



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



VITOR GUILHERME DOS REIS

**SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO DE
UM PRÉDIO COMERCIAL NA CIDADE DE UBERLÂNDIA -
MG**

UBERLÂNDIA
2018

VITOR GUILHERME DOS REIS

**SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO DE
UM PRÉDIO COMERCIAL NA CIDADE DE UBERLÂNDIA -
MG**

Projeto apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Instituição Universidade Federal de
Uberlândia.

Orientador: André Luiz de Oliveira

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado em toda essa caminhada.

Aos meus pais e ao meu irmão, por terem sido o suporte ao longo de toda minha vida e terem feito o possível e o impossível durante toda minha vida.

Aos meus amigos, por terem me ajudado nos momentos em que tive mais dificuldades, me incentivando e dando conselhos.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realizar este sonho.

E por fim ao meu orientador, André Luiz de Oliveira, por todo ensinamento dedicado durante esse período.

RESUMO

Caso ocorra em uma edificação, o fogo pode propagar-se rapidamente para outras estruturas, especialmente se elas não estiverem de acordo com as normas de segurança, por isso, muitos municípios contam com os serviços do corpo de bombeiros para extinguir possíveis incêndios rapidamente. Um Incêndio é uma ocorrência de fogo não controlado, que pode ser extremamente perigosa para os seres vivos e as estruturas podendo produzir a morte, geralmente por inalação dos gases (provocando desmaio) ou pelas queimaduras graves. Os incêndios em edifícios podem começar de diversas maneiras como problemas nas instalações elétricas, acidentes na cozinha, utilização de velas de cera ou cigarro. Neste sentido, quando os incêndios ocorrem, as edificações devem estar preparadas para seu correto combate. Assim, é previsto neste trabalho o dimensionamento dos sistemas de extintores e de hidrantes para uma edificação comercial. Preliminarmente, o trabalho descreve como se dá o desenvolvimento do incêndio e a forma de combatê-lo, com foco posterior aos sistemas anteriormente citados. A metodologia aplicada no mesmo é baseada nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de Minas Gerais, uma vez que este é o órgão que fiscaliza os projetos de combate a incêndio da cidade de Uberlândia, Minas Gerais.

Palavras-chaves: Incêndio, Projeto, Extintores, Hidrantes.

ABSTRACT

If it occurs in a building, fire can spread quickly to other structures, especially if they do not meet safety standards, so many counties rely on fire services to extinguish fires quickly. A fire is an uncontrolled fire hazard, which can be extremely dangerous to living things and structures and can cause death, usually by inhalation of gas (causing fainting) or severe burns. Building fires can begin in a variety of ways like electrical installation problems, kitchen accidents, use of wax candles or cigarettes. In this sense, when the fires occur, the buildings must be prepared for their correct combat. Thus, it is foreseen in this work the dimensioning of fire extinguisher and hydrant systems for a commercial building. Preliminarily, the work describes how the fire develops and how to combat it, with a focus after the above mentioned systems. The methodology applied in it is based on the Technical Instructions of the Fire Department of the State of Minas Gerais, since this is the body that supervises the firefighting projects of the city of Uberlândia, Minas Gerais.

