigolo (1977) as causas podem ser divididas em três grupos:

- Causas naturais: não dependem da vontade do homem. Ex: raios, terremotos ou combustão espontânea.
- Causas acidentais: curtos-circuitos, vazamentos de líquidos inflamáveis ou gás.
- Causas criminosas: fraudes para receber seguros ou queima de arquivos.

Um dos aspectos essenciais para o combate ao incêndio, além do dimensionamento correto dos sistemas preventivos, é a rapidez e a facilidade com o qual o público tem com a sua utilização, portanto a falta de conhecimento e complexidade quanto a utilização é um fator determinante para a segurança da edificação (BRENTANO, 2010).

Para o objeto de estudo deste trabalho, será dado foco a Instrução Normativa 07 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina - Sistema Hidráulico Preventivo, onde nesta IN consta sobre a utilização do sistema por hidrantes ou

mangotinhos. Desta forma, apresenta-se neste trabalho uma comparação entre os tipos de sistema hidráulicos preventivos com o objetivo de auxiliar o responsável técnico pelo imóvel para qual o tipo de sistema mais indicado para residenciais multifamiliares no estado de Santa Catarina.

Para a obtenção dos resultados, apresenta-se no trabalho o cálculo em relação ao dimensionamento hidráulico para cada um dos sistemas, e também a facilidade de usabilidade pelos brigadistas em cada uma das medidas, visto que uma das formas de combater um incêndio é a rapidez e facilidade que se tem em utilizar o equipamento.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Comparar por meio do dimensionamento e usabilidade os sistemas hidráulicos preventivos de hidrante ou mangotinho para uma edificação multifamiliar de 13 pavimentos, a fim de auxiliar qual sistema adotar no estado de Santa Catarina.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Classificar a edificação conforme Instruções Normativas do CBMSC;
- Detalhar os cálculos de dimensionamento dos sistemas de hidrante e mangotinho conforme exigência da IN07;
- Comparar os dois tipos de sistema sob o enfoque de usabilidade;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão abordados tópicos relativos à prevenção e combate a incêndio e pânico, mostrando o porquê da importância da execução de tais medidas. Sabe-se que a execução das medidas é de grande importância, especialmente quando se consideram as tragédias que ocorreram no mundo e causaram inúmeras fatalidades.

2.1. INCÊNDIOS HISTÓRICOS BRASILEIROS

Uma forma de evitar incêndios e estar preparado caso ocorram, é através da prevenção. Atualmente, existem leis que devem ser seguidas para a elaboração de projetos e liberação de alvarás de construção e funcionamento, que são vistoriados pelo Corpo de Bombeiros.

Até a década de 1970 pouco se comentava sobre a prevenção de incêndios em edificações, isto mudou quando dois grandes incêndios ocorreram em São Paulo (ONO, 2006). Ambos os incêndios forçaram a criação de leis a qual preveem estas catástrofes.

No dia 24 de fevereiro de 1972, um incêndio no Edifício Andraus (Figura 01), localizado na região central da cidade de São Paulo, matou 16 pessoas e deixou 375 feridos. O fogo iniciou no 5º pavimento, dos 31 existentes na edificação, e se espalhou rapidamente. Felizmente o prédio possuía um heliporto, o qual serviu de refúgio e possibilitou o resgate de 300 pessoas, e uma escada enclausurada que proporcionou a segurança para outras 200 até o fogo ser controlado, reduzindo assim o número de vítimas fatais (PEREIRA, 2007).

Figura 01 – Incêndio no Edifício Andraus



Fonte: Seito (2008, p. 23).

Outro incêndio marcante para a legislação brasileira, foi a do edifício Joelma (Figura 02). O prédio ficava também na região central da cidade de São Paulo, e era composto por salas comerciais no total de 25 pavimentos. No dia 1º de fevereiro de 1974, um curto-circuito em um aparelho de ar-condicionado iniciou o fogo na edificação, o qual não demorou muito para espalhar. Diferente do Edifício Andraus, este não possuía escada enclausurada nem heliporto, a única medida para conter o fogo era a rede de hidrantes, o qual não foi possível sua utilização devido ao abastecimento de água para a rede preventiva estava desligada. Devido as condições, o resgate da população ficou inviável, onde muitos tentaram fugir para o terraço, porém morreram carbonizadas. A tragédia ao todo deixou 179 mortos e cerca de 300 pessoas feridas (MENDONÇA, 2014).

Figura 02 – Incêndio no Edifício Joelma



Fonte: Seito (2008, p.24).

Apesar destes dois acidentes terem incentivado a criação de leis de prevenção e combate a incêndio, ainda existiam falhas no processo de elaboração e vistorias, e em decorrência disso no ano de 2013 tivemos outro grande incêndio que marcou o país (MENDONÇA, 2014).

No dia 27 de janeiro de 2013, uma casa noturna conhecida como Boate Kiss, localizada na cidade de Santa Maria no Rio Grande do Sul, deixou 241 vítimas fatais e cerca de 123 feridas. No dia da tragédia, a boate excedeu o limite de público estabelecido pelo Corpo de Bombeiros, onde na noite do incêndio segundo a perícia o público era de 769 pessoas, e a capacidade máxima era de 691 conforme legislação, e através de depoimentos da polícia local, chegou-se à conclusão de que tinha em torno de mil pessoas na boate. O incêndio iniciou após a banda que estava se apresentando, utilizar um artefato pirotécnico e este artefato gerar uma faísca que quando em contato com o forro, que era composto por um material altamente inflamável, deu início a tragédia (MENDONÇA, 2014).

Segundo a perícia, a vistoria para emissão do alvará de funcionamento do Corpo de Bombeiros deixou passar despercebido cerca de 11 falhas, entretanto foram realizadas alterações na casa após a vistoria que agravaram a situação na noite do incêndio, como o fechamento de janelas da boate, redução das saídas de emergência e a instalação de mantas de espuma para o isolamento acústico. A espuma proporcionou uma rápida propagação do incêndio, liberando uma fumaça negra de gases tóxicos, e devido a redução das saídas de emergência houve

tumulto para o abandono do local, além da má sinalização da rota de fuga fez com que pessoas procurassem um refúgio nos banheiros (MENDONÇA, 2014).

2.2. FOGO

Sob o ponto de vista da segurança, todas as edificações estão sujeitas a incêndio, que, independentemente da causa do acidente, pode resultar em perdas de vidas humanas, bens materiais e patrimônios. Portanto, para uma proteção eficaz contra incêndios, deve-se entender toda a mecânica do fogo e como ele se comporta no ambiente em que está inserido (BRENTANO, 2010).

Devido às grandes concentrações populacionais nas grandes cidades, edificações cada vez mais altas e próximas umas das outras, tem-se um maior risco de casos de incêndio se comparado com décadas passadas (BRENTANO, 2010).

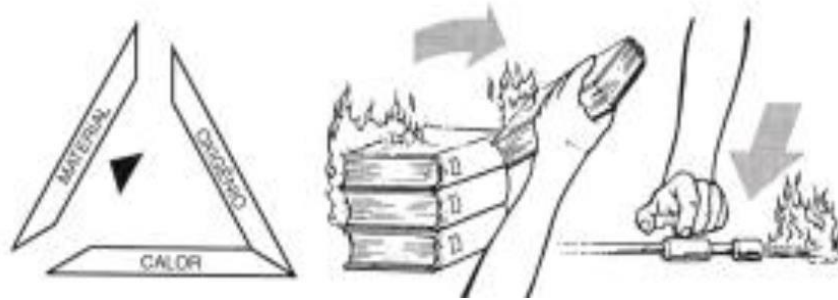
“O fogo sempre irá conviver com o homem, por isso ambos devem viver em harmonia e, para que isso aconteça, ele deve ser controlado para que esta relação não seja quebrada” (BRENTANO, 2010, p. 89).

O fogo consiste em uma reação química que provoca uma fonte de calor e luz através de processo denominado combustão, uma combustão rápida entre um material combustível sólido, líquido ou gasoso e o oxigênio do ar (BATISTA E CAMILO JUNIOR, 2012).

De acordo com Brentano (2010), sempre que se deseja extinguir o fogo, que pode vir a se tornar uma ameaça de incêndio, deve-se neutralizar um dos seus três elementos, interrompendo a reação química em cadeia. Os métodos são classificados em:

- Extinção por isolamento: Trata-se da retirada do material combustível do alcance de outros materiais (Figura 03) que possam aumentar o nível do incêndio.

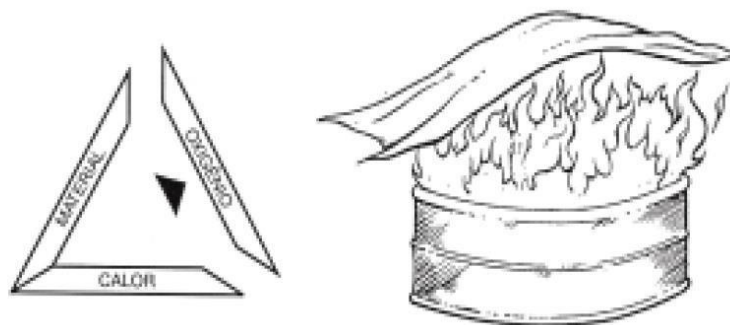
Figura 03 – Extinção por isolamento



Fonte: Brentano (2010, p. 36).

- Extinção por abafamento: Esse método consiste no impedimento do contato do oxigênio com o material combustível (Figura 04).

Figura 04 – Extinção por abafamento



Fonte: Brentano (2010, p.38).

- Extinção por resfriamento: Método para diminuição da temperatura e eliminação do calor, até que o combustível não gere mais gases.
- Extinção química: Método para interromper a reação em cadeia através do lançamento de agentes extintores de fogo, onde as moléculas do agente se dissociam pela ação do calor, e ao entrar em contato com a mistura inflamável, formam uma nova mistura não inflamável.

2.3. AGENTES EXTINTORES

De acordo com Batista e Camilo Junior (2012) agentes extintores são as substâncias químicas utilizadas para extinguir um incêndio, podendo ser

encontradas nas formas líquida, sólida ou gasosa. São substâncias presentes nos sistemas preventivos de incêndio como extintores, hidrantes e chuveiros automáticos. Atualmente, possuímos quatro classes principais de agentes extintores, são eles:

- Água: É o principal agente extintor. Explica-se pelo fato de ser um elemento amplamente difundido na natureza e por ser a melhor forma de combate ao fogo, agindo pelo método de resfriamento.
- Espuma: Age por abafamento, devido à água presente na substância. Possui maior utilização em líquidos inflamáveis por ser mais leve que o ar, impedindo o contato do ar com este tipo de líquido.
- Gases inertes: Utilizado por abafamento principalmente de materiais e componentes elétricos e energizados, por exemplo o gás carbônico.
- Pó químico seco: Utilização mais comum em extintores de incêndio a nível residencial é uma alternativa de extinção química tanto para líquidos inflamáveis quanto para equipamentos eletrônicos, apesar de não ser o método mais aconselhado uma vez que o pó danifica os aparelhos.

2.4. LEGISLAÇÃO PREVENTIVA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM SANTA CATARINA

Após o incêndio na Boate Kiss as leis preventivas contra incêndio e pânico em Santa Catarina passaram por revisões e foram atualizadas no ano de 2014 (CBMSC, 2024).

De acordo com o CBMSC – IN 01 (2024), as normas que compõem a legislação estadual têm como objetivo a padronização dos procedimentos e requisitos mínimos de segurança contra incêndio e pânico para os imóveis fiscalizados pelo CBMSC, através da determinação de Normas para a Segurança Contra Incêndios e Pânico (NSCI) no Estado de Santa Catarina, para a proteção de pessoas e seus bens.

A legislação é composta por 31 IN's, sendo que uma delas foi revogada, as quais estão em vigor no estado de Santa Catarina, desde 2014. As IN's que constituem essa legislação são:

- IN 01: Procedimentos administrativos,
- IN 02: Infrações administrativas,
- IN 03: Carga de incêndio,
- IN 04: Manutenção dos sistemas preventivos,
- IN 05: Edificações existentes e recentes,
- IN 06: Sistema preventivo por extintores,
- IN 07: Sistema hidráulico preventivo,
- IN 08: Instalações de gás combustível,
- IN 09: Sistema de saídas de emergência,
- IN 10: Sistema de controle de fumaça,
- IN 11: Sistema de iluminação de emergência,
- IN 12: Sistema de detecção e alarme de incêndio,
- IN 13: Sinalização para abandono de local,
- IN 14: Tempo de resistência ao fogo, compartimentação e isolamento de risco,
- IN 15: Sistema de chuveiros automáticos (sprinklers),
- IN 18: Controle de materiais de acabamento e revestimento,
- IN 19: Instalações elétricas de baixa tensão,
- IN 20: Uso e armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis,
- IN 21: Símbolos gráficos para PPCI,
- IN 22: Pátio de contêiners,
- IN 24: Eventos temporários,
- IN 25: Rede pública de hidrantes,
- IN 26: Locais onde a liberdade de pessoas sofre restrições,
- IN 27: Prevenção em espetáculos pirotécnicos,
- IN 28: Brigada de incêndio,
- IN 29: Comercialização de gás combustível e armazenamento de recipientes transportáveis de GLP,
- IN 30: Fogos de artifícios, explosivos e munições,
- IN 31: Plano de emergência,
- IN 33: Piscinas e áreas recreativas com opção aquática de lazer,
- IN 34: Estufas de secagem e silos,
- IN 35: Acesso de viaturas.

2.5. SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Os sistemas hidráulicos de prevenção e combate a incêndio (SHP) em edificações residenciais multifamiliares são exigidos de acordo com a área total construída e com a diferença de altura entre o piso do último pavimento habitável com o piso de descarga (CBMSC, 2024).

Segundo Brentano (2010), podemos definir o sistema hidráulico preventivo como um sistema formado por uma rede de canalização e abrigos ou caixas de incêndio, que contêm tomadas de incêndio com uma ou duas saídas de água, válvulas de bloqueio, mangueiras de incêndio, esguichos e outros equipamentos, instalados em pontos estratégicos da edificação, a partir dos quais seus ocupantes fazem manualmente o combate ao foco de incêndio.

A quantidade de hidrantes ou mangotinhos em uma edificação é determinada pela cobertura proporcionada pelas mangueiras. Os pontos devem ser definidos de tal maneira que qualquer área da edificação seja atendida pelo esguicho, considerando o trajeto real da mangueira. No caso das edificações residenciais multifamiliares, exige-se no mínimo um hidrante ou mangotinho por pavimento (BRENTANO, 2010).

Brentano (2010, p 104-106), apresenta uma lista de vantagens do sistema de mangotinhos em relação ao sistema de hidrantes. São eles:

- Sua operação é mais simples, mais rápida e mais fácil que a do sistema de hidrantes;
- Permite o combate imediato devido ao mangotinho e seu esguicho estarem permanentemente acoplados, sempre prontos para serem operados;
- Pode ser operado por somente uma pessoa sem maiores dificuldades, desde que tenha recebido um mínimo de treinamento;
- Com esguicho regulável sua ação sobre o foco do incêndio é mais eficaz;
- Pode ser usado sem estar todo desenrolado;
- Apresenta menos problemas de manutenção e tem durabilidade maior;

2.6 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO E SEUS COMPONENTES

Uma das medidas de combate a incêndio é através do sistema hidráulico preventivo (SHP), onde a medida consiste com a utilização da água como agente combatente, e para utilização dela, precisam ser previstos na edificação uma local que a armazene, um conjunto de motobombas que é responsável para garantir uma pressão e vazão mínima no ponto de aplicação, além da tubulação e seus acessórios. Por fim, existem dois equipamentos que podem ser utilizados para o devido fim, o hidrante ou o mangotinho.

Para correta utilização do sistema hidráulico preventivo no estado de Santa Catarina, deve-se seguir as premissas da IN07. Conforme norma, o SHP é composto no mínimo pelos seguintes equipamentos: tubulações; mangueiras de incêndio; esguichos; abrigos de mangueira para hidrantes ou mangotinhos; hidrantes e/ou mangotinhos; hidrante de recalque (CBMSC, 2024).

A seguir é detalhado todos os equipamentos relacionados ao sistema hidráulico preventivo conforme consta na IN07 do CBMSC.

2.6.1 Tubulações

Trata-se do conjunto de tubos, conexões e equipamentos destinados a conduzir a água, desde a reserva técnica de incêndio até os hidrantes ou mangotinhos. (ABNT, 2000).

Conforme especificado pela IN07, a tubulação do sistema deve ser metálica com diâmetro mínimo de 65mm (2.1/2”), e deve possuir uma resistência mínima de 15 kgf/cm² (150 m.c.a), além de estanqueidade e estabilidade mecânica nas emendas para não prejudicar o funcionamento do sistema em casos de incêndio e não podendo sofrer comprometimento de desempenho se exposto ao fogo.

As tubulações, conexões e válvulas sempre que aparentes devem ser pintadas em cor vermelha (CBMSC, 2024).

Toda a tubulação deve ser fixada nos elementos estruturais da edificação através de suporte metálico rígido e espaçado em no máximo 4 metros, de modo

que cada ponto de fixação resista a cinco vezes a massa do tubo cheio de água mais 100kg (CBMSC, 2024).

2.6.2 Mangueiras de incêndio

Conforme orientado pela IN07 (Figura 05), a escolha do tipo de mangueira depende do seu local de uso e da condição de aplicação.

Figura 05 – Tipos 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: IN07 CBMSC (2024).

Através da tabela, é possível identificar que as mangueiras para hidrantes devem ser no mínimo flexíveis, de borracha e com reforço têxtil, além de possuir um diâmetro de 40mm (1 ½').

As mangueiras para hidrante devem ser acondicionadas em zigue-zague ou aduchadas, dentro de abrigo, permitindo sua utilização com facilidade e rapidez, além de serem flexíveis, com junta de união tipo rosca x storz, sendo que as linhas de mangueiras devem ser compostas por lances, onde estes lances relacionam-se com o comprimento máximo que as mangueiras unidas podem atender, conforme figura 06 (CBMSC, 2024).

Figura 06 – Lances de mangueiras para hidrantes

Comprimento máximo da linha de mangueiras	Lances de mangueiras	Aplicação
Até 25 m	Lance único de 15, 20 ou 25 m	Em qualquer situação.
30 m	15 + 15 m	
35 m	15 + 20 m	Apenas se: a) a instalação do hidrante for externa à edificação; ou b) o hidrante do pavimento térreo atender a salas comerciais com saída para o logradouro; ou c) o hidrante do pavimento térreo atender área em pilotis; ou d) em edificações do grupo A2, somente nos pavimentos tipo com hall/corredor de área máxima 12 m ² .
40 m	20 + 20 m	
45 m	15 + 15 + 15 m	
50 m	15 + 15 + 20 m	
55 m	15 + 20 + 20 m	
60 m	20 + 20 + 20 m	
60 m	15 + 15 + 15 + 15 m	

Fonte: IN07 CBMSC (2024).

Sempre que a linha de mangueira for em lance único a mangueira deve estar conectada ao hidrante e ao esguicho, e quando for composta por mais de um lance elas não devem estar conectadas entre si, nem ao hidrante e nem ao esguicho (CBMSC, 2024).

Para mangotinhos, as mangueiras devem ser semirrígidas, de borracha e com reforço têxtil, possuir um diâmetro de 25mm (1”), ser em lance único e com comprimento máximo de 30m (CBMSC, 2024).

A mangueira para mangotinho deve ser acondicionada enrolada, em carretel fixo ou móvel, dentro de abrigo, permitindo sua utilização com facilidade e rapidez (CBMSC, 2024).

2.6.3 Esguichos

Trata-se de um dispositivo acoplado na extremidade da mangueira com função de dar forma, direção e controle do jato de água (ABNT, 2000).

De acordo com a Instrução Normativa 07 do estado de Santa Catarina, para hidrantes, dependente da classificação do imóvel, podem ser utilizados esguichos reguláveis (Figura 07) ou agulhetas (Figura 08). Já para mangotinhos existe apenas a opção de esguicho regulável (Figura 09).

Figura 07 – Esguicho regulável para hidrantes



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 08 – Esguicho agulheta para hidrantes



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 09 – Esguicho regulável para mangotinhos



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

2.6.4 Chave storz

Conforme exigência da IN07 quando utilizado o sistema de hidrantes na edificação, o mesmo sempre deve dispor de uma chave de engate rápido para a mangueira de incêndio, sendo está a chave storz (Figura 10) a qual tem como função auxiliar o engate e o desengate das mangueiras ao ponto do hidrante (CBMSC, 2024).

Figura 10 – Chave storz



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

2.6.5 Abrigo de hidrante ou mangotinho

O abrigo para hidrantes ou mangotinhos tem por objetivo ser o local de abrigo de todos os equipamentos até aqui citados, ou seja, no abrigo devem ser acondicionados os seguintes equipamentos: chave storz, mangueira de incêndio, esguicho e hidrante ou mangotinho (ABNT, 2000).

A porta do abrigo de hidrante ou mangotinho deve ser em material metálico na cor vermelha (Figura 11) ou em vidro temperado liso, transparente, incolor e sem película (Figura 12), além de ser sinalizado com a inscrição incêndio (CBMSC, 2024).

Figura 11 – Abrigo hidrante ou mangotinho vermelho



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 12 – Abrigo hidrante ou mangotinho em vidro



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

2.6.6 Hidrantes

Para os hidrantes devem ser utilizadas válvulas de abertura do tipo angulares (Figura 13) com diâmetro mínimo de 65mm (2.1/2"), sendo a altura de instalação do seu centro geométrico entre 1,00 a 1,50m do piso acabado, além de na sua ponta conter um adaptador rosca x storz com saída de 40mm (1 1/2") para engate da mangueira (CBMSC, 2024).

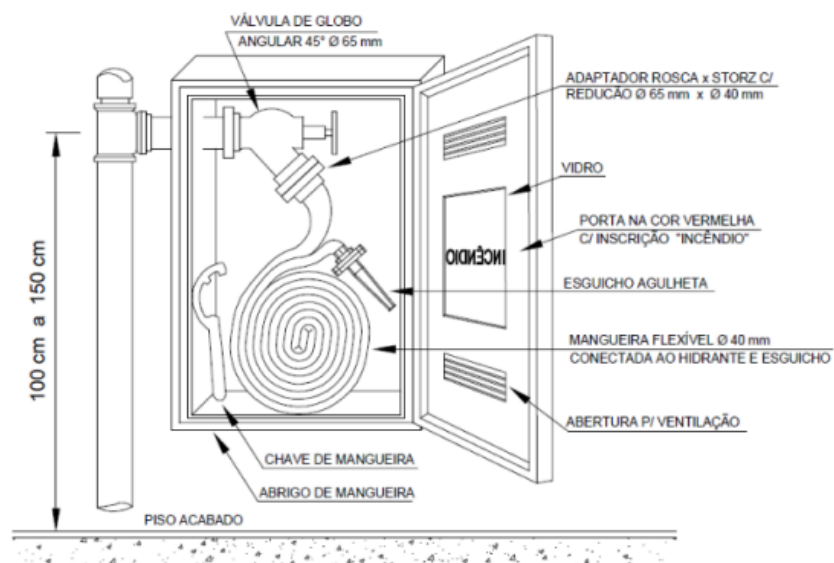
Figura 13 – Válvula de globo angular para hidrante



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Abaixo (Figura 14) apresentado o sistema completo de como deve ser instalado seguindo todas as premissas da IN07 conforme já detalhado quando utilizado a rede de hidrantes.

Figura 14 – Instalação hidrante com esguicho agulheta



Fonte: IN07 CBMSC (2024).

2.6.7 Mangotinhos

Mangotinho é um sistema constituído por tomadas de incêndio, com saída de água contendo válvula de abertura rápida (Figura 15), permanentemente acoplada a

uma mangueira semirrígida, com um esguicho regulável conectado na extremidade. A válvula de abertura rápida deve ser do tipo esfera e com diâmetro mínimo de 25mm (1") (CBMSC, 2024).

O mangotinho assim como o hidrante, deve ter o seu centro geométrico entre 1,00 a 1,50m do piso acabado (CBMSC, 2024).

Um das exigências da IN07 é que quando utilizado a rede de mangotinhos, junto ao ponto de mangotinho deve ser instalado uma válvula globo angular com o adaptador rosca x storz para mangueiras de 40mm (1 ½"), sendo esta válvula exclusiva para uso pelo Corpo de Bombeiros, onde esta válvula deve ficar a uma altura entre 0,60 a 1,50m do piso acabado (CBMSC, 2024).

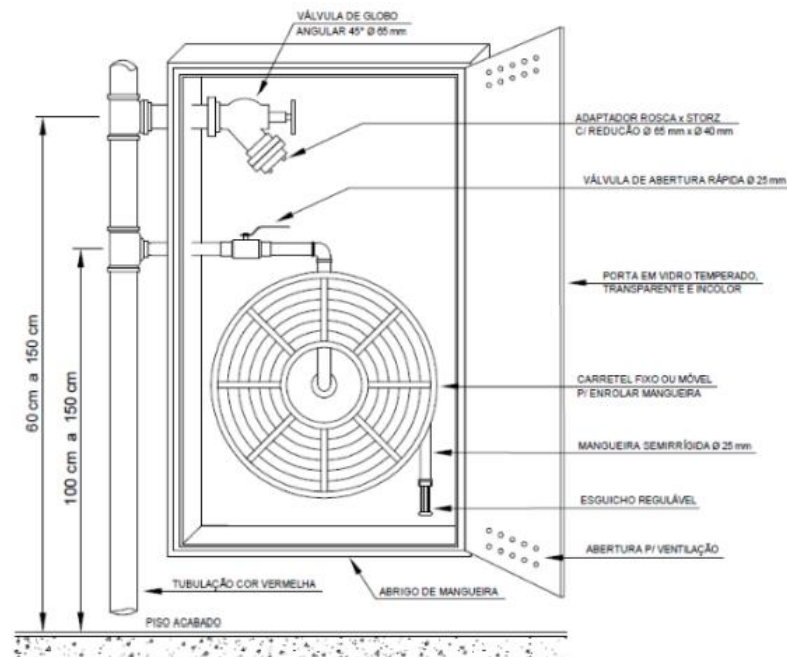
Figura 15 – Válvula de esfera para mangotinho



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Abaixo (Figura 16) apresentado o sistema completo de como deve ser instalado seguindo todas as premissas da IN07 conforme já detalhado quando utilizado a rede de mangotinhos.

Figura 16 – Instalação mangotinho



Fonte: IN07 CBMSC (2024).

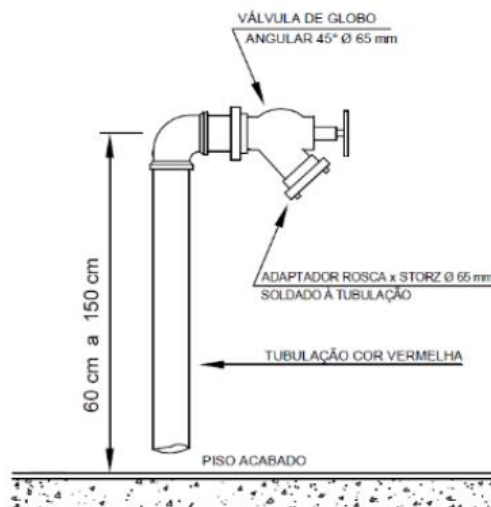
2.6.8 Hidrante de recalque

Todo sistema hidráulico preventivo deve ser dotado de um dispositivo de recalque, que consiste em um prolongamento da tubulação até a fachada ou muro de divisa da edificação, sendo esse ponto chamado de hidrante de recalque (ABNT, 2000).

O hidrante de recalque tem a finalidade do Corpo de Bombeiro engatar a mangueira da viatura de combate a incêndio e com isso abastecer toda a rede hidráulica de preventiva para facilitar no combate ao incêndio no ponto de sinistro através do hidrante ou mangotinho mais próximo (ABNT, 2000).

No hidrante de recalque deve ser previsto uma válvula de globo angular com adaptador rosca x storz soldado a válvula, o engate para mangueira voltado para baixo e um tampão cego com corrente na ponta da válvula, além de ser instalado a uma altura de 0,60 a 1,50m, conforme figura 17 (CBMSC, 2024).

Figura 17 – Instalação hidrante de recalque



Fonte: IN07 CBMSC (2024).

2.6.9 Sinalização sistema hidráulico preventivo

As sinalizações de emergência têm a finalidade de reduzir o risco de incêndio, alertando os riscos existentes e garantir que as ações tomadas sejam adequadas de acordo com a situação. Servem para orientar as rotas de fuga seguras em caso de incêndio e facilitar a localização dos equipamentos de combate (ABNT, 2000).

As sinalizações de equipamentos de combate a incêndio devem ser instaladas a uma altura de 1,80 m do piso acabado até a base da sinalização. Para áreas residenciais e circulação comum, necessita-se apenas da placa conforme padrão da norma, mas em casos de os equipamentos estarem dispostos em garagens, áreas fabris e depósitos, há necessidade da sinalização de piso também (CBMSC, 2024).

São dois tipos de placas que podem ser utilizadas para sistemas hidráulicos preventivos, de acordo com o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2024), todas elas devem ter dimensão quadrada, pictograma fotoluminescente e fundo vermelho:

- E6 - Mangotinho: Indicação da localização de mangotinhos, conforme figura 18;
- E7 - Abrigo de mangueira e hidrante: Indicação do abrigo da mangueira de incêndio com ou sem hidrante no seu interior, conforme figura 19;

Figura 18 – Placa E6



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 19 – Placa E7



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

2.6.10 Reserva técnica de incêndio

A reserva técnica consiste num volume de água exclusivo do sistema hidráulico preventivo previsto para permitir o primeiro combate ao incêndio por um determinado tempo. Após esse tempo, considera-se que o Corpo de Bombeiros atuará no combate, utilizando rede pública ou caminhões tanque (ABNT, 2000).

De acordo com norma do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2024), o volume de RTI varia em função da carga de incêndio e área construída de uma edificação, como mostra a figura 20.

Figura 20 – Volume RTI

Carga de Incêndio	Área ≤ 2.500m ²	2.500m ² < Área ≤ 5.000m ²	5.000m ² < Área ≤ 10.000m ²	10.000m ² < Área ≤ 25.000m ²	25.000m ² < Área ≤ 50.000m ²	Área > 50.000m ²
≤ 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 ≤ 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: IN07 CBMSC (2024).

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2024), exige que a reserva técnica de incêndio seja acoplada em reservatório que além da RTI contenha volume do consumo, para assim sempre haver um fluxo constante de líquido. Vale lembrar que esse volume de RTI não precisa ser exclusivo, ou seja, caso a edificação contenha um volume de consumo maior que o exigido como reserva técnica, esse volume pode ser considerado, não sendo necessário realizar a soma do volume de consumo mais o de RTI para o volume total do reservatório.

Como a reserva técnica de incêndio será utilizado durante um sinistro, o reservatório que realiza o armazenamento deve ter uma resistência ao fogo de 2 horas, caso não seja possível garantir essa proteção ao fogo o reservatório deve ser construído em um local que contenha essa resistência ao fogo de duas horas (CBMSC, 2024).

2.6.11 Bombas de incêndio

Caso a ação da gravidade não seja suficiente para atender o mínimo de vazão e pressão nos hidrantes, será necessário o auxílio de bombas (ABNT, 2000).

Seguindo as premissas da norma, a quantidade de bombas depende do tipo de instalação do reservatório que contém a reserva técnica de incêndio. Caso o reservatório esteja ao nível do solo, é exigido a utilização de três bombas, uma delas possui a função de bomba principal (Figura 21) que deve ser ligada a rede elétrica, uma bomba com fonte de energia reserva (Figura 22), sendo está ligada a um gerador ou podendo ser a combustão e uma bomba jockey (Figura 23), ligada a rede elétrica que tem a função de manter a rede pressurizada caso haja algum vazamento em situações sem sinistros afim de evitar que a bomba principal não seja acionada (CBMSC, 2024).

Caso a instalação do reservatório seja em nível elevado a rede de hidrantes, a norma exige que tenha apenas a bomba principal elétrica e uma bomba com fonte reserva, não sendo necessário a utilização da bomba jockey, pois a gravidade já realiza a função que a bomba jockey exerceria (CBMSC, 2024).

As bombas assim como o reservatório, serão acionadas em momentos de sinistros, e devido a isso o local de instalação das bombas também deve possuir uma resistência ao fogo de 2 horas (CBMSC, 2024).

Figura 21 – Bomba principal elétrica



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 22 – Bomba reserva a combustão



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

Figura 23 – Bomba auxiliar jockey



Fonte: Zeus do Brasil (2024).

2.7. CARGA DE INCÊNDIO

A carga de incêndio, carga térmica ou carga de fogo é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão de todos os materiais em um ambiente (ABNT, 2000).

Logo é um fator determinante no tipo e dimensionamento do sistema hidráulico preventivo de uma edificação, é com relação a carga de incêndio (q), onde conforme IN03 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2024), temos cinco classificações, são elas:

- Carga de incêndio desprezível: $q \leq 100 \text{ MJ/m}^2$;
- Carga de incêndio baixa: $100 < q \leq 300 \text{ MJ/m}^2$;
- Carga de incêndio média: $300 < q \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$;
- Carga de incêndio alta: $1200 < q \leq 2280 \text{ MJ/m}^2$;
- Carga de incêndio altíssima: $q > 2280 \text{ MJ/m}^2$;

2.8 COMPARATIVO ENTRE HIDRANTES E MANGOTINHOS

De acordo com Brentano (2010) como o objetivo do sistema hidráulico preventivo é a segurança contra incêndio e pânico dos ocupantes de uma edificação a escolha do sistema por mangotinho é evidente, pois é um sistema instalado para ser operado pelos ocupantes da edificação, diferente do sistema por hidrantes.

O sistema de mangotinhos em carretéis é considerado de tão relevante importância que pode prescindir do uso de extintores de incêndio no local, porque o primeiro combate ao foco do fogo é feito por ele, cuja ação é constante, mais prolongada e de maior vazão, portanto mais efetiva que a de um extintor de incêndio (BATISTA E CAMILO JUNIOR, 2012).

No estado do Rio Grande do Sul devido a facilidade de manuseio do sistema de mangotinhos, ele já é adotado há bastante tempo quando comparado ao sistema por hidrantes (TOMINA, 2002).

Brentano (2010) compara os dois tipos de sistema e apresenta as seguintes vantagens do sistema por mangotinhos: sua operação é mais simples, rápida, fácil e menos perigosa; permite o combate imediato ao fogo, porque o mangotinho e o seu esguicho estão permanentemente acoplados; pode ser operado por uma só pessoa sem maiores dificuldades mesmo que não tenha recebido o mínimo de treinamento; não necessita de um espaço físico grande para ser posto em operação; pode ser usado sem estar totalmente desenrolado; como o esguicho é sempre regula'vel, o combate ao incêndio é mais eficaz; apresenta menos problemas de manutenção; tem durabilidade maior;

3. METODOLOGIA

Este trabalho se baseia por meio de pesquisa aplicada, visto que busca gerar conhecimento para aplicação prática dirigida à solução de um problema específico.

Para a elaboração deste trabalho foram efetuadas pesquisas sobre conceitos relacionados ao fogo, a como um foco de incêndio alastra-se, a prevenção e ao combate a incêndios.

Foram realizados estudos a partir das normas brasileiras de prevenção contra incêndio, bem como a partir das normas de procedimentos técnicos vigentes do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, onde definem-se os parâmetros para os diferentes tipos de sistemas preventivos de incêndio que visam a aprovação dos projetos contra incêndio e pânico no estado.

O estudo foi realizado para uma edificação residencial multifamiliar de 13 pavimentos levando em consideração os dois diferentes tipos de sistema hidráulico preventivo de incêndio: Tipo 1 (Rede de Mangotinhos), e Tipo 2 (Rede de hidrantes).

Diante dessas informações, este trabalho propôs:

- a) Fundamentação teórica do assunto discutido, para uma melhor compreensão dos itens abordados;
- b) Conceituação geral do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos e do sistema hidráulico preventivo por hidrantes, bem como as particularidades de cada sistema definido por norma;
- c) Estudo dos dois tipos de sistema hidráulico preventivo, apresentando os resultados e comparando-os sob aspectos de usabilidade;
- d) Conclusões acerca dos resultados obtidos pelos cálculos;

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O primeiro passo para se realizar corretamente o dimensionamento das medidas contra incêndio e pânico de uma edificação é realizar a classificação do imóvel conforme IN01 parte 02, onde a mesma deve ser classificada de acordo com seu uso. Além da classificação quanto ao uso, o imóvel deve ser classificado quanto a sua altura descendente ou ascende, isto é, qual é altura do pavimento mais

distante onde possa haver permanência de pessoas até o pavimento onde há acesso para o exterior (pavimento de descarga), sejam estes pavimentos acima ou abaixo do pavimento de descarga.

Conforme figura 24 a edificação residencial em estudo é classificada como A-2 – Multifamiliar Vertical.

Figura 24 – Classificação das ocupações



Anexo A - Ocupações

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS OCUPAÇÕES

Grupo	Ocupação	Divisão	Descrição	Destinação
A	Residencial	A-1	Multifamiliar horizontal e unifamiliar	Condomínios horizontais, casas geminadas/conjugadas e residências unifamiliares mistas
		A-2	Multifamiliar vertical	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais)
		C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Açougue, artigos de metal ou vidro, bijuterias, louças, artigos hospitalares, eletrodomésticos, açougue, verdureiras, floricultura, automóveis, bebidas fermentadas (vinhos, cervejas) outros

Fonte: IN Parte 02 CBMSC (2024).

Após a classificação do imóvel quanto a sua ocupação, o próximo passo é classificar quanto a sua carga de incêndio, conforme já detalhado anteriormente, através da IN03 tem-se cinco tipos de classes de incêndio, onde a edificação em questão A-2 enquadra-se no risco leve de 300 MJ/m², conforme figura 25.

Figura 25 – Classificação carga de incêndio



Anexo A - Cargas de incêndio específicas por ocupação (método probabilístico)

Grupo	Divisão	Destinação	Carga de incêndio específica [MJ/m ²]
A	A-1	todas	300
	A-2	todas	300
	A-3	todas	300
B	B-1	Campings	300
		todas as demais	500
	B-2	todas	500
		Açougue	40

Fonte: IN03 CBMSC (2024).

3.2. DIMENSIONAMENTO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

O cálculo do sistema hidráulico preventivo, apesar de amplamente exigido por todo o país, não possui uma norma definida que traz uma proposta de memória de cálculo detalhada, exceto a Instrução Normativa de 2014 que trazia uma metodologia de cálculo e utilizava a formulação de Hazen-Williams como desenvolvimento. Portanto para desenvolvimento do cálculo, foram utilizadas referências bibliográficas que utilizam a formulação de Hazen-Williams como dimensionamento de redes hidráulica, além da Instrução Normativa 07 de 2014.

3.2.1 Exigências de projeto conforme IN07

Com relação a posição, a legislação do estado de Santa Catarina exige que os hidrantes ou mangotinhos estejam localizados na área de circulação comum dos pavimentos, além de estarem localizados a não mais de cinco metros da porta de acesso da edificação no pavimento térreo, e nos demais pavimentos a não mais de cinco metros da escada do andar.

Já com relação a quantidade, a norma exige que exista ao menos um hidrante ou mangotinho por pavimento, caso seja necessário devido ao comprimento de mangueiras podendo haver mais de um.

E por fim, a pressão e vazão do sistema, é definido pela quantidade de hidrantes ou mangotinhos que a edificação possui e pela sua carga de incêndio, pois a quantidade de hidrantes ou mangotinhos define quantos pontos estarão em uso simultâneo. A Figura 26 apresenta essa relação.

Figura 26 – Quantidade de hidrantes simultâneos

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: IN07 CBMSC (2024).

3.2.2 Dimensionamento para rede de hidrantes

Conforme pranchas apresentadas nos apêndices para o empreendimento em estudo conforme figura 26 pode-se considerar como classificação Tipo 1, pois a edificação residencial multifamiliar possui carga de incêndio 300 MJ/m² conforme já apresentado anteriormente, e considerando 13 pontos de hidrantes, e com isso ao todo serão 4 pontos de hidrantes com uso simultâneo.

Portanto foram adotadas as seguintes especificações:

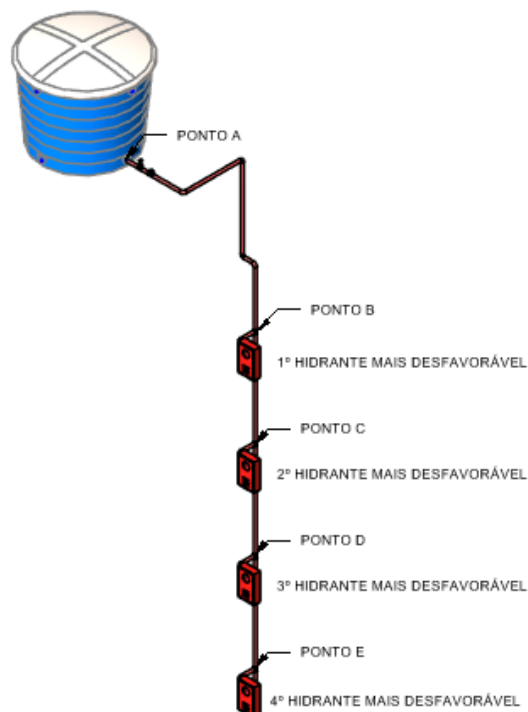
- Ocupação: Residencial Multifamiliar;
- Divisão: A-2;
- Carga de incêndio: 300 MJ/m²;
- Risco: Leve;
- Sistema tipo 1;
- Número de pavimentos com hidrante: 13;
- Diâmetro da mangueira: 40 milímetros (1.1/2");
- Comprimento da mangueira: 30 metros;
- Diâmetro da tubulação: 65 milímetros (2.1/2");
- Esguicho agulheta;

- Vazão mínima no esguicho mais desfavorável: 70 l/min;
- Hidrantes dimensionados em uso simultâneo: 4
- Tubos e conexões em ferro galvanizado;

Para realizar o cálculo, foi necessário definir os pontos mais desfavoráveis hidráulicamente, conforme apresentado no projeto os pontos mais desfavoráveis foram os pontos dos pavimentos mais altos da edificação, devido a sua distância para o reservatório ser menor, o que gerava uma pressão estática menor de coluna da água, fazendo com isso a pressão nos pontos superiores fossem menores que nos pontos inferiores.

A fim de facilitar o entendimento dos cálculos, foi realizado a divisão da rede de hidrantes em pontos, onde esses pontos foram pontos importantes para o dimensionamento. A divisão dos pontos segue conforme Figura 27 abaixo.

Figura 27 – Isométrico pontos mais desfavoráveis



Fonte: O autor (2024).

3.2.2.1 Dimensionamento no 1º hidrante mais desfavorável

Definido o hidrante mais desfavorável, foi realizado o cálculo para descobrir qual a pressão residual mínima que deveria existir no seu ponto de entrada do esguicho. Para encontrar esse valor foi utilizado a equação 01 abaixo:

$$P = \frac{Q^2}{K^2} \quad (\text{eq. 01})$$

Onde: P = Pressão residual na saída do esguicho em mca

Q = Vazão do hidrante conforme norma em l/min

K = Fator de vazão do esguicho, variável conforme diâmetro, em l/min.

Para obtenção do valor do fator K, foi utilizado o valor de 32,5 conforme Figura 28 abaixo, pois conforme norma foi utilizado um esguicho de 13mm. O valor da vazão foi obtido pela figura 26 conforme IN07, onde foi utilizado o valor de 70 l/min.

Figura 28 – Fator K para esguicho agulheta

Tabela 9.1 Valores do fator K para diversos diâmetros de orifícios de chuveiros automáticos e de esguichos tronco-cônicos de hidrantes (Fontes: NBR 10.897:2014, NFPA 13:2013 e Linder, 1997);						
Valores do fator de vazão K						
Tipo de orifício	Diâmetro nominal		Fator K			
	mm	in.	l / min / mca ^{1/2}	l / min / kPa ^{1/2}	l / min / bar ^{1/2}	gpm / psi ^{1/2}
Chuveiros automáticos	9,5	¾	11,6	3,7	40	2,8
	11,0	7/16	18,3	5,8	60	4,2
	12,7	½	25,3	8,0	80	5,6
	13,5	17/32	36,3	11,2	115	8,0
	15,9	¾	48,9	16,2	160	11,2
	19,0	¾	61,5	19,8	200	14,0
	20,6	13/16	72,1	24,3	240	16,8
	22,2	¾	84,3	28,7	280	19,6
	23,8	15/16	96,2	32,7	320	22,4
	24,6	31/32	105,5	36,8	360	25,2
25,4	1	120,4	41,0	400	28,0	
Esguichos tronco-cônicos de hidrantes	10,0	¾	18,3	5,8	60	4,0
	13,0	½	32,5	10,3	100	7,2
	16,0	¾	51,4	16,3	160	11,5
	19,0	¾	73,8	23,4	240	16,5
	22,0	¾	101,0	32,0	320	22,2
	25,0	1	132,3	41,9	410	29,0
	32,0	1¼	206,4	65,4	650	45,4

Conversão de unidades: 1 mm = 0,0394 in.; 1 in. = 25,4 mm; 1 mca = 10 kPa = 0,1 bar = 0,1 kgf/cm² = 1,42 psi; 1 l/min = 0,264 gpm; 1 gpm = 3,785 l/min.

Fonte: Brentano (2010, p. 383).

Portanto conforme equação 01:

$$P = \frac{70^2}{32,5^2} \quad (\text{eq. 01})$$

$$P = 4,64 \text{ mca}$$

A próxima etapa foi calcular o valor da pressão residual na saída do esguicho, e para isso foi realizado o cálculo da perda de carga no esguicho. Para obtenção desse valor foi utilizado a equação 02 abaixo:

$$h_p = \frac{k \times V^2}{2g} \quad (\text{eq. 02})$$

Onde: h_p = Perda de carga no esguicho em mca

V = Velocidade na saída do esguicho, em m/s

K = Coeficiente de perda de carga no esguicho, igual a 0,1

G = Aceleração da gravidade, 9,8 m/s²

Para se obter o valor da velocidade na saída do esguicho, utilizou-se a equação 03 abaixo:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{eq. 03})$$

Onde: V = Velocidade na saída do esguicho, em m/s

Q = Vazão do esguicho, em m³/h

A = Área de seção do esguicho

Portanto conforme equação 03:

$$V = \frac{0,0012}{3,14 \cdot (0,0013^2)/4} \quad (\text{eq. 03})$$

$$V = 9,05 \text{ m/s}$$

Logo com o valor da velocidade obtido, calculou-se conforme equação 02:

$$h_p = \frac{0,1 \times (9,05^2)}{2 \cdot 9,8} \quad (\text{eq.02})$$

$$h_p = 0,39 \text{ mca}$$

O valor da perda de carga no esguicho agulheta, ao invés de realizar o cálculo, também pode ser obtido através da figura 29.

Figura 29 – Perda de carga em esguicho agulheta

Tabela 9.11 Perdas de carga para diversos diâmetros de esguichos tronco-cônicos em função das vazões													
Perda de carga total nos esguichos tronco-cônicos													
Vazão		Diâmetro dos esguichos tronco-cônicos											
		mm		in.		mm		in.		mm		in.	
		13	½	16	¾	19	¾	22	¾	25	1	32	1¼
		Perda de carga total nos esguichos tronco-cônicos											
l/min	gpm	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
70	19	0,39	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	21	0,51	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	26	0,80	2,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	32	1,16	3,80	0,51	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-
125	33	1,26	4,13	0,55	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-
130	34	1,36	4,46	0,60	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-
150	40	1,81	5,95	0,79	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-
200	53	3,19	10,46	1,40	4,59	0,70	2,30	-	-	-	-	-	-
250	66	5,00	16,4	2,21	7,25	1,11	3,64	0,63	2,07	-	-	-	-
300	79	-	-	3,18	10,43	1,60	5,25	0,90	2,95	0,53	1,74	-	-
400	106	-	-	-	-	3,64	11,94	1,64	5,38	0,80	2,62	-	-
500	132	-	-	-	-	4,42	14,50	2,48	8,12	1,45	4,76	-	-
600	158	-	-	-	-	6,40	21,00	3,60	11,81	2,10	6,89	0,79	2,59
900	238	-	-	-	-	-	-	-	-	4,73	15,51	1,78	5,84

Conversão de unidades: 1 m = 3,28 ft, 1 ft = 0,305 m; 1 gpm = 3,785 l/min; 1 l/min = 0,264 gpm; 1 mm = 0,0394 in; 1 in. = 25,4 mm.

Fonte: Brentano (2010, p. 397).

Com os valores obtidos, agora foi calculado o valor final na saída do esguicho fazendo a subtração do valor da pressão na entrada do esguicho com o valor da perda de carga no esguicho, seguindo conforme equação 04 abaixo.

$$P_{final} = P_{entrada} - h_p \quad (\text{eq. 04})$$

$$P_{final} = 4,64 - 0,42$$

$$P_{final} = 4,22 \text{ mca}$$

Com o valor da pressão mínima que se tem na saída do esguicho agulheta, são realizados os cálculos de perda de carga na rede para descobrir se há a necessidade da utilização da bomba de incêndio, ou se a rede já atinge a pressão mínima necessária apenas pela gravidade.

Para isso foi utilizada como base a equação 05:

$$h_{total} = h_{canalização} + h_{mangueira} + h_{esguicho} \quad (\text{eq. 05})$$

Onde: h_{total} = Perda de carga total no ramal

$h_{canalização}$ = Perda de carga no segmento

$h_{mangueira}$ = Perda de carga na mangueira de incêndio

$h_{esguicho}$ = Perda de carga no esguicho agulheta

Para obter o valor da perda de carga na mangueira com segmento de 30m e com diâmetro de 40mm, utilizou-se a equação 06 abaixo:

$$h_{mangueira} = 280.000 \times Q^{1,85} \quad (\text{eq. 06})$$

Onde: $h_{mangueira}$ = perda de carga na mangueira em mca

Q = Vazão do esguicho, em m³/h

Logo conforme equação 06,

$$h_{mangueira} = 280.000 \times 0,0012^{1,85} \quad (\text{eq. 06})$$

$$h_{mangueira} = 1,11 \text{ mca}$$

Obtidos os valores da perda de carga na mangueira e no esguicho, foi possível seguir para a última etapa de cálculo da perda de carga, ou seja, o cálculo da perda de carga no ramal, onde se leva em consideração a tubulação e as conexões.

Como a formulação da perda de carga no ramal é diretamente relacionada a vazão, foi necessário fazer a segmentação do ramal, pois conforme a figura 27 em determinados trechos tem-se vazões diferentes, pois entre o ponto A e o ponto B, por exemplo, tem-se a soma das vazões dos quatro hidrantes mais desfavoráveis em uso simultâneo, e do ponto B até o ponto do 1º hidrante mais desfavorável tem-se apenas a vazão de um hidrante.

Portanto, primeiro fez-se o cálculo da perda de carga entre o ponto B até o ponto do 1º hidrante mais desfavorável.

Para determinar a perda de carga unitária nas conexões, foi necessário fazer um ajuste delas para o comprimento equivalente relativo ao tipo e diâmetro da tubulação utilizada. Para isso foram utilizadas as figuras 30 e 31 como referência.

Figura 30 – Comprimento equivalente de conexões

Tabela 9.5 Equivalência em metros de canalização reta das perdas de carga localizadas em conexões e bocais													
Comprimentos equivalentes de conexões e bocais													
	TIPO	Material	Diâmetro nominal, "mm" (in.)										
			20 (¾)	25 (1)	32 (1¼)	40 (1½)	50 (2)	65 (2½)	75 (3)	100 (4)	125 (5)	150 (6)	
			Comprimento equivalente, "m"										
CONEXÕES	Joelho	90°	Cobre	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	-	-
			Aço	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2	4,9
			CPVC(*)	2,1	2,1	2,4	2,7	3,4	3,6	4,0	-	-	-
		45°	Cobre	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	-	-
			Aço	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3
			CPVC(*)	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	-	-	-
	Curva	90°	Cobre	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	-	-
			Aço	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1	2,5
			Cobre	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	-	-
		45°	Aço	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1
			Cobre	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	-	-
			Aço	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7	3,4
	Tê	Passagem direta	CPVC(*)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	-	-	-
			Cobre	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	-	-
			Aço	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	10,0
		Saida lateral (**)	CPVC(*)	0,9	1,5	1,8	2,4	3,0	3,7	4,6	-	-	-
			Cobre	0,3	0,2	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	-	-
			Aço	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2
Bucha ou luva de redução (***)	Cobre	CPVC(*)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	-	-	-	
		Aço	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	-	-	
		Aço	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2,0	2,5	
	Borda	Cobre	1,0	1,2	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0	-	-	
		Aço	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0	
		Cobre	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	-	-	
BOCAIS	Entrada de canalização	Normal	Cobre	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0
			Aço	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0
		Saida de canalização	Borda	Cobre	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	-
	Aço		0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0	
	Cobre		0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	-	-	

conversão de unidades: 1 mm = 0,0394 in.; 1 in. = 25,4 mm; 1 m = 3,28 ft; 1 ft = 0,3048 m. As conversões de unidades dos comprimentos equivalentes de metros para pés (ft) não aparecem na tabela acima. No caso, para esta conversão basta multiplicar os valores acima por 3,28.

Fonte: Brentano (2010, p. 390).

Figura 31 – Comprimento equivalente de válvulas

Tabela 9.6 Equivalência em metros de canalização reta das perdas de carga localizadas em válvulas (NBR 5.626:98)													
Comprimentos equivalentes de válvulas													
	Tipo	Material ^(*)	Diâmetro nominal, "mm" (in.)										
			20 (¾)	25 (1)	32 (1¼)	40 (1½)	50 (2)	65 (2½)	75 (3)	100 (4)	125 (5)	150 (6)	
			Comprimento equivalente										
VÁLVULAS	Gaveta ou esfera (aberta)	Cobre	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	-	-	
			Aço	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1
		Globo (aberta)	Cobre	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3	-	-
			Aço	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0	54,0
		Angular (aberta)	Cobre	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1	-	-
			Aço	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	26,0
	Retenção	De pé com crivo	Cobre	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6	-	-
			Aço	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	20,0	23,0	30,0	39,0
		Horizontal (tipo leve)	Cobre	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4	-	-
			Aço	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	8,4	10,4	12,5
		Vertical (tipo pesado)	Cobre	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0	-	-
			Aço	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1	19,3

*) As válvulas não são especificamente de cobre, mas de ligas com cobre, como o bronze e o latão, mas com o mesmo comportamento hidráulico.

Fonte: Brentano (2010, p. 391).

A fim de facilitar o levantamento das conexões e o valor do comprimento equivalente final, foi realizada a tabela 01 a seguir. Lembrando que na tabela 01

estão inseridas apenas as conexões entre o ponto B até o ponto do 1º hidrante mais desfavorável.

Tabela 01 – Conexões entre o ponto B e o 1º hidrante mais desfavorável

Quantidade	Descrição da peça	J unitária	J total
1	Tê de saída lateral	4,3	4,3
1	Válvula de globo angular	10,0	10,0
1	Joelho 90º	2,0	2,0
		TOTAL	16,3

Fonte: O autor (2024).

Logo, o total do somatório dos comprimentos equivalentes no trecho foi de 16,30m. Para aplicação da fórmula de perda de carga no trecho, deve-se fazer a soma do comprimento da tubulação no trecho, onde conforme projeto tem-se um comprimento de tubulação de 0,35m.

Logo o comprimento total foi obtido pela equação 07:

$$\text{Comprimento Total} = C_{\text{tubulação}} + C_{\text{equivalenteconexões}} \quad (\text{eq. 07})$$

$$\text{Comprimento Total} = 0,35 + 16,30$$

$$\text{Comprimento Total} = 16,65\text{m}$$

Para o cálculo do valor da perda de carga no segmento, fo utilizada a equação 08 de Hazen-Williams:

$$h_{\text{canalização}} = \frac{10,65 \times Q^{1,85} \times C_{\text{total}}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \quad (\text{eq. 08})$$

Onde: C = Coeficiente de atrito de Hazen-Williams, onde o valor de 120 para tubulações de aço

Q = Vazão do esguicho, em m³/h

Ctotal = Comprimento total do segmento, em metros

d = Diâmetro interno da canalização, em m

Logo conforme equação 08,

$$h_{canalização} = \frac{10,65 \times 0,0012^{1,85} \times 16,65}{120^{1,85} \times 0,065^{4,87}} \quad (\text{eq. 08})$$

$$h_{canalização} = 0,06mca$$

Para finalizar a perda de carga total da canalização, foi realizado o cálculo da perda de carga entre os pontos A e B, e seguindo as premissas já apresentadas anteriormente, utilizou-se a Tabela 02 como auxílio:

Tabela 02 – Conexões entre o ponto A e o ponto B

Quantidade	Descrição da peça	J unitária	J total
1	Registro de Gaveta	0,4	0,4
1	Válvula de retenção horizontal	5,2	5,2
1	Saída de bordo	1,9	1,9
4	Joelho 90°	2,0	8,0
		TOTAL	15,50

Fonte: O autor (2024).

Logo, o total do somatório dos comprimentos equivalentes no trecho foi de 15,50m. Para aplicação da fórmula de perda de carga no trecho foi preciso realizar a soma do comprimento da tubulação no trecho, onde conforme projeto obteve-se um comprimento de tubulação de 6,70m.

Logo o comprimento total foi obtido pela equação 07 já utilizada anteriormente:

$$Comprimento Total = C_{tubulação} + C_{equivalenteconexões} \quad (\text{eq. 07})$$

$$Comprimento Total = 6,70 + 15,50$$

$$Comprimento Total = 22,20m$$

Desta forma, a única diferença, é que no trecho tem-se a soma de vazões, onde ao todo no trecho obteve-se quatro hidrantes em uso simultâneos, gerando

assim uma vazão de 280 l/min ou 0,0047 m³/s no trecho. Portanto, conforme equação 08:

$$h_{canalização} = \frac{10,65 \times 0,0047^{1,85} \times 22,20}{120^{1,85} \times 0,065^{4,87}} \quad (\text{eq. 08})$$

$$h_{canalização} = 1,00 \text{ mca}$$

Portanto, a perda de carga total da canalização foi obtida pela equação 09:

$$h_{canalização} = h_{pontoab} + h_{pontobhidrnate} \quad (\text{eq. 09})$$

$$h_{canalização} = 1,00 + 0,06$$

$$h_{canalização} = 1,06 \text{ mca}$$

Por fim, voltando a equação 05 o total de perdas de carga tem-se:

$$h_{total} = h_{canalização} + h_{mangueira} + h_{esguicho} \quad (\text{eq. 05})$$

$$h_{total} = 1,06 + 1,11 + 0,39$$

$$h_{total} = 2,55 \text{ mca}$$

Para descobrir se é necessário a utilização de um sistema de bombas de incêndio, a gravidade deve ser suficiente para suprir as perdas totais de carga, além após descontar as perdas de carga, ainda existir na saída do esguicho agulheta mais desfavorável a pressão mínima necessária já calculada. Deste modo tem-se a equação 10:

$$Alturanecessária = P_{necessáriaesguicho} + h_{total} \quad (\text{eq. 10})$$

$$Alturanecessária = 4,22 + 2,55$$

$$Alturanecessária = 6,77 \text{ m}$$

Conforme projeto apresentado, existe um desnível entre o 1º hidrante mais desfavorável e a saída da reserva técnica de incêndio de 3,87m. Sendo assim foi necessário a utilização do conjunto de bombas de incêndio para a suprir a rede.

3.2.2.2 Dimensionamento bomba rede de hidrantes

Como houve a necessidade da utilização de bombas de incêndio no sistema, foi necessário calcular a altura manométrica da bomba através da equação 11:

$$H_{man} = h_{total} + P_{residual} - H_{geométrico} \quad (\text{eq. 11})$$

Onde: H_{man} = Altura manométrica da bomba de incêndio, em mca

h_{total} = Perda de carga na canalização, na mangueira e no esguicho, em mca

$P_{residual}$ = Pressão residual mínima no hidrante, em mca

$H_{geométrico}$ = Desnível entre a bomba de incêndio e o hidrante mais desfavorável, em m

Portanto conforme equação 11:

$$H_{man} = 2,55 + 4,22 - 3,87 \quad (\text{eq. 11})$$

$$H_{man} = 2,90 \text{ mca}$$

Para definição da bomba de incêndio, além da altura manométrica ainda foi preciso estipular a vazão que a bomba deve atender, devido a norma deve-se ter em uso simultâneo quatro pontos de hidrantes, onde cada hidrante deve possuir uma vazão de 70 l/min, sendo assim obteve-se uma vazão de 280 l/min ou 16,80 m³/h.

Com os valores obtidos realizou-se uma busca no catálogo de bombas da Franklin Electric, a fim de encontrar o produto ideal de acordo com o dimensionamento. Onde as especificações da bomba obtidas foram:

- Modelo: BPI-92 S/T R 2 1/2
- Potência: 1,0 cv
- Monofásica
- Rotor Ø94mm
- Altura Manométrica 6 mca
- Vazão 23,30 m³/h

3.2.3 Dimensionamento para rede de mangotinhos

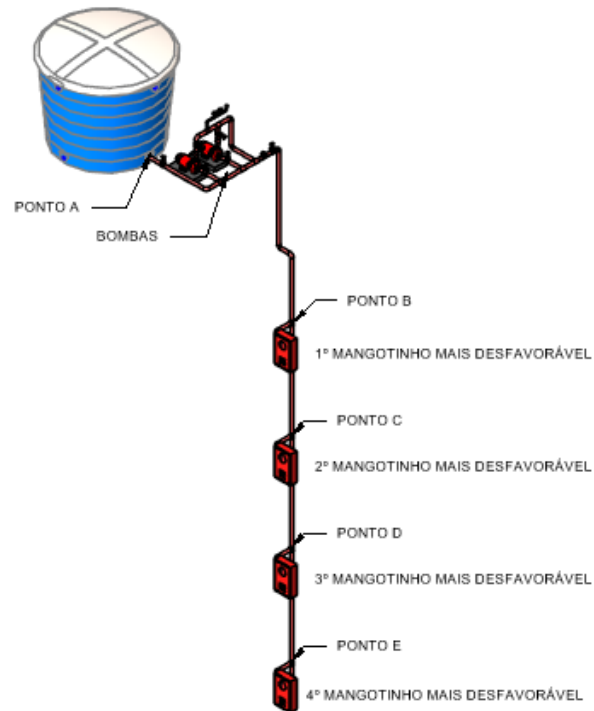
Conforme cálculos apresentados anteriormente para a rede de hidrantes onde foi necessário a utilização de bombas para suprir a pressão mínima necessária, e como a vazão dos mangotinhos é maior que para os pontos de hidrantes, foi realizado o dimensionamento para mangotinhos já com a utilização de bombas de incêndio. As pranchas contendo a distribuição utilizada estão contidas nos apêndices Na situação descrita, o estudo encontra-se na situação Tipo 2 conforme figura 26, onde a edificação residencial multifamiliar possui carga de incêndio 300 MJ/m², conforme já apresentado anteriormente, e tem-se 13 pontos de mangotinhos, ou seja, com isso ao todo 4 pontos de mangotinhos com uso simultâneo.

Portanto foram adotadas as seguintes especificações:

- Ocupação: Residencial Multifamiliar;
- Divisão: A-2;
- Carga de incêndio: 300 MJ/m²;
- Risco: Leve;
- Sistema tipo 2;
- Número de pavimentos com mangotinhos: 13;
- Diâmetro da mangueira: 25 milímetros (1");
- Comprimento da mangueira: 30 metros;
- Diâmetro da tubulação: 65 milímetros (2.1/2");
- Esguicho regulável;
- Vazão mínima no esguicho mais desfavorável: 80 l/min;
- Mangotinhos dimensionados em uso simultâneo: 4
- Tubos e conexões em ferro galvanizado;

Para melhor facilidade e entendimento dos cálculos, dividiu-se a rede em pontos, desde o reservatório até os mangotinhos mais desfavoráveis, conforme Figura 32.

Figura 32 – Isométrico rede de mangotinhos



Fonte: O autor (2024).

3.2.3.1 Dimensionamento no 1º mangotinho mais desfavorável

O procedimento inicial foi igual ao cálculo para hidrantes, onde primeiro se encontra qual o valor da pressão mínima necessária na saída do esguicho, agora regulável, para ser atendido o valor de vazão conforme norma. Portanto as equações iniciais são as mesmas já apresentadas anteriormente, onde se tem a pressão residual na saída do esguicho conforme equação 12:

$$P = \frac{v^2}{2g} \quad (\text{eq. 12})$$

Onde: P = Pressão residual na saída do esguicho em mca

v = Velocidade na saída do esguicho, em m/s

g = Aceleração da gravidade, 9,8m/s²

Para encontrar a velocidade na saída do esguicho foi utilizada a mesma equação 03 já vista anteriormente

$$v = \frac{Q}{A} \quad (\text{eq. 03})$$

Onde: V = Velocidade na saída do esguicho, em m/s

Q = Vazão do esguicho, em m³/h

A = Área de seção do esguicho

Portanto conforme equação 03:

$$v = \frac{0,0013}{3,14 \cdot (0,0095^2)/4} \quad (\text{eq. 03})$$

$$v = 18,35 \text{ m/s}$$

Logo conforme equação 12:

$$P = \frac{(18,35)^2}{2 \cdot (9,8)} \quad (\text{eq. 12})$$

$$P = 17,18 \text{ mca}$$

Definido a pressão mínima necessária na saída do mangotinho mais desfavorável, a próxima etapa do dimensionamento foi realizar as perdas de carga na rede para posteriormente definir as bombas de incêndio.

Para encontrar a perda de carga total na rede, foi utilizada a mesma equação 05 já usada anteriormente

$$h_{total} = h_{canalização} + h_{mangueira} + h_{esguicho} \quad (\text{eq. 05})$$

Onde: h_{total} = Perda de carga total no ramal

$h_{canalização}$ = Perda de carga no segmento

$h_{mangueira}$ = Perda de carga na mangueira de incêndio

$h_{esguicho}$ = Perda de carga no esguicho regulável

Para realizar o cálculo da perda de carga no esguicho regulável, é preciso fazer um cálculo que apresenta a pressão mínima necessária antes do esguicho para se atingir a vazão mínima necessária após o esguicho, e com esses valores é

realizada a subtração para assim obter a perda de carga no esguicho regulável. Para se obter a pressão mínima necessária antes do esguicho regulável, foi utilizada a equação 01 já usada anteriormente:

$$P_{\text{esguicho}} = \frac{Q^2}{K^2} \quad (\text{eq. 01})$$

Onde: P_{esguicho} = Pressão necessária na entrada do esguicho regulável, em mca

Q = Vazão do esguicho, em l/min

K = Fator K

Para definir o valor do fator K, obtido pela figura 33 abaixo, onde foi utilizado o valor de 11,7 que é a transformação de 42 l/min.bar para l/min.mca pois conforme norma foi considerado um esguicho de 25mm. O valor da vazão é obtido pela figura 26 conforme IN07, onde foi utilizado o valor de 80 l/min.

Figura 33 – Fator K para esguicho regulável

Tipo de Sistema	Diâmetro dos esguichos reguláveis				Fator de vazão K			Vazão mínima ⁽²⁾		Pressão residual mínima no esguicho regulável ⁽³⁾		Pressão mínima na válvula antes do mangotinho/mangueira de hidrante ⁽⁴⁾					
	Real		Comercial		(')	(')	(')	l/min	gpm	mca	psi	NBR 13.714		IT 22		EN 671	
	mm	in.	mm	in.								mca	psi	mca	psi	mca	psi
Mangotinho	9,5	¾	25	1	3,7	42	2,8	80	21	20	29	45 ⁽⁵⁾	65	⁽⁶⁾	⁽⁶⁾	40	58
								100	26	20	29			80	116	60	87
								150	40	20	29	⁽⁷⁾	⁽⁷⁾	30	44	35	50
Hidrante	12,7	½	40	1½	8,0	80	5,6	200	53	20	29	⁽⁷⁾	⁽⁷⁾	40	58	65	94

Conversão de unidades: 1 mca = 1,45 psi = 0,1 bar; 1 psi = 0,7 m = 0,07 bar; 1 mm = 0,0394 in; 1 in. = 25,4 mm; 1 l/min = 0,264; 1 gpm = 3,785 l/min.

Nota: Os valores do fator de vazão K usados pela EN 671-1 e EN 671-2 são os mesmos usados para os chuveiros automáticos. Na realidade, usam-se os mesmos critérios de cálculo adotados para os esguichos tronco-cônicos.

(*) As unidades do fator de vazão K são, da esquerda para a direita: l/min/kPa^{1/2}, l/min/bar^{1/2} e gpm/psi^{1/2}, respectivamente.

(1) As normas europeias EN 671-1 e EN 671-2 são recomendadas pela NBR 13.714:2011- Revisão e IT 22.

(2) As referidas normas determinam as vazões da tabela para edificações de riscos de ocupações leves, onde os ocupantes farão o primeiro combate ao fogo.

(3) As referidas normas determinam que a pressão residual na ponta dos esguichos reguláveis dos dois tipos de sistemas deve ser de 20 mca (29 psi), no mínimo. Quando a vazão mínima deve ser maior para o mesmo diâmetro de esguicho, a pressão mínima necessária também o será, mas essa então deve ser calculada.

(4) A pressão mínima na válvula já compreende as perdas de carga da própria válvula, mangueira de hidrante ou mangotinho e esguicho regulável. As perdas de carga na canalização a partir do reservatório de sucção até a válvula devem ser calculadas e adicionadas à pressão mínima da válvula.

(5) A NBR 13.714:2011 - Revisão permite a redução da vazão para 80 l/min (21 gpm) para o sistema tipo 1, desde que o jato do esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável da instalação tenha, na posição de jato sólido, uma pressão mínima de 20 mca (29 psi) e um alcance mínimo de 10 m (33 ft).

(6) A IT 22 não preconiza a vazão de 80 l/min (21 gpm) para o sistema de mangotinhos.

(7) A NBR 13.714:2011 - Revisão não preconiza as vazões de 150 l/min (40 gpm) e 200 l/min (53 gpm) para sistemas de hidrantes. A válvula de hidrante acoplada ao mangotinho de 100 l/min (26 gpm) terá uma vazão média de 200 l/min (53 gpm), considerando a pressão mínima necessária no mangotinho.

Fonte: Brentano (2010, p. 403).

Portanto conforme equação 01:

$$Pesguicho = \frac{80^2}{11,7^2} \quad (\text{eq. 01})$$

$$Pesguicho = 46,75 \text{ mca}$$

Para obtenção da perda de carga no esguicho regulável, foi considerada a subtração pela equação 13:

$$hesguicho = Pesguicho - Psáida \quad (\text{eq. 13})$$

$$hesguicho = 46,75 - 17,18$$

$$hesguicho = 29,57 \text{ mca}$$

Para obtenção do valor da perda de carga na mangueira de incêndio do mangotinho, pode-se utilizar a mesma equação já calculada para a rede de hidrantes, sendo possível também obter o valor pela figura 34 abaixo, a mesma figura pode ser utilizada para as mangueiras de hidrantes.

Figura 34 – Perda de carga em mangueiras de hidrantes e mangotinhos

Perda de carga em mangueiras de hidrantes e mangotinhos com a fórmula de Hazen-Williams													
Vazão		Diâmetro das mangueiras de hidrantes e mangotinhos											
		25 mm (1 in.)			32 mm (1¼ in.)			40 mm (1½ in.)			65 mm (2½ in.)		
		Comprimento das mangueiras de hidrantes e mangotinhos											
		20 m	65 ft	30 m	100 ft	20 m	65 ft	30 m	100 ft	30 m	100 ft	30 m	100 ft
Perda de carga total nas mangueiras de hidrantes ou mangotinhos													
l/min	gpm	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
70	19	5,37	17,6	8,06	26,4	1,66	5,44	2,49	8,17	-	-	-	-
80	21	6,84	22,4	10,27	33,7	2,11	6,92	3,37	11,05	-	-	-	-
100	26	10,33	33,9	15,50	51,0	3,19	10,46	4,79	15,71	2,03	6,66	-	-
120	32	-	-	-	-	4,47	14,66	6,70	22,00	2,84	9,32	0,24	0,79
125	33	-	-	-	-	4,82	15,81	7,23	23,72	3,10	10,17	0,26	0,85
130	34	-	-	-	-	5,18	17,00	7,77	25,49	3,30	10,82	0,28	0,92
150	40	-	-	-	-	6,76	22,17	10,14	33,26	4,30	14,10	0,37	1,21
200	53	-	-	-	-	-	-	-	-	7,31	24,00	0,63	2,07
250	66	-	-	-	-	-	-	-	-	11,01	36,11	0,95	3,12
300	79	-	-	-	-	-	-	-	-	15,50	50,84	1,33	4,36
400	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	7,87
500	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,80	12,46
600	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,50	18,04
900	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,14	33,26

Conversão de unidades: 1 m = 3,28 ft; 1 ft = 0,305 m; 1 gpm = 3,785 l/min; 1 l/min = 0,264 gpm; 1 mm = 0,0394 in; 1 in. = 25,4 mm.

Fonte: Brentano (2010, p. 396).

A partir da figura 34 pode-se concluir que

$$h_{mangueira} = 10,27 \text{ mca}$$

A última etapa para o cálculo de perda de carga foi idêntica ao feito para a rede de hidrantes, onde foram realizados os cálculos da perda de carga na canalização. Para isso foi utilizada novamente o auxílio de tabela com listagem das conexões. Lembrando que a Tabela 03 está inserida apenas as conexões entre o ponto B até o ponto do 1º mangotinho mais desfavorável.

Tabela 03 – Conexões entre o ponto B e o 1º mangotinho mais desfavorável

Quantidade	Descrição da peça	J unitária	J total
1	Tê de saída lateral	4,3	4,3
1	Registro de esfera	0,2	0,2
1	Joelho 90°	2,0	2,0
		TOTAL	6,5

Fonte: O autor (2024).

Logo, o total do somatório dos comprimentos equivalentes no trecho foi de 6,50m. Para aplicação da fórmula de perda de carga no trecho, ainda deve-se fazer a soma do comprimento da tubulação no trecho, onde conforme projeto tem-se um comprimento de tubulação de 0,35m.

Logo o comprimento total foi obtido pela equação 07 já usada anteriormente:

$$\text{Comprimento Total} = C_{\text{tubulação}} + C_{\text{equivalente conexões}} \quad (\text{eq. 07})$$

$$\text{Comprimento Total} = 0,35 + 6,5$$

$$\text{Comprimento Total} = 6,85\text{m}$$

Para calcular o valor da perda de carga no segmento, foi utilizada a equação 08 de Hazen-Williams:

$$h_{\text{canalização}} = \frac{10,65 \times Q^{1,85} \times C_{\text{total}}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \quad (\text{eq. 08})$$

$$h_{\text{canalização}} = \frac{10,65 \times 0,0013^{1,85} \times 6,85}{120^{1,85} \times 0,065^{4,87}}$$

$$h_{\text{canalização}} = 0,03\text{mca}$$

Para finalizar a perda de carga total da canalização, foi necessário fazer o cálculo da perda de carga entre os pontos B e a bomba de incêndio, e seguindo as premissas já apresentadas anteriormente, obteve-se a Tabela 04:

Tabela 04 – Conexões entre o ponto A e o ponto B

Quantidade	Descrição da peça	J unitária	J total
2	Registro de Gaveta	0,4	0,8
1	Válvula de retenção horizontal	5,2	5,2
1	Válvula de retenção vertical	8,1	8,1
5	Joelho 90°	2,0	10,0
2	Tê de saída lateral	3,7	7,4
		TOTAL	31,50

Fonte: O autor (2024).

Logo, o total do somatório dos comprimentos equivalentes no trecho foi de 31,50m. Para aplicação da equação de perda de carga no trecho, ainda foi necessário fazer a soma do comprimento da tubulação no trecho, onde conforme projeto tem-se um comprimento de tubulação de 6,70m.

Logo o comprimento total foi obtido pela equação 07:

$$\text{Comprimento Total} = C_{\text{tubulação}} + C_{\text{equivalenteconexões}} \quad (\text{eq. 07})$$

$$\text{Comprimento Total} = 6,70 + 31,50$$

$$\text{Comprimento Total} = 38,20\text{m}$$

Sendo assim, a única diferença, foi que no trecho obteve-se a soma de vazões, com quatro mangotinhos em uso simultâneos, gerando assim uma vazão de 320 l/min ou 0,0053 m³/s no trecho.

Logo conforme equação 08 temos:

$$h_{canalização} = \frac{10,65 \times 0,0053^{1,85} \times 38,20}{120^{1,85} \times 0,065^{4,87}} \quad (\text{eq. 08})$$

$$h_{canalização} = 2,16 \text{ mca}$$

Portanto, a perda de carga total da canalização foi dada conforme equação 09:

$$h_{canalização} = h_{pontobomba} + h_{pontobmangotinho} \quad (\text{eq. 09})$$

$$h_{canalização} = 2,16 + 0,03$$

$$h_{canalização} = 2,19 \text{ mca}$$

Por fim, voltando a equação 05 o total de perdas de carga obteve-se:

$$h_{total} = h_{canalização} + h_{mangueira} + h_{esguicho} \quad (\text{eq. 05})$$

$$h_{total} = 2,19 + 10,27 + 29,57$$

$$h_{total} = 42,03 \text{ mca}$$

3.2.3.1 Dimensionamento bomba rede de mangotinhos

Como houve a necessidade da utilização de bombas de incêndio no sistema, o cálculo da altura manométrica foi através da equação 11:

$$H_{man} = h_{total} + P_{residual} - H_{geométrico} \quad (\text{eq. 11})$$

Onde: H_{man} = Altura manométrica da bomba de incêndio, em mca

h_{total} = Perda de carga na canalização, na mangueira e no esguicho, em mca

$P_{residual}$ = Pressão residual mínima no mangotinho, em mca

$H_{geométrico}$ = Desnível entre a bomba de incêndio e o mangotinho mais desfavorável, em m

Portanto conforme equação 11:

$$H_{man} = 42,03 + 17,18 - 3,87 \quad (\text{eq. 11})$$

$$H_{man} = 55,34 \text{ mca}$$

Para definição da bomba de incêndio, além da altura manométrica ainda foi necessário estipular a vazão que a bomba deveria atender, segundo a norma em uso simultâneo quatro pontos de mangotinhos, onde cada mangotinho possui uma vazão de 80 l/min, sendo assim tem-se uma vazão de 320 l/min ou 19,20 m³/h.

Com os valores obtidos realizou-se uma busca no catálogo de bombas da Franklin Electric, a fim de encontrar o produto ideal de acordo com o dimensionamento. Onde as especificações da bomba obtidas foram:

- Modelo: BPI BC-23 R 1 ¼
- Potência: 12,5 cv
- Trifásica
- Rotor Ø197mm
- Altura Manométrica 56 mca
- Vazão 31,10 m³/h

3.2.4 Manuseio rede de hidrantes

No sistema de hidrantes, conforme já apresentado anteriormente, todos os dispositivos que devem ser utilizados para combate ao incêndio, geralmente não se encontram conectados e pronto para o uso.

Por sua vez, as formas como as mangueiras de hidrantes são enroladas e acondicionadas nos abrigos são decisivas na facilidade e rapidez para colocar o hidrante em funcionamento, além do espaço disponível no ambiente para desenrolar a mangueira (BRENTANO, 2010).

Para fins de comparação entre a facilidade do manuseio e tempo para início do combate do incêndio, foi utilizada como referência a Tabela 05 abaixo, onde apresentam-se os dados obtidos através de um teste prático com 7 pessoas, com faixa etária entre 16 e 57 anos (MELLO, 2014).

Tabela 05 – Tempo para início de combate com hidrantes

Voluntário(a)	Idade (anos)	Possui treinamento de incêndio	Tempo para início do combate (minutos)
M	28	Não	01:41
M	57	Não	00:58
F	29	Sim	00:43
M	16	Não	00:42
M	34	Não	00:43
F	33	Não	00:50
F	26	Não	00:36
		MÉDIA	00:53

Fonte: Adaptado de Mello (2014).

3.2.5 Manuseio rede de mangotinhos

No sistema de mangotinhos, conforme já apresentado anteriormente, todos os dispositivos que devem ser utilizados para combate ao incêndio, encontram-se conectados e prontos para uso.

Para o manuseio da rede de mangotinhos abre-se a válvula de esfera podendo a mangueira estar enrolada e o esguicho regulável ainda fechado, segura-se o esguicho regulável e se caminha em direção ao local do incêndio e assim desenrolando a mangueira (BRENTANO, 2010).

Conforme apresentado para o sistema de hidrantes, segue abaixo a Tabela 06 do tempo de início de atuação no combate a incêndio, de acordo com experimento realizado com 4 homens e 3 mulheres.

Tabela 06 – Tempo para início de combate com mangotinhos

Voluntário(a)	Idade (anos)	Possui treinamento de incêndio	Tempo para início do combate (minutos)
M	28	Não	00:11
M	57	Não	00:27
F	29	Sim	00:10
M	16	Não	00:18
M	34	Não	00:07
F	33	Não	00:16
F	26	Não	00:14
		MÉDIA	00:14

Fonte: Adaptado de Mello (2014).

Através da Tabela 06 identificamos que o tempo para início de combate utilizando os mangotinhos é de 14 segundos, sendo muito superior ao da rede de hidrantes que foi de 53 segundos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO

De acordo com os cálculos e dimensionamentos realizados, é possível garantir a segurança das edificações contra incêndio tanto através de hidrantes quanto mangotinhos, conforme as exigências mínimas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, expostas através da Instrução Normativa 07.

Como principal dificuldade, notou-se a ausência de uma memória de cálculo definida para os dois tipos de sistema através de normas brasileiras que orientem os projetistas a adequar os projetos com diferentes parâmetros. A norma estadual exige as condições de pressão e vazão necessárias, mas não especifica como encontrar as perdas de carga em materiais como esguicho regulável, por exemplo.

A perda de carga no esguicho regulável em comparação ao esguicho agulheta é uma das principais diferenças encontradas nos cálculos, visto que a perda de carga no esguicho regulável foi muito superior, onde isso gerou um conjunto de bombas com uma potência superior para a rede de mangotinhos em comparação a rede de hidrantes.

Ambos os sistemas são muito semelhantes na questão da tubulação, possuindo um diâmetro mínimo de 65 mm conforme exigido por norma e sendo em material metálico. Uma das diferenças encontradas nos tipos de sistema, é que mesmo após empregado a utilização do sistema por mangotinhos, é necessário a instalação da válvula globo angular, utilizada para rede de hidrantes, sendo para uso exclusivo do Corpo de Bombeiros.

4.2. USABILIDADE DOS SISTEMAS

Outro fator que deve ser avaliado na comparação entre os tipos de sistemas é com relação a usabilidade dos mesmos, uma vez que durante um incêndio, quanto mais rápido inicia-se o combate, menor são os danos sofridos.

Os componentes necessários para utilização do hidrante (mangueira e esguicho) encontram-se separados dentro do abrigo e devem ser montados em caso de emergência. Basicamente, deve-se desenrolar os dois lances de mangueira de 15 metros, conectá-los ao globo angular e conectar o esguicho à mangueira, para se deslocar com a mangueira até o ponto e iniciar o combate. Não se trata de um equipamento de fácil manuseio.

Já os mangotinhos, possuem um manuseio muito simplificado comparado aos hidrantes. Trata-se apenas de uma mangueira de 25 mm, que já permanece enrolada em um carretel, com o esguicho regulável acoplado na ponta. Basta abrir a válvula de abertura rápida, e puxar a mangueira para desenrolá-la, e então se deslocar ao local de incêndio para iniciar o combate.

De acordo com estudos nessa área demonstrados anteriormente, a diferença da média do tempo de utilização entre os sistemas chega a ser quase 40 segundos. Destaca-se também, que entre os resultados do teste apresentados, para o sistema de mangotinhos todos tiveram um rápido acionamento, e para o sistema de hidrantes nem todos tiveram a mesma média, o que implica que algumas pessoas devem ter dificuldade no acionamento caso seja necessário.

Por fim, pode-se apresentar algumas vantagens na utilização do sistema por mangotinhos:

- Sua operação é mais simples, rápida e fácil;
- Permite o combate imediato ao fogo, visto que os seus componentes já estão acoplados;
- Não necessita de um espaço físico amplo para ser colocado em operação;
- Pode ser operado sem estar desenrolado;
- Como é utilizado com esguicho regulável, sua ação sobre o fogo é mais eficaz;
- Como os mangotinhos podem ser instalados apenas em edificações de risco não muito elevado, onde estas não necessitam obrigatoriamente de brigadistas, a sua operação é facilitada para os residentes da edificação;

Assim como existem vantagens, também existem as desvantagens da utilização do sistema por mangotinhos, visto que a rede de mangotinhos é apenas permitida a utilização em edificações de baixas carga de incêndio, com isso pode-se elencar:

- A principal desvantagem é que devido a utilização do esguicho regulável, o sistema por mangotinhos necessita de uma bomba superior a rede de hidrantes;
- O sistema inviabiliza o apoio do Corpo de Bombeiros, pois a instalação do sistema é incompatível com os seus equipamentos de combate, devido a isso é solicitado a instalação da válvula de globo angular para engate da mangueira;

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve o intuito de definir qual é o melhor tipo de sistema hidráulico preventivo a ser utilizado em edificações residenciais multifamiliares conforme as normas de segurança contra incêndio do estado de Santa Catarina.

Os dados e resultados obtidos, mostram que do ponto de vista para segurança da população, o sistema de proteção por mangotinhos leva vantagem em comparação ao sistema por hidrantes, pela sua rápida e fácil utilização, uma vez que os equipamentos já estão todos acoplados no ponto.

Portanto, como o tipo de sistema para edificações residenciais multifamiliares é de livre escolha devido a ser de baixa carga de incêndio, cabe aos responsáveis pelos empreendimentos e responsáveis técnicos discutirem qual o melhor sistema adotar, lembrando sempre que o objetivo principal é a segurança em caso de sinistro de quem utiliza a edificação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12779: Mangueira de incêndio – Inspeção, manutenção e cuidados**. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 13.425** de 30 de março de 2017. Estabelece as diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20152018/2017/lei/l13425.htm. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndio ao projeto de edificações**. 2. ed. Porto Alegre: T Edições, 2010.

CAMILLO, A. B. **Manual de prevenção e combate a incêndios**. 15. ed. São Paulo: Senac, 2013.

FERIGOLO, F.C. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre: Sulina, 1977.

FRANKLIN ELECTRIC INDÚSTRIA DE MOTOBOMBAS S.A. **Tabela para seleção de bombas e motobombas**. 2024. Disponível em: <https://schneider.ind.br/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MELLO, J. C. **Sistemas de hidrantes e mangotinhos em ambiente residencial multifamiliar**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade de Santa Cruz do Sul, 2014.

ONO, R. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos**. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3731/2083>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PEREIRA, A. G. **Prevenção de incêndios nas edificações e áreas de risco no estado de São Paulo**. Disponível em: http://www.cantareira.br/thesis2/ed_8/1_aderson.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

REIS, A.C. **Instalações Prediais de Água Potável**. 2020. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17500/material/APOSTILA%20%C3%81GUA%20-%202020.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros. **IN 01 – Sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico – parte 2**. 2024. Disponível em: <https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/04a1283af10f9b02eb2281063ee3082b.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros. **IN 03 – Carga de incêndio**. 2024. Disponível em:

<https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/23d6d97a155358fa53e74d6a4f551f45.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros. **IN 07 – Sistema hidráulico preventivo**. 2024. Disponível em:

<https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/8bad6f09072bd0b5ecbc9285d653fcc.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros. **IN 07 – Sistema hidráulico preventivo**. 2014. Disponível em:

<https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/c6ca59efd3a07ef7ddf911c4c4ad6670.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

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

ZEUS DO BRASIL. **Produtos**. 2024. Disponível em: <https://www.zeusdobrasil.com.br/produtos/em/rede-de-hidrantes/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

A partir do trabalho apresentado, visto que quase todas as edificações necessitam de medidas de segurança contra incêndio e pânico, e que existem poucas literaturas para o tema, sugere-se o estudo nos seguintes temas relacionados:

- Comparativo da utilização de hidrantes utilizando esguicho agulheta e esguicho regulável, visto que um dos itens que teve muita diferença em perda de carga entre mangotinhos e hidrantes foi o esguicho.
- A rede hidráulica preventiva além dos hidrantes e mangotinhos, também é composta pela rede de sprinklers, quando exigido para a edificação, a qual também se sugere estudos futuros com relação ao comparativo de instalação dos chuveiros, pois pode ser feita de forma ramificada, em anel ou em grid.

APÊNDICES

Apêndice A – Planta Baixa Térreo

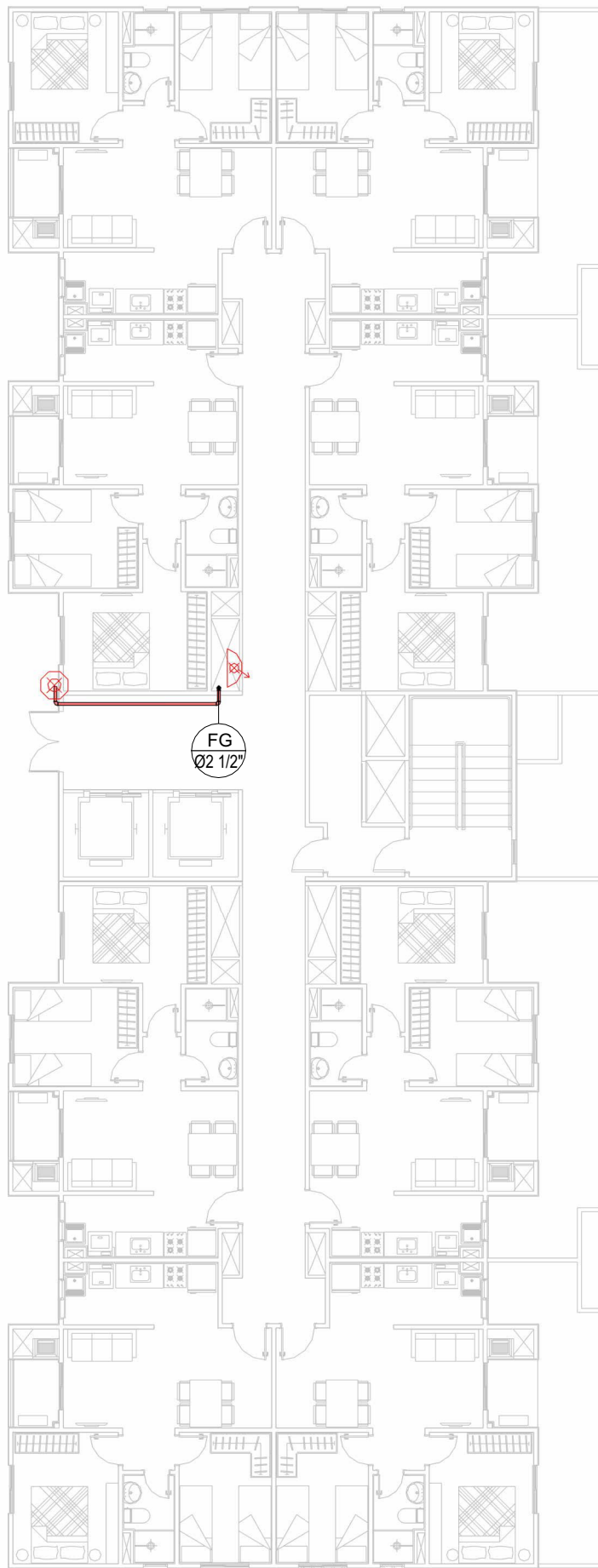
Apêndice B – Planta Baixa 2º ao 13º Pavimento

Apêndice C – Planta Baixa Reservatório

Apêndice D – Isométrico Rede Hidráulica Preventiva

Apêndice E – Isométrico Rede Hidrantes Sem Bomba

Apêndice D – Isométrico Mangotinhos Mais Desfavoráveis



PLANTA PAVIMENTO TÉRREO

LEGENDA



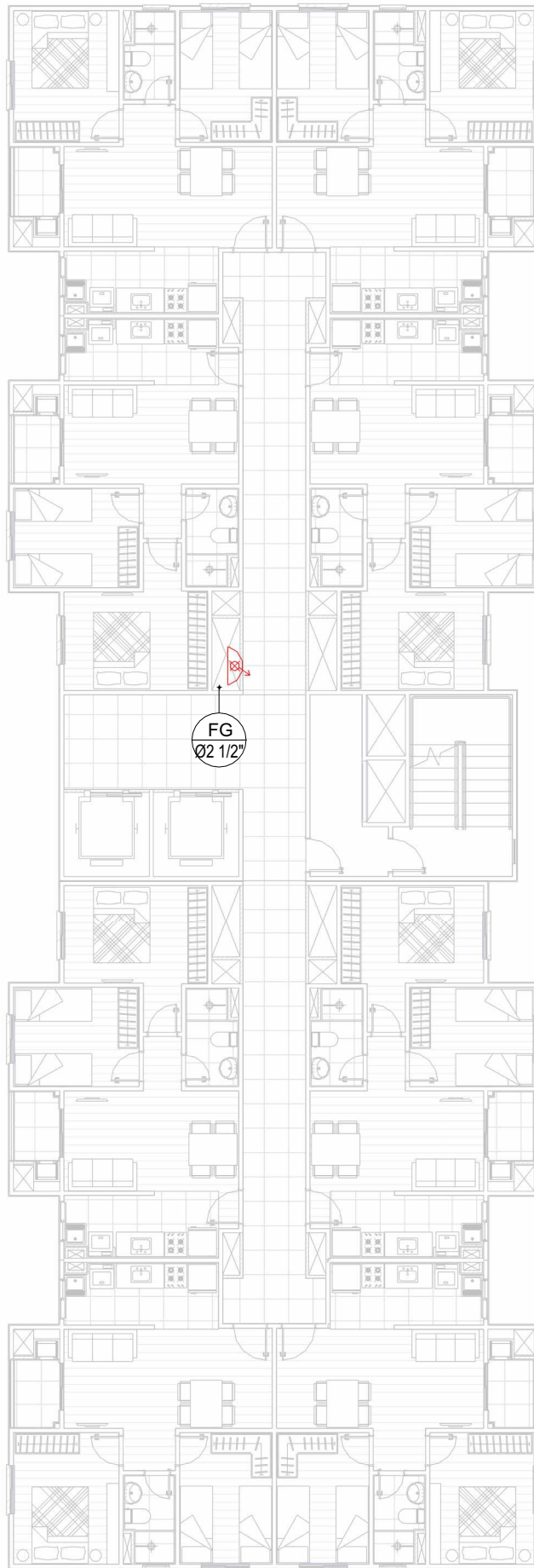
HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE



PLANTA 2º AO 13º PAVIMENTO

LEGENDA



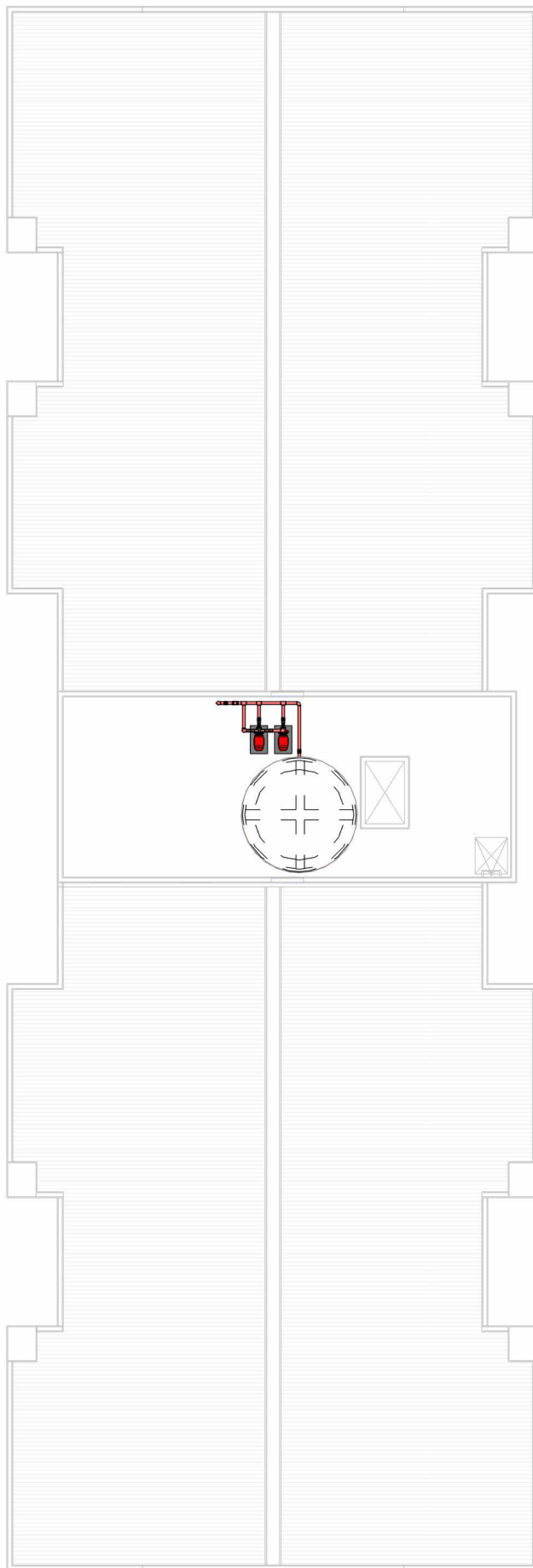
HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE



RESERVATÓRIO

LEGENDA



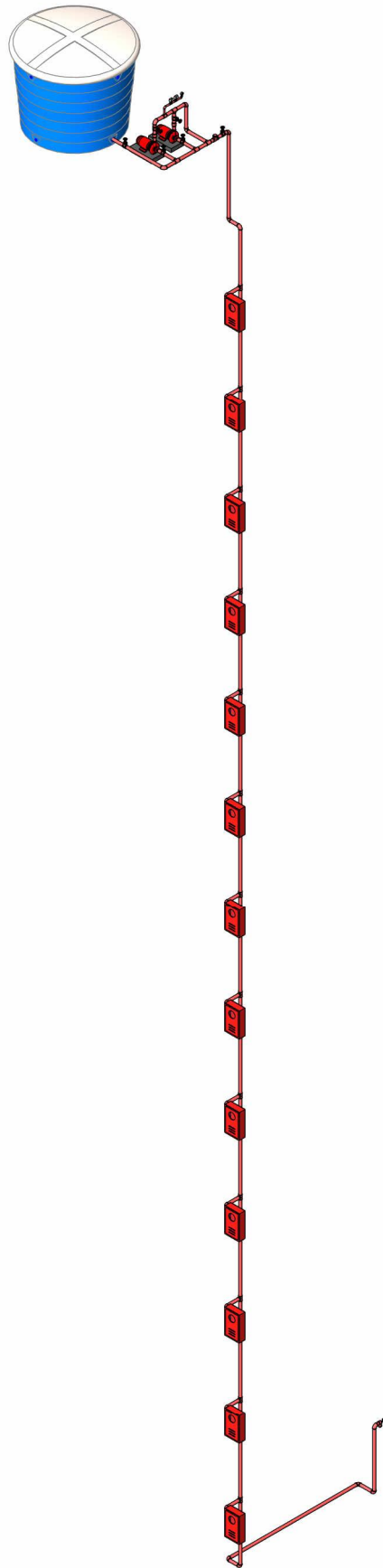
HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE



ISOMÉTRICO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

LEGENDA



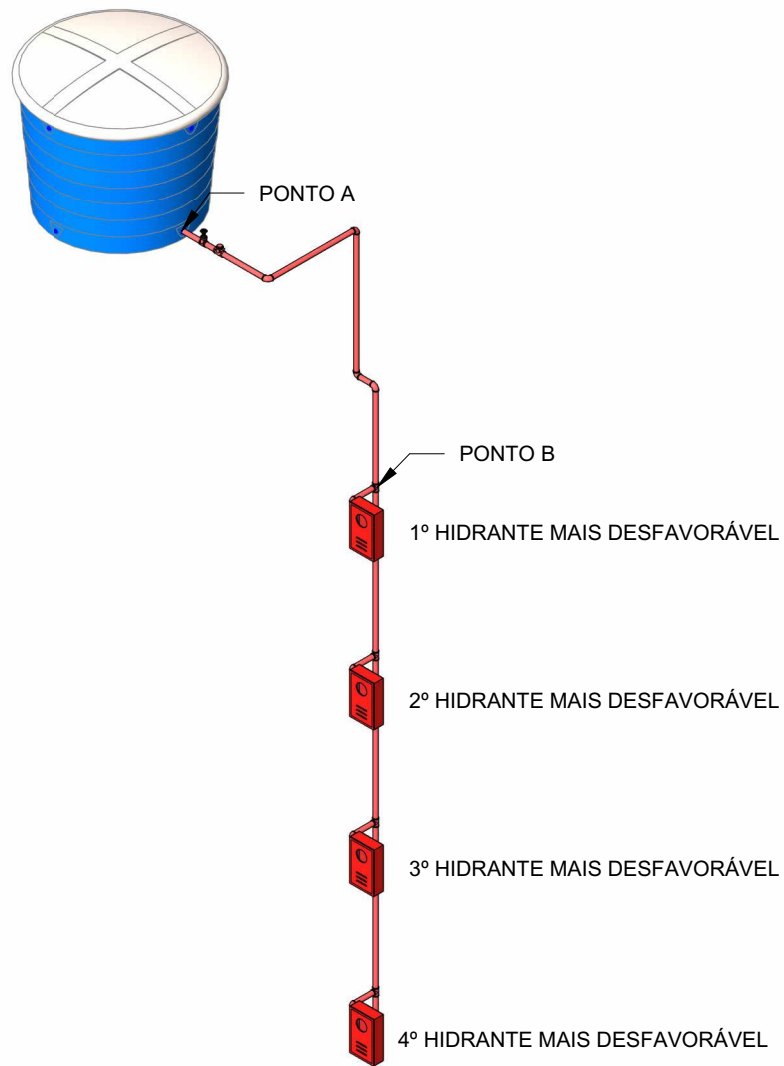
HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE



ISOMÉTRICO REDE DE HIDRANTES SEM BOMBA

LEGENDA



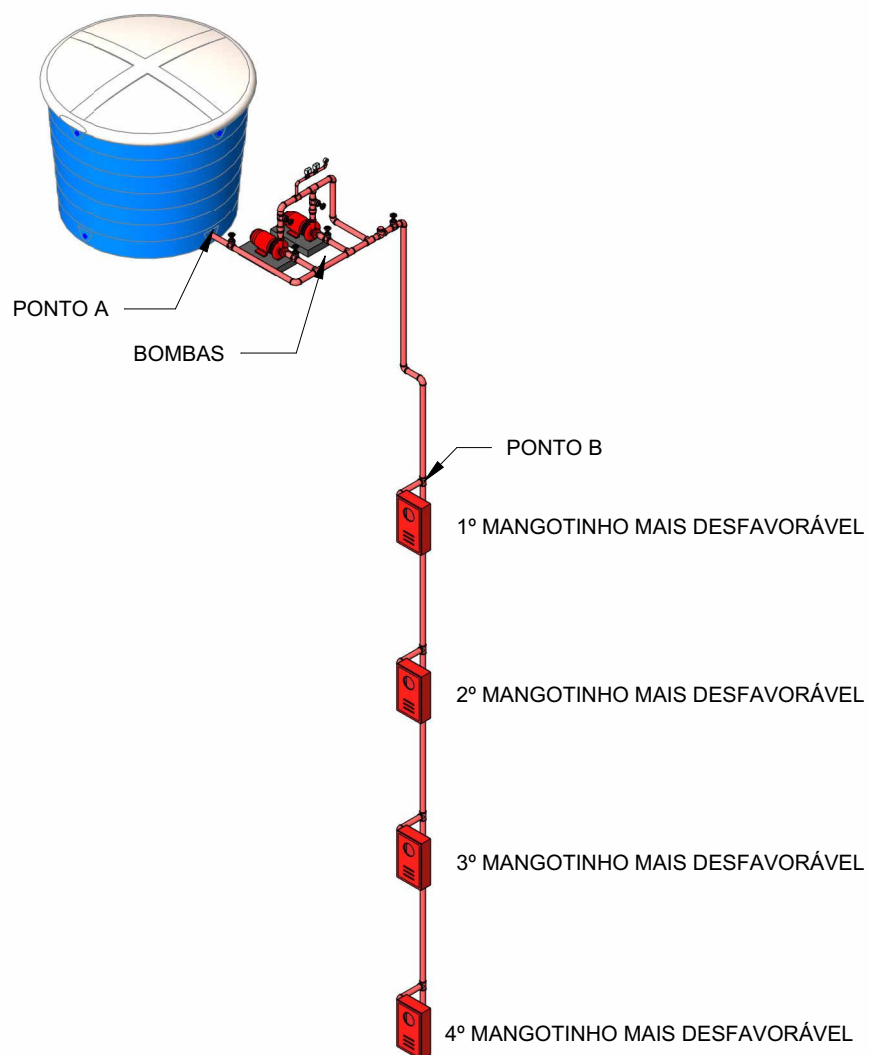
HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE



ISOMÉTRICO MANGOTINHOS MAIS DESFAVORÁVEIS

LEGENDA



HIDRANTE OU MANGOTINHO COM MANGUEIRA DE 30m



TUBULAÇÃO EM FERRO GALVANIZADO 2 1/2"



HIDRANTE DE RECALQUE