

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO POR HIDRANTES DE UM EDIFÍCIO RELIGIOSO

EZEQUIEL DA SILVA DE OLIVEIRA¹
RAFAEL GOULART²

Resumo: O sistema hidráulico preventivo, ou rede de hidrantes é um sistema de prevenção contra incêndios que utiliza água para o combate ao fogo. Para este sistema existe um reserva técnica de incêndio, que é o volume de água destinado exclusivamente para o combate de incêndio. Sendo assim, este trabalho buscou analisar uma edificação comercial no segmento religioso quanto ao dimensionamento de hidrantes do sistema de proteção contra incêndios conforme a Norma Técnica do Corpo de Bombeiros 19:2019 do estado do Mato Grosso. Para tal, foram calculadas as perdas de carga através da equação de Hazen Williams e da equação geral da perda de carga, bem como a pressão nos pontos de utilização, sendo possível obter os dados para a obtenção de uma bomba de incêndio para o sistema de hidrantes. À vista disso, foi identificado a melhor disposição dos hidrantes de combate à incêndio, bem como os seus diâmetros e vazões. Pode-se concluir que seria necessário uma vazão de 205,14 l/min e uma pressão de 11,69 m.c.a, que a bomba terá que gerar para que a água do sistema chegue em todos os hidrantes, e que, o sistema de mangotinhos é mais eficiente no quesito agilidade e uso por uma pessoa leiga.

Palavras-chave: Edificações. Segurança. Sistemas de Proteção à Incêndios.

SIZING THE HYDRANT PROTECTION SYSTEM OF A COMMERCIAL BUILDING

Abstract: The preventive hydraulic system, or network of hydrants, is a fire prevention system that uses water to fight fire. For this system there is a technical fire reserve, which is the volume of water intended exclusively for fire fighting. Thus, this work sought to analyze a commercial building in the religious segment regarding the design of fire hydrants in the fire protection system according to the Technical Standard of the Fire Brigade 19: 2019 of the state of Mato Grosso. For this, pressure losses were calculated using the Hazen Williams equation and the general pressure loss equation, as well as the pressure at the points of use, being possible to obtain the data for obtaining a fire pump for the fire system. fire hydrants. In view of this, the best arrangement of fire hydrants was identified, as well as their diameters and flow rates. It can be concluded that a flow of 205.14 l / min and a pressure of 11.69 m.c.a. that the pump will have to generate so that the water in the system reaches all hydrants, and that the mangotinhos system is more efficient in terms of agility and use by a lay person.

Keywords: Buildings. Fire Protection Systems. Safety.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: ezequildeoliveiradasilva@gmail.com

² Professor, Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: rafaelgoulart12@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O sistema de hidrantes é amplamente utilizado para combater o fogo. Quando bem dimensionado, pode até extinguir os focos de incêndio antes da chegada dos veículos do corpo de bombeiros. A proteção contra incêndio é parte da Segurança do Trabalho e precisa ser investigada em todas as áreas produtivas em organizações, independente do ramo comercial. Geralmente, os acidentes envolvendo incêndios causam altas perdas monetárias, além de severas punições à empresa. Assim, destaca-se a prevenção e o combate a incêndios, levando em consideração que o incêndio representa um fator de risco, mesmo não sendo muito frequente, possui uma grande amplitude de consequências devastadoras (MAIA *et al.* 2015).

O incêndio pode ser descrito com um episódio de fogo não controlado, podendo ser excessivamente perigoso para as estruturas e os seres vivos, sendo capaz de causar a morte, devido a inalação de gases ou pelas queimaduras graves. Quando ocorre em uma edificação, o fogo se propaga muito rapidamente para as suas estruturas, principalmente se elas não seguirem as normas de segurança. Visando a proteção, diversos padrões de combate ao fogo foram criados, além do aprimoramento de novos equipamentos, técnicas e legislações (SCIER, 2018). Devido a este fato, há o Corpo de Bombeiros visa normatizar os procedimentos que devem ser adotados pelas edificações em nível estadual, e também, atua a fim de prontamente controlar os potenciais focos de incêndios em nível local (SEITO et al. 2008).

Quanto a proteção de um incêndio, esta pode ser analisada em diferentes aspectos, que são, o combate ao fogo, a proteção ativa e passiva. A proteção passiva é implantada no decorrer da construção da edificação visando diminuir a propagação do fogo e as suas consequências. Já a ativa, permite detectar o fogo, através de sistemas de detecção, alarme e treinamento de pessoas (FLORES; ORNELAS; DIAS, 2016).

Para todo sistema hidráulico preventivo, há a reserva técnica de incêndio (RTI), que é simplesmente um volume de água previsto para permitir o primeiro combate ao fogo durante um determinado período de tempo, podendo a RTI ser por reservatório inferior ou superior. Após este período de tempo, é levado em consideração que o Corpo de Bombeiros Militar irá combater o incêndio.

A NBR 13714 (2000) afirma que, todas as edificações com área construída maior que 750 m² e/ou uma altura maior a 12 metros obrigatoriamente devem contemplar os sistemas hidráulicos de prevenção ao combate a incêndio. Além do mais, estas edificações são classificadas conforme o porte e a ocupação, para que os sistemas implementados possam ser coerentes com o número de pessoas e de pavimentos. Além das normativas nacionais, os estados também definem regras para a implementação dos elementos de um sistema preventivo.

Em 2017 entrou em vigor a Lei nº 13.425, popularmente conhecida como "Lei Kiss", tendo sido criada em função da tragédia que vitimou centenas de pessoas em um incêndio, ocorrido em janeiro de 2013, na boate gaúcha denominada Kiss. Esta lei estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Além do mais, esta lei destaca, em seu artigo 21, que os órgãos de fiscalização do exercício das profissões de engenheiro e arquiteto exigirão a apresentação dos projetos técnicos elaborados pelos profissionais, devidamente aprovados pelo poder público municipal. Nos projetos técnicos, devem ser incluídos o cálculo estrutural, as instalações prediais e urbanização. Também, esta lei estabelece que os cursos de graduação em Engenharia e Arquitetura, bem como os cursos correlatos, deverão incluir nas disciplinas ministradas conteúdo relativo à prevenção e ao combate a incêndio e a desastres.

Assim sendo, este trabalho irá abordar a proteção ativa de um dos sistemas de proteção de uma igreja. Para tal, será dimensionado um sistema de proteção para incêndios por

hidrantes e mangotinhos conforme a Norma Técnica do Corpo de Bombeiros 19:2019 do estado de Mato Grosso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de combate a incêndio

O sistema de hidrantes ou de mangotinhos é um sistema fixo de combate a incêndio que libera água sobre o foco de incêndio em vazão apropriada ao risco da edificação que visa proteger, visando extingui-lo ou controlá-lo ainda em seu estágio inicial. Assim sendo, esse sistema permite o combate inicial ao incêndio pelas pessoas que utilizam a edificação antecedente a chegada do corpo de bombeiros, bem como auxilia o Corpo de Bombeiros a recalcar a água (SEITO, 2008).

A proteção contra incêndio une elementos de prevenção, combate ao incêndio, salvamento e proteção. Desta forma, a prevenção do incêndio estuda todas as ações, que são planejadas antes da ocorrência de um incêndio, visando evitar ou minimizar o seu efeito (SCIEN, 2018).

Quando se trata de uma eficiente prevenção e combate ao incêndio, é necessário uma análise do fogo em todos os seus aspectos. Para que ocorra o processo de combustão é indispensável a presença de três elementos simultaneamente: o oxigênio, o calor e o combustível. Para que a queima se inicie, é necessária uma energia, que neste caso é em forma de calor (MARCATTI; BERQUÓ FILHO; COELHO FILHO, 2008).

A reunião destes elementos forma o Triângulo do Fogo. Porém, para que o fogo seja mantido, é necessário um quarto elemento, que é a reação em cadeia, ou a conexão dos eventos que retém o fogo autossustentável durante o tempo que os outros três elementos forem presentes. Conjuntamente, estes quatro elementos formam o tetraedro do fogo, onde para a eliminação do incêndio, basta isolar algum destes elementos (BRASIL, 2014).

A água é o elemento extintor mais utilizado em sistemas de proteção contra incêndios. No sistema de hidrantes a água visa o controle, a extinção eficiente e rápida de um incêndio. Funcionam sob comando, eles fornecem água no foco de incêndio com vazão compatível ao risco oferecido pelo local que visa proteger. Desta maneira, este sistema visa controlar ou extinguir o incêndio no estágio inicial, até a aproximação do Corpo de Bombeiros. Contudo, é de suma importância o conhecimento da classe do incêndio (OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008).

2.2 Classes de Incêndio

Conforme a NBR 12.693, a natureza do fogo pode ser dividida em cinco classes. Primeiramente há a classe A que são incêndios que compreendem materiais combustíveis sólidos, queimando em superfície e profundidade pelo processo de pirólise, liberando resíduos. O método de extinção é dado através do resfriamento causado pela água ou de uma combinação de água acrescida de algum produto que auxilie a combater as chamas (ABNT, 2013).

Em seguida, tem-se a classe B, que são os incêndios que compreendem líquidos e/ou gases combustíveis ou inflamáveis, graxas e plásticos que se liquefazem por causa da ação do calor e queimam apenas em superfície. Neste caso, a extinção mais apropriada é pela ação de abafamento.

Já a classe C engloba os incêndios que abrangem equipamentos energizados ou instalações elétricas. A sua extinção deve ser dada por agente extintor que não conduza eletricidade como por exemplo o gás carbônico ou o pó químico seco. Quando os equipamentos estiverem desligados, a extinção pode ser realizada por agentes extintores das classes A e B.

A classe D são incêndios que ocorrem em metais combustíveis, tais como titânio, magnésio, potássio, zircônio, sódio e lítio. A extinção deve ser realizada por agentes extintores específicos, que se consolidam em contato com o material combustível, criando uma crosta que extingue o incêndio através do abafamento.

Ainda há a classe K envolvendo os incêndios em óleos e gorduras, vegetais e animais, empregados na cocção de alimentos. A extinção deve ser realizada pelo agente extintor classe K, que age formando uma espuma que abafa o fogo e contém os vapores inflamáveis.

A literatura indica que ainda há a classe E que são incêndios que envolvem materiais químicos e radioativos em grandes proporções, onde é necessário equipes treinadas e equipamentos especiais. Esta classe é pouco conhecida no Brasil, porém é adotada em normas internacionais (FLORES; ORNELAS; DIAS, 2016).

O sistema de hidrantes é um notável combatente ao fogo especialmente quando o incêndio for classe A.

2.3 Medidas de Segurança contra o incêndio

Risco de incêndio é a potencialidade à incêndio que certo local apresenta conforme o tipo de material combustível que existe no ambiente e o método de seu armazenamento. Ainda, o risco depende de outros fatores como o material da edificação, as instalações elétricas, a exposição dos materiais combustíveis as chamas, a liberação de calor por atrito, descargas elétricas, reações químicas, raios e outras formas de energia que possam causar a ignição da combustão (SEITO *et al*, 2008). A classificação dos edifícios por riscos de incêndio é dada pela NTCB 07:2017, que trata dos riscos isolados de acordo com a ocupação ou o uso da edificação.

As medidas de proteção são necessárias para que incêndios possam ser evitados. De acordo com Gill, Oliveira e Negreisol (2008), as medidas de proteção se dividem em prevenção e proteção. A prevenção engloba medidas de segurança contra incêndio objetivando evitar incêndios. Já a proteção visa dificultar a propagação do incêndio, além de manter a estabilidade da edificação. Comumente são divididas em proteções passivas e ativas, como trabalham, e, se reagem ou não em ocorrência de incêndio.

As medidas de proteção ativas visam completar as medidas de proteção passivas. Assim, elas são basicamente compostas de instalações prediais e equipamentos, que são acionadas na ocasião de emergência manual ou automaticamente. Habitualmente, não exercem nenhuma função durante uma situação normal de trabalho da edificação. Diversos elementos compõe este sistema, como por exemplo, os detectores e alarmes de incêndio, a extinção de incêndio, a sinalização e iluminação de emergência, o controle de movimento de fumaça, dentre outros. Para que medidas ativas sejam adequadamente instaladas, é necessário a integração do projeto arquitetônico acrescido dos projetos de cada sistema, como os elétricos, hidráulicos e mecânicos (ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

Também há o combate, que abrange tudo o que é utilizado para dissipar os incêndios, sendo os equipamentos manuais (extintores e hidrantes), sistemas de detecção e alarmes, equipes treinadas, dentre outros. Já os meios de escape são compostos por medidas de proteção passiva, como, por exemplo, paredes, portas (corta-fogo), escadas seguras; e por fim tem-se o gerenciamento que engloba o gerenciamento da resposta às emergências e manutenção dos sistemas, estando incluídos o treinamento do pessoal e reuniões de público (GILL; OLIVEIRA; NEGREISOLO, 2008).

2.4 Risco de incêndio

Conforme Brasil (2014), os riscos de incêndio podem ser categorizados em pequeno, médio e grande, sendo estabelecido para cada uma dela o tipo de risco. Assim, os sistemas de combate aos incêndios são projetados para riscos específicos de acordo com cada área, visando tornar as instalações comerciais mais seguras, quanto ao controle do fogo.

Outro aspecto na caracterização do perfil de risco é a área construída da edificação. Esse conceito deriva da perda patrimonial, onde, quanto maior a edificação, maior a possibilidade de perdas de bens (SCIÉR, 2018).

A Lei de Segurança Contra Incêndio e Pânico de Mato Grosso caracteriza carga de incêndio como a soma das energias caloríficas de todos os materiais combustíveis compreendidos num determinado espaço, capazes de serem liberadas através da combustão completa, incluindo também as divisórias, os revestimentos das paredes, os pisos e os tetos.

Conforme a NTCB 07: carga de incêndio (CBMMT, 2017), as densidades de carga de incêndio se aplicam às instalações, edificações e locais de riscos a fim de classificarem o risco e determinar o nível que será exigido de medidas de segurança a serem adotadas contra incêndio e pânico.

2.5 Hidrantes e mangotinhos

Um sistema de hidrantes ou mangotinhos é composto por um sistema de canalizações fixas de combate ao incêndio, que visam deslocar a água da RTI até os pontos definidos em projeto para suprir de água os acessórios de combate ao incêndio. Assim sendo, estes sistemas são chamados de sistemas de sob comando devido a necessitarem a ação do homem para o seu funcionamento (CBMMT 19:2019).

O sistema de sob comando visa, segundo a NBR 13714, combater o foco do incêndio, visando controlá-lo ou extingui-lo até a chegada dos bombeiros. Alguns fatores são de suma importância, tais a instalação ser bem projetada e executada, com inspeções, testes e manutenções periódicas, e, além disso, é de extrema importância a existência de pessoas treinadas ou da brigada de incêndio para que possam agir prontamente caso ocorra um princípio de incêndio (ABNT, 2000).

Segundo a NTCB 19, os sistemas de sob comando são divididos em sistemas de mangotinhos e hidrantes, possuindo diâmetros nominais mínimos de 25 mm e 65 mm, respectivamente (CBMMT, 2019). Os pontos do sistema de sob comando são automaticamente abastecidos por água, sendo que para o seu uso é necessária somente a abertura de um hidrante ou mangotinho na instalação, que podem atuar tanto por gravidade, quanto por bombas (BRENTANO, 2007).

A NTCB 19, classificada os hidrantes em três tipos. O primeiro são os hidrantes externos, que não são responsabilidade da edificação, porém devem ser abastecidos pela companhia de água municipal. Eles são instalados nas calçadas e dispõem de um registro, a fim de que não sejam abertos por qualquer pessoa. Somente o corpo de bombeiros dispõe de uma chave específica para sua abertura, que é usada para liberar o fluxo de água. Além do mais, estes hidrantes deverão estar afastados no mínimo quinze metros do edifício a ser protegido, sendo permitidos até sessenta metros de mangueira (CBMMT, 2019).

Já os hidrantes de recalque e coluna tem a função de abastecer a reserva técnica de incêndio, que é realizado pelo veículo do corpo de bombeiros quando em ocorrência de emergência. Quando se encontram nas calçadas são frequentemente são enterrados. Já quando encontram em passeios públicos, estão dispostos em forma de coluna. Além disso, a NTCB 19 (CBMMT, 2019) estabelece que todos estes sistemas devem ser providos de um dispositivo de recalque, que possua o mesmo diâmetro da tubulação principal, sendo seus engates comportáveis com os do Corpo de Bombeiros Militar. Há algumas especificações quanto a este dispositivo, tais como deve disposto em um abrigo de material resistente; deve possuir a descrição 'INCÊNDIO' e que deve estar virada para a rua; deve estar disposto a uma altura entre 0,60 e 1,50 metros de altura do solo, deve possuir um registro tipo esfera ou gaveta, e também, deve propiciar fácil acesso ao Corpo de Bombeiros.

Por conseguinte, os hidrantes internos são dispostos na parte interna das edificações. Eles estão localizados em caixas denominadas abrigo, sendo obrigatório que

estejam dispostos próximo às saídas de água. Este abrigo deve possuir mangueira ou mangotinhos, bem como os seus componentes.

A NTCB 19 dispõe os tipos de hidrantes e mangotinhos que devem adotados, de acordo com o tipo de edificação. Para cada ponto de hidrante ou mangotinhos, é obrigatório todos materiais requeridos por esta norma, tais como abrigo, mangueira de incêndio, chaves de engate rápido para hidrante, esguicho e mangueira semi-rígida. Quanto aos elementos que constituem os sistemas de hidrantes ou mangotinhos, são eles as fontes de abastecimento de água, o sistema de bombeamento e o sistema de controle (CBMMT, 2019).

Brentano (2004) reitera que, é necessário utilizar alarmes audiovisuais que possam indicar que um hidrante ou mangotinho entrou em operação e que possam ser acionados por chave de fluxo ou pressostato. Adjacente a cada tomada de hidrante ou mangotinhos deve haver um alarme de botão que possa ser acionado manualmente em caso haja um incêndio.

Segundo a A NTCB 19, as pressões e vazões mínimas são dimensionadas segundo risco apresentado pela edificação, conforme a carga de incêndio e deverão ser conforme a tabela 1. Além do mais, a tubulação do sistema, segundo esta mesma norma, não deve possuir um diâmetro nominal inferior a 63 milímetros e também a tubulação de sucção deve ter um diâmetro superior a canalização de recalque, para que a velocidade de escoamento da água seja reduzida no trecho de sucção. Estas tubulações devem ter cor vermelha ou possuir anéis vermelhos de 20 centímetros de largura a cada cinco metros para a sua identificação.

Tabela 1: Dados para o dimensionamento de hidrantes e mangotinhos.

Risco	Risco Diâmetro do esguicho na posição de maior vazão (mm)	Diâmetro do esguicho na posição de maior vazão (mm)	Tipo de mangueira de acordo com a NBR 11861	Diâmetro das mangueiras (mm)	Vazão (L/min)	Pressão (mca)
Baixo	25*	13	1	25*	38	100

*mangotinhos

Fonte: Norma Técnica do Corpo de Bombeiros Militar do estado do Mato Grosso 19 (CBMMT, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Edificação

O projeto utilizado trata-se de um edifício de um pavimento, sendo um salão paroquial de duas águas, com um grande salão paroquial, copa, depósitos, cozinha, banheiros, vestiário, churrasqueira e casa de bombas. No total, o terreno possui uma área de 4.289,10 m² e uma área construída de 1.135,90 m². O salão paroquial, bem como a copa, um depósito e a cozinha possuem o pé direito de 5,53 m, já as demais instalações, 3 m.

Quanto a altura, a edificação se se enquadra no tipo 3, por possuir uma altura de 6,72 metros conforme a Lei de contra Incêndio e Pânico do estado do Mato Grosso. O Anexo A ilustra a disposição da edificação no terreno.

3.2 Dimensionamento do risco de incêndio

A carga específica de incêndio por ocupação para a igreja é de 200 MJ/m², segundo a NTCB 7:2017. A Tabela 2 ilustra a carga total de incêndio para o empreendimento em estudo.

Tabela 2: Carga de incêndio total para a igreja.

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	CNAE	Carga de incêndio (MJ/m ²)	Carga de incêndio total (MJ)
Local de Reunião de Público	Igrejas e templos	F-2	9491-0/00	200	227.180

Fonte: Adaptado da Norma Técnica do Corpo de Bombeiros Militar do estado do Mato Grosso 07 (CBMMT, 2017).

Desta maneira, a edificação é classificada com um risco baixo, por possuir uma carga de incêndio de 300 MJ/m² como ilustra a Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das edificações quanto à carga de incêndio.

Risco	Carga de Incêndio (MJ/m²)
Baixo	até 300 MJ/m ²
Médio	Entre 301 e 1.200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200 MJ/m ²

Fonte: Adaptado da Lei de Segurança contra Incêndio e Pânico de Mato Grosso (CBMMT, 2016).

Além do mais, verifica-se que além de outros elementos, o sistema de hidrantes ou mangotinhos é exigido para esta edificação, conforme a Lei de Segurança contra Incêndio e Pânico de Mato Grosso (Tabela 4).

Tabela 4: Exigências normativas quanto à altura da edificação.

Grupo de ocupação e uso	GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (m) 6 < H ≤ 12
Acesso de Viatura na Edificação	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X
Compartimentação Vertical	-
Controle de Materiais de Acabamento	X
Saídas de Emergência	X
Plano de Intervenção de Incêndio	X
Brigada de Incêndio	X
Iluminação de Emergência	X
Alarme de Incêndio	X
Detecção de Incêndio	-
Sinalização de Emergência	X
Extintores	X
Hidrante e Mangotinhos	X
Chuveiros Automáticos	-
Controle de fumaça	-

Fonte: Adaptado da Lei de Segurança contra Incêndio e Pânico de Mato Grosso (CBMMT, 2016).

3.3 Distribuição e dimensionamento dos hidrantes ou mangotinhos

Se tratando de hidrantes e mangotinhos, antes de pensar no seu dimensionamento, é necessário pensar na sua distribuição. De acordo com a NTCB 19 (CBMMT, 2019), os hidrantes e mangotinhos devem ser espalhados pela área a ser protegida, sendo que toda a sua área deve ser abrangida, além de que não deve haver barreiras físicas em qualquer parte do ambiente que impeçam o contato visual destes elementos do sistema pelos usuários.

Para o dimensionamento, deve ser considerado o uso simultâneo de dois hidrantes mais desfavoráveis, sendo aqueles que proporcionam uma menor pressão dinâmica no

esguicho, sendo considerados e determinados em cada jato de água as vazões mínimas de acordo com a NTCB 19 (CBMMT, 2019), como mostra a Tabela 5. Além do mais, este volume de água deve ser suficiente para um combate de um tempo mínimo de trinta minutos.

Tabela 5: Reserva mínima de água da reserva para incêndio.

Risco	1 hidrante instalado (m3)	Até 5 hidrantes instalados (m3)	Acima de 5 hidrantes instalados (m3)
Baixo	5	8	15

Fonte: Norma Técnica do Corpo de Bombeiros Militar do estado do Mato Grosso 19 (CBMMT, 2019).

O dimensionamento consiste em determinar o caminhamento das tubulações, além dos diâmetros dos acessórios, os suportes necessários e eficazes para que os hidrantes ou mangotinhos funcionem perfeitamente conforme a NTCB 19 (CBMMT, 2019).

Primeiramente, a área dos cilindros devem ser calculadas, sendo dadas pela equação 1.

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (1)$$

Onde:

A – área (m²)

d – diâmetro da canalização (m)

Com a vazão mínima dada pela NTCB 19 é possível determinar a velocidade da água na tubulação, que é dada pela equação 2.

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Onde:

v – velocidade (m/s)

Q – vazão (m³/s)

O escoamento interno das tubulações sofre influência das paredes que dissipam energia devido ao atrito. Em contato com a parede, as partículas adquirem a velocidade d desta (velocidade nula) e influem nas partículas vizinhas que através da viscosidade e turbulência dissipam a energia causando uma queda da pressão total do fluido ao longo do escoamento, sendo este processo denominado perda de carga. Assim sendo, a perda de carga pode ser distribuída sendo causada pelos dutos retilíneos, ou, localizada, que é causada pelos acessórios da canalização (FLORES; ORNELAS; DIAS, 2016). Pelo método de Borda-Belanger as perdas localizadas podem ser calculadas pela equação 3.

$$h_f = k \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Onde:

h_f – perda de carga (mca)

k – coeficiente de perda de carga (adimensional)

v – velocidade do escoamento no duto (m/s)

g – aceleração da gravidade (m/s²)

Na sequência, são determinadas o comprimento virtual, a partir dos comprimentos reais e equivalentes, conforme o diâmetro da tubulação e as conexões para a tubulação de aço galvanizado. Então, o cálculo hidráulico da somatória de perda de carga deve satisfazer a equação de Hazen Williams (equação 4) ou a de Darcy-Weisbach. O método de Hazen Williams é o mais utilizado no transporte de água em canalizações diversas com diâmetro superior a 50 mm. Seu coeficiente amostral (C) varia de 70 à 140, onde cresce conforme o tubo fica mais liso (OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008).

$$J = 10,65 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times d^{-4,87} \quad (4)$$

Onde:

J – perda de carga unitária (mca)

C – fator Hazen Williams adimensional (Tabela 3 da NTCB 19:2019)

O comprimento virtual foi obtido segundo a Equação 5.

$$L_v = L_r + L_e \quad (5)$$

Onde:

h_r – comprimento real (m)

h_v – comprimento equivalente (m)

Em seguida foi calculado a perda total do trecho (equação6).

$$Hp = J * L_v \quad (6)$$

A partir de dados de vazão e pressão mínimas, como ilustrados na figura 4, foi possível determinar as vazões e pressões nos trechos. Por fim, foi possível dimensionar o volume da RTI através da equação 7, segundo o que preconiza a NBR 13.714/2000.

$$RTI = t * Q \quad (7)$$

Onde:

RTI – reserva técnica de incêndio (litros)

t – tempo de autonomia (min)

Q – vazão dos hidrantes (l/min)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Disposição dos hidrantes

Segundo a NTCB 19, todas as edificações exigidas de um sistema hidráulico contra incêndio deve ser dotados de um dispositivo de recalque, que é um prolongamento do sistema até a entrada da edificação. Desta maneira, o dispositivo de recalque foi disposto em forma de coluna na divisa do passeio público, de acordo com as exigências desta norma, estando localizado a 29,29 metros da edificação e com diâmetro de 65 mm (2 ½), como ilustra o Anexo B.

Os hidrantes e pontos de tomada de água foram instalados um na proximidade da porta que dá o acesso principal ao salão paroquial, repetindo o limite da distância inferior a 5

metros deste, e na parte do fundo do salão de maneira a complementar o hidrante anterior, de maneira que toda a área contruída fosse atendida por este sistema. Além disso, os hidrantes serão instalados a uma altura de 1,50 metros acima do solo (Anexo C).

Todos os hidrantes ou mangotinhos devem estar dispostos dentro de abrigos, que podem ser construídos de diferentes materiais, como vidro laminado, vidro ou metálico, porém o seu interior devendo possuir a cor vermelha e estar devidamente sinalizados, recebendo a inscrição 'H' para hidrantes.

Tanto a válvula angular quanto a botoeira de acionamento da bomba de incêndio devem ser instaladas dentro do abrigo. As portas do abrigo deverão ser de vidro, devidamente identificadas com a inscrição 'HIDRANTE', possuindo no seu interior 30 metros de mangueiras ou mangotinhos, chave para o engate rápido e esguicho. Além do mais, segundo a NTCB 19, os abrigos em nenhum momento poderão ser trancados.

Como a edificação apresentou um risco baixo, o reservatório foi disposto ao nível do solo, utilizando um sistema de bomba de sucção, possuindo uma válvula de retenção na saída da bomba de recalque. Segundo a legislação, o reservatório deve estar totalmente fechado, podendo ser construído tanto de concreto armado, quando de material metálico. Além do mais, como apresentado anteriormente, devido a edificação dispor de dois hidrantes, a RTI deverá ser de no mínimo 8 m³.

Neste projeto, o abastecimento dos hidrantes será realizado por uma bomba destinada exclusivamente a abastecer este sistema. A bomba será instalada em sucção negativa, onde a bomba será instalada a 2,33 metros acima do nível da base do reservatório. A bomba será elétrica, possuindo instalação independente do prédio, sendo a casa de bombas, que possui uma área de 4,68 m², como ilustrado no Anexo C.

4.2 Dimensionamento do sistema

Para o dimensionamento do sistema foi determinado o traçado das tubulações de aço galvanizado, dos diâmetros dos acessórios e suportes necessários para garantir o bom funcionamento dos hidrantes e mangotinhos. Foram adotadas os diâmetros nominais de 38 mm (1 ½") para as válvulas dos hidrantes, 63 mm (2 ½") para a tubulação do sistema e 75 mm (3") para a tubulação de sucção, que são os diâmetros mínimos exigidos pela normal estadual do Corpo de Bombeiros. O caminho das tubulações está representado no Anexo D. Além disso, a mangueira terá um diâmetro de 38 mm (1 ½) e um comprimento de 30 metros. Vale ressaltar que não é interessante utilizar diâmetros maiores devido a eles diminuírem a velocidade da água no sistema.

O dados calculados estão dispostos na Tabela 6. A partir dos valores de pressão (altura nanométrica) e da vazão nominal é possível selecionar a bomba de incêndio.

Tabela 6: Dimensionamento do sistema.

Trecho	Vazão (l/s)	Vazão (m ³ /s)	Diâmetro mangueira (mm)	Diâmetro tubulação (mm)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)			h válvula (mca)	Kch	Perda de carga HW (m/m)	Desnível (m)	Pch (mca)
						Real	Equiv.	Total					
0-1	100,00	0,00167	38	63	1,47	36,55	3,00	39,55	0,549	324,79	0,31	2,50	10,55
1-2	105,14	0,00175	38	63	1,09	29,5	22,30	51,80	0,306	337,52	0,44	-0,70	9,54
Qtotal	205,14	0,00342										0,70	11,69

A partir dos cálculos realizados e das bibliografias consultadas, pode-se verificar que tanto os hidrantes quanto os mangotinhos são aptos a atender a edificação em estudo no que tange a segurança em caso de incêndio, conforme as condições mínimas exigidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso e pela NBR 13.714 (2000). Verificou-se que, os

diâmetros do projeto atendem as pressões mínimas requeridas pela norma, além de que as velocidades obtidas na tubulação também estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma, sendo inferior a 5 m/s no recalque e inferior a 3 m/s no trecho de sucção.

Para a seleção de uma moto bomba para este sistema, foi levado em consideração à vazão total requerida, levando em consideração o uso de ambos os hidrantes simultaneamente e a pressão total.

A pressão requerida na bomba, que é representada pela altura manométrica total, que é resultante das somas das perdas e das tubulações de recalque e sucção e do desnível do reservatório inferior. A partir destes dados, a bomba necessária para este sistema pode ser selecionada através de catálogos dos fabricantes, sendo necessário verificar aquela que possui os parâmetros mais próximos aos calculados.

A capacidade do reservatório para a RTI foi obtido pela multiplicação das vazões dos dois hidrantes pelo tempo de operação mínimo deste sistema, sendo de 30 minutos para edificações de baixo risco, conforme a NTCB 19 e 60 minutos, segundo a NBR 13.714/2000. Desta maneira, se considerados o tempo de 30 minutos, o volume do RTI seria de 6.154,2 litros, sendo que a mesma norma afirma que o reservatório deve possuir no mínimo 8 m³ de reserva para RTI. Quando considerados os 60 minutos estabelecidos pela NBR, o reservatório teria uma capacidade de 12.308,4 litros.

5. CONCLUSÃO

Um sistema de hidrantes ou mangotinhos fornece mais recursos e suprimentos para o combate ao princípio de incêndio pelo fornecimento de água ao Corpo de Bombeiros, a brigada de incêndio e/ou as pessoas que frequentam a edificação dotada deste sistema.

Os hidrantes servem de reforço ou até mesmo complemento ao extintor de incêndio, que é o equipamento mais presente nas edificações. Uma edificação com um sistema de hidrantes não está isenta da instalação de extintores de incêndio. Um sistema de hidrantes possui um maior poder de combate devido a quantidade de agente extintor, ou seja, de água que se encontra a sua disposição por intermédio da RTI da edificação.

Além do sistema de hidrantes ou mangotinhos é necessário a correta disposição de outros sistemas de combate a incêndio, como os extintores de incêndio, devendo ser propriamente dimensionados conforme a edificação. Além disso, é imprescindível a instalação de alarmes de incêndio que alertam os usuários da edificação em caso de sinistro.

Para um melhor desempenho desse sistema hidráulico é fundamental que os usuários da edificação estejam familiarizados, confiantes e motivados a utilizar o sistema na ocorrência de sinistro. O que difere um sistema de mangotinhos é a sua facilidade de operação devido as suas pequenas vazões e diâmetros das mangueiras, que propiciam agilidade e facilidade ao combate ao incêndio em sua fase inicial pelos usuários.

Já o hidrante, o seu uso é um pouco mais complexo, a mangueira deve ser totalmente desenrolada e depois conectada ao registro de globo, o esguicho regulável deve ser plugado na ponta da mangueira e o registro aberto para a que a água seja liberada. No geral, a mangueira de hidrante requer treinamento prático antes do seu uso, que ocasiona uma grande desvantagem para os usuários do sistema, além de que devido a a alta vazão e ao seu diâmetro geram uma mangueira pesada de difícil manuseio por uma única pessoa. Os mangotinhos são mais simples, sendo necessário apenas puxar a mangueira, a desenrolar e girar a válvula de abertura rápida para que a água seja desbloqueada.

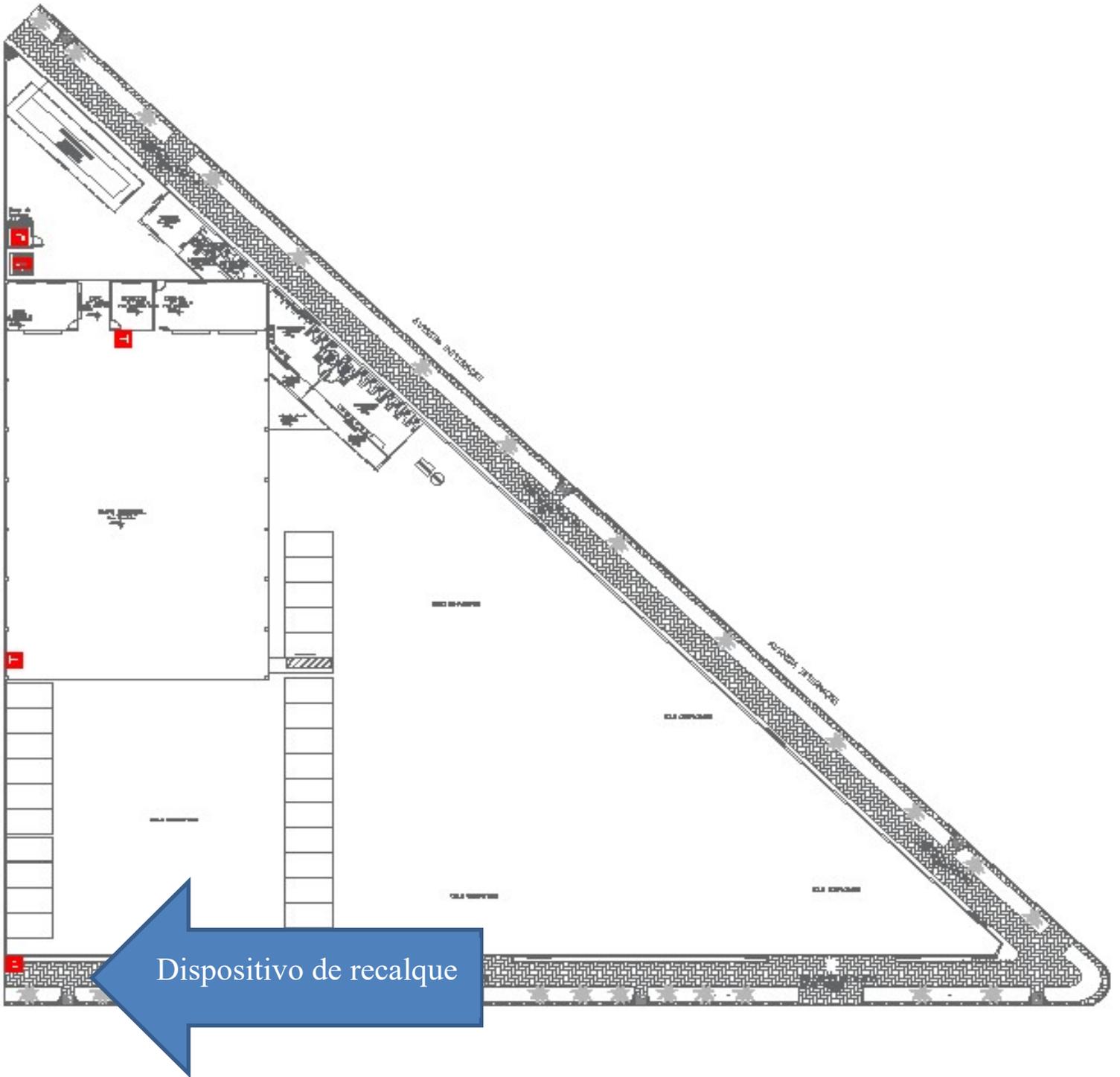
Desta maneira, pelo praticidade o sistema por mangotinhos é o mais vantajoso, Principalmente quando se considera a utilização do sistema por uma pessoa leiga no momento

do incêndio, onde cada segundo perdido na montagem da mangueira no sistema por hidrantes é precioso.

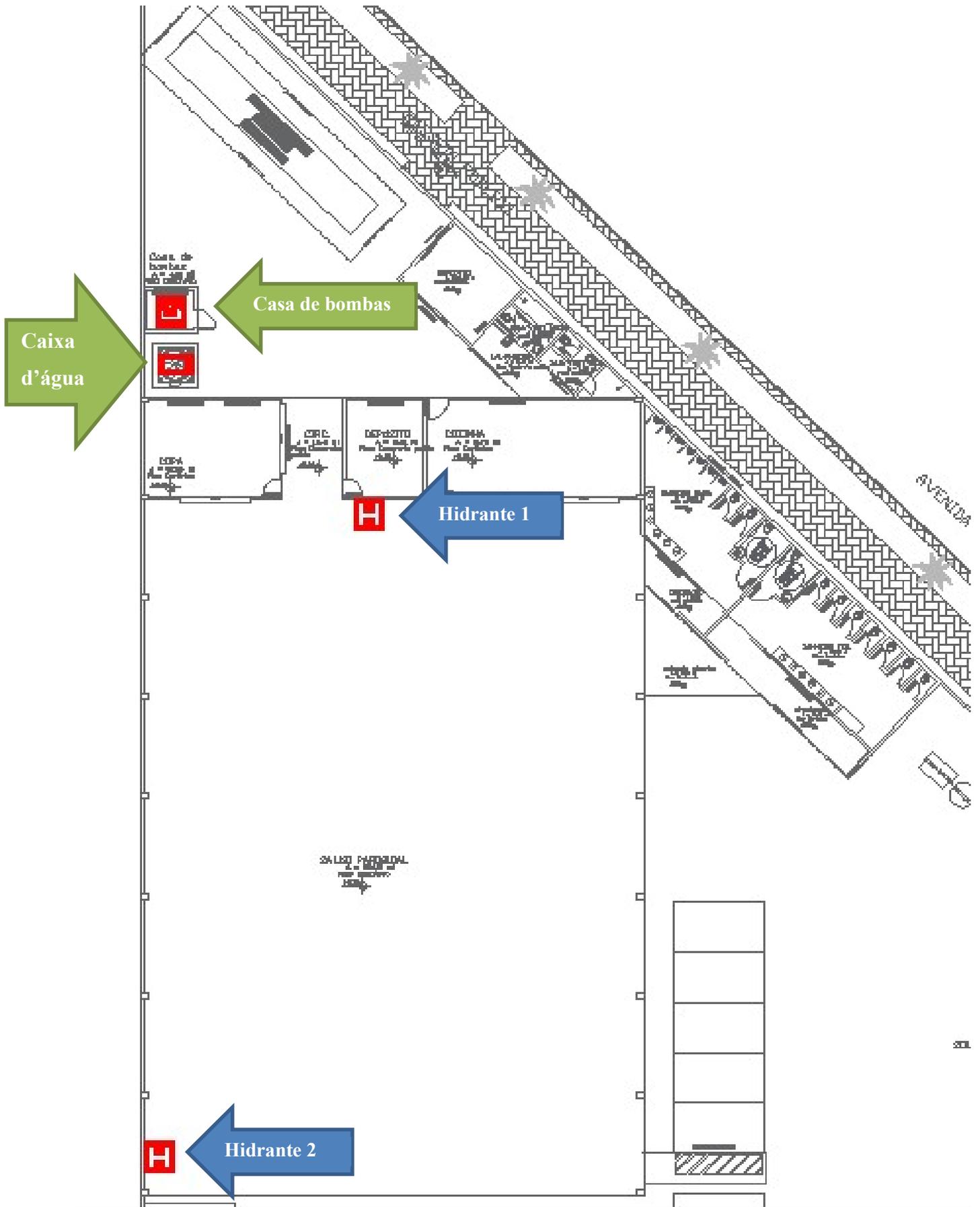
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- BRASIL. **Segurança contra Incêndios em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2014.
- BRASIL. **Segurança contra Incêndios em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2014.
- BRENTANO, T. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas**. 3º. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2007.
- FLORES, B.; ORNELAS, E.; DIAS, L. **Fundamentos de Combate a incêndio**. 1º. ed. Goiânia: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2016.
- GILL, A.; OLIVEIRA, S.; NEGREISOLO, W. **Aprendendo com os grandes incêndios**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- GROSSO, C. D. B. M. D. E. D. M. **Lei de Segurança Contra Incêndio e Pânico de Mato Grosso**. Mato Grosso: CBMMT, 2016.
- GROSSO, C. D. B. M. D. E. D. M. **NTCB 07**: Carga de incêndio. Mato Grosso: CBMMT, 2017.
- GROSSO, C. D. B. M. D. E. D. M. **NTCB 19**: Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. Mato Grosso: CBMMT, 2019.
- LOPES, S.; MARTINS, D.; DA SILVEIRA JUNIOR, D. **Manual de montagem de estabelecimento**. Goiás: Corpo de Bombeiros do estado de Goiás, 2000.
- MAIA, E. E. A. Planejamento do layout e dimensionamento de extintores de incêndio em uma empresa do segmento de panificações - um estudo de caso.. **XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Fortaleza, 2015.
- MARCATTI, J.; BERQUÓ FILHO, J.; COELHO FILHO, H. **Compartimentação e afastamento entre edificações**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- OLIVEIRA, L.; GUIMARÃES, A.; GONÇALVES, O. **Sistemas de Combate a Incêndio com Água**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- ONO, R.; VALENTIN, M.; VENEZIA, A. **Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- SCIER. **Segurança contra incêndio em edificações**. Espírito Santo: FIREK educação continuada, 2018.
- SCIER. **Segurança contra incêndio em edificações**. Espírito Santo: FIREK educação continuada, 2018.
- SEITO, A. E. A. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- TÉCNICAS, A. B. D. N. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro: ABNT , 1997.
- TÉCNICAS, A. B. D. N. **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate à incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- TÉCNICAS, A. B. D. N. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro: ABNT , 2013.

ANEXO B - Disposição do dispositivo de recalque.



ANEXO C - Disposição do dispositivo de recalque.



ANEXO D - Detalhamento isométrico do sistema de hidrantes.