Keywords: Fire, Project, Fire extinguishers, Fire hydrants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO.....	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1 CONCEITOS BÁSICOS	10
3.1.1 Formas de extinção do fogo	11
3.1.2 Dinâmica do incêndio	12
3.1.3 Classes de incêndio	13
3.2 SISTEMA DE EXTINTORES.....	14
3.2.1 Número de extintores e sua distribuição	16
3.2.2 Identificação dos extintores	17
3.3 SISTEMA DE HIDRANTES e mangotinhos.....	20
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 SISTEMA DE EXTINTORES.....	24
4.1.1 Fogo das classes A e B.....	25
4.1.2 Fogos das classes C, D e K	26
4.2 SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS.....	26
5 DIMENSIONAMENTO.....	32
5.1 SISTEMA DE EXTINTORES.....	34
5.2 SISTEMA DE HIDRANTES.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tetraedro do fogo.....	11
Figura 2- Rótulo do extintor	18
Figura 3- Anel de Identificação de Manutenção.	19
Figura 4 - Selo INMETRO.	20
Figura 5 - Hidrantes Urbanos.	21
Figura 6 - Hidrante de Recalque.	21
Figura 7 - Dispositivos de recalque no passeio.	22
Figura 8 - Hidrante interno.....	23
Figura 9 - Planta baixa Hotel Pavimento Tipo.	32
Figura 10 - Vista lateral do Hotel.....	33
Figura 11 - Distribuição dos extintores na edificação.	35
Figura 12 – Tubulação.	37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Recomendações para cada unidade extintora	16
Tabela 2 - Capacidade extintora mínima de extintor portátil	17
Tabela 3 - Capacidade extintora mínima de extintor sobre rodas	17
Tabela 4 - Quadro de instruções	18
Tabela 5 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio	24
Tabela 6 - Determinação da unidade extintora e distancia a ser percorrido para risco classe A.....	25
Tabela 7 - Determinação da unidade extintora e distancia a ser percorrida para risco classe B.....	26
Tabela 8 - Distância máxima a ser percorrida para risco classe C, D e K.....	26
Tabela 9 - Tipos de Sistemas de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos.....	28
Tabela 10 - Fator “C” de Hazen-Williams	29
Tabela 11 - Tipo de Sistema e Volume de Reserva de Incêndio mínima (m ³)	30
Tabela 12 - Carga de incêndio	34
Tabela 13 - Classificação da edificação	34
Tabela 14 - Tipo de Hidrante.....	36

1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios da humanidade, a descoberta do fogo representou uma grande evolução na vida humana, pois com ele o homem conseguiu se aquecer no inverno, cozinhar seus alimentos, afastar animais selvagens, iluminar o seu ambiente e serviu como auxílio na fundição de ferramentas para sua proteção e caça (MARCIA COSTA, 2018).

Com o domínio e a utilização do fogo pelo ser humano veio a necessidade da prevenção e combate a incêndio. Pois, o fogo, que tanta ajuda deu ao homem, quando fora de controle possui uma capacidade imensa de destruição, através dos denominados incêndios. Seus efeitos são destruidores, tanto na forma de perdas patrimoniais como também humanas. Com o intuito de proteger-se, uma série de medidas de combate ao fogo foram sendo criadas, bem como o desenvolvimento de novos equipamentos, novas técnicas e o mais importante, novas legislações e constantes atualizações das mesmas (GOMES, 2014).

A proteção contra incêndio deve ser analisada em três aspectos principais, o combate ao fogo propriamente dito, a proteção passiva e ativa. O presente trabalho irá se aprofundar na proteção ativa, no qual, com base nas instruções técnicas do corpo de bombeiros do estado de Minas Gerais, aborda o dimensionamento dos sistemas de extintores e hidrantes de um prédio comercial.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO

Realizar o dimensionamento, de acordo com as Instruções técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais, dos extintores e hidrantes de um prédio comercial, localizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo tem como fundamento revisar a bibliografia dos temas utilizados no trabalho, para consolidar o conhecimento necessário para a elaboração do projeto.

3.1 CONCEITOS BÁSICOS

Em uma prevenção e combate mais eficiente do incêndio, deve ser realizado um estudo do fogo em todos os aspectos. Para isso, o primeiro entendimento do que é o fogo, que é um processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz (NBR 13860, 1997).

Para que ocorra esse processo de combustão é necessário a presença de três elementos simultâneos, oxigênio, calor e combustível.

Para iniciar a queima é necessário uma energia, neste caso é o calor, já o combustível pode ser encontrado no estado gasoso, líquido e/ou sólido e é qualquer material que tem a capacidade de entrar em combustão. O oxigênio funciona como comburente, que associado ao combustível, leva à queima (GOMES, 2014).

A junção desses elementos forma a clássica figura do Triângulo do Fogo, mas para manter o fogo é necessário um quarto elemento, a reação em cadeia, que nada mais é que a relação dos eventos que mantém o fogo autossustentável enquanto os outros três elementos estiverem presentes. Todos os quatro elementos juntos formam o tetraedro do fogo (Figura 1), e para a extinção do incêndio, basta isolar um ou mais dos elementos (MARCIA COSTA, 2018).

Figura 1 - Tetraedro do fogo.



Fonte: Marcia Costa (2016).

3.1.1 Formas de extinção do fogo

Quando da ocorrência do foco de incêndio, as ações de combate devem seguir quatro princípios básicos, descritos a seguir:

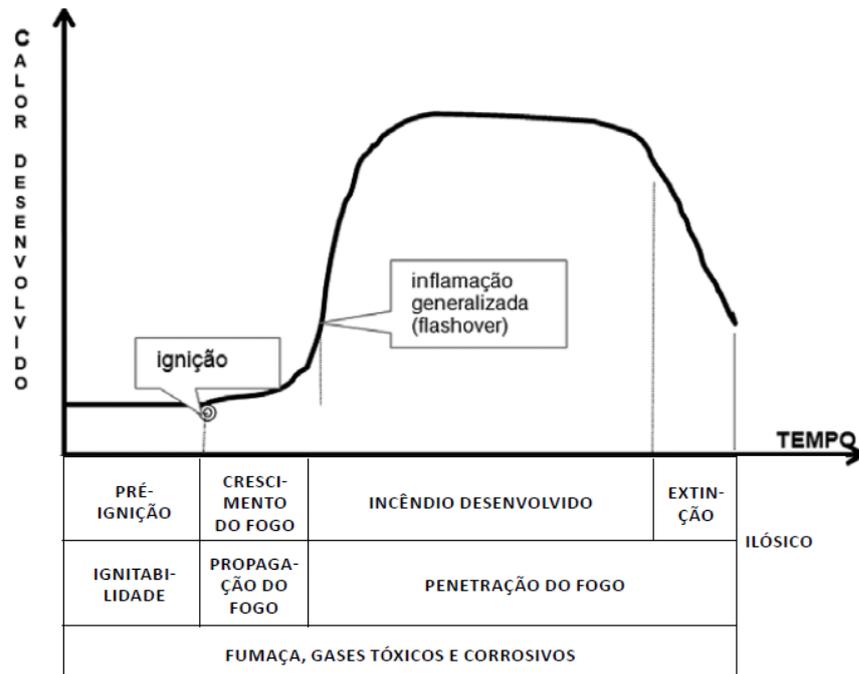
- **Abafamento:** É através do abafamento que se impede que o elemento comburente, neste caso o oxigênio, se junte aos demais elementos, e não havendo concentração suficiente deste no ar para reagir, não terá fogo (OLIVEIRA FILHO, 2016).
- **Resfriamento:** Consiste na remoção ou diminuição do calor no material incendiado, diminuindo a taxa de vapores que reajam com o oxigênio, impedindo a proliferação do fogo. O agente mais utilizado neste caso é a água (GOMES, 2014).
- **Retirada do material:** É o processo em que se isola as chamas. O método tem como principal função a remoção ou controlo combustível que não foi atingido pela combustão (OLIVEIRA FILHO, 2016).
- **Quebra da reação em cadeia:** Esse processo de extinção do fogo, se dá na introdução de substâncias ou materiais inibidores da capacidade reativa do comburente com o combustível, impedindo a quebra das moléculas do combustível (OLIVEIRA FILHO, 2016).

3.1.2 Dinâmica do incêndio

Os incêndios desenvolvem-se em três estágios ou fases. Conhecendo as diferentes fases, pode-se compreender melhor todo o desenvolvimento e assim, combater o incêndio com as ferramentas mais adequadas para cada uma das etapas demonstradas a seguir:

- No primeiro estágio ou pré-ignição: é a etapa de mais fácil controle, visto que o calor e a fumaça como ainda são reduzidos, facilita a aproximação para o combate. Esta fase se divide em duas, abrasamento e chamejamento. A característica do abrasamento é a falta de chamas, pouca produção do calor e pela pouca liberação de fumaça. No chamejamento já surge as chamas e aumento da liberação de fumaça (MARCIA COSTA, 2018).
- No segundo estágio ou crescimento do incêndio: o fogo se propaga para os materiais adjacentes e teto, e a temperatura da camada superior de fumaça atinge 600°C. Nesta fase há o súbito espalhamento das chamas a todo o material combustível existente no local. Este fenômeno é conhecido por “*flashover*” (combustão súbita generalizada) (MARCIA COSTA, 2018).
- Já no terceiro e último estágio: todos os materiais combustíveis estarão em combustão e a temperatura ambiente poderá atingir valores acima de 1100°C. Desnecessário afirmar que, neste ponto, o incêndio está fora de controle e não é possível o acesso ao foco, sendo o combate indireto (MARCIA COSTA, 2018).

Gráfico 1 - Evolução do incêndio



Fonte: seito et al. (2008, p.22).

3.1.3 Classes de incêndio

Como mostrado na NBR 12693:2013 a natureza do fogo está dividida em cinco classes:

- **Classe A:** Fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos, que queimam em superfície e profundidade através do processo de pirólise, deixando resíduos;
- **Classe B:** Fogo envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície;
- **Classe C:** Fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados;
- **Classe D:** Fogo em metais combustíveis, tais como magnésio, titânio, zircônio, sódio, potássio e lítio;
- **Classe K:** Fogo em óleos e gorduras, animais e vegetais, utilizados na cocção de alimentos.

De acordo com Gomes (2018), existe ainda mais uma classe, pouco conhecida no Brasil, mas adotada em normas internacionais

- Classe E: fogo que envolve materiais radioativos e químicos em grandes proporções, necessitando de equipamentos e equipes com treinamento específico.

3.2 SISTEMA DE EXTINTORES

De acordo com Nogueira (2017), o bom uso de um sistema de extintores depende não apenas do equipamento, mas da sua manutenção e de um uso com eficiência. É de grande valia conhecer as características que diferem a origem do incêndio, se o material está energizado eletricamente, se tem material combustível envolvido, se há gordura animal ou vegetal, o que vai exigir a utilização de extintores próprios para cada tipo de princípio de incêndio.

Os extintores são divididos em dois tipos: os portáteis, onde sua massa total não deve ultrapassar os 20 kg e os extintores sobre rodas, onde seu peso não pode ultrapassar 250 kg, e deve ser transportado e manuseado apenas por uma pessoa.

O agente extintor, que é a substância utilizada para extinção do fogo, é uma das formas utilizadas para classificar os extintores, e de forma geral, estes são divididos em quatro tipos:

- Água: É indicada para incêndios de classe A, e nunca será empregada nos fogos do tipo B e C. Ela atua resfriando o material que está em combustão (MARCIA COSTA, 2018).
- Espuma: Indicada para incêndios de classe A e B, não pode ser empregada nos incêndios do tipo C, pois tem água em sua composição que conduz corrente elétrica. Este atua por resfriamento e abafamento (MARCIA COSTA, 2018).
- Dióxido de carbono (CO₂): Substitui a espuma em produtos que causam a dissolução do mesmo, tais como acetona, álcool metílico, butílico e etílico. O CO₂ não é corrosivo, não deixa resíduos e não perde suas características com

o tempo. É indicado para incêndios de classe C, mas também pode ser utilizado classe B e no início de incêndios de classe A (MARCIA COSTA, 2018).

- Pó Químico Seco (PQS): O agente extintor é o bicarbonato de potássio ou de sódio. Este é indicado para incêndios de classe C, também pode ser indicado para incêndios de classe B e C, para a classe D o pó químico deve ser específico para cada tipo de material (MARCIA COSTA, 2018).

O extintor com agente de múltiplo uso ABC, pode substituir qualquer tipo de extintor de classes específicas A, B e C dentro de uma edificação ou área de risco (IT 16-MG (2017)).

De acordo com a Instrução Técnica 16-MG (2017), a seleção dos extintores para cada situação deve ser determinada pelas características e tamanho do fogo esperado, tipo de construção e sua ocupação, risco a ser protegido e as condições de temperatura do ambiente. A sua instalação deve ser de maneira que:

- a) Seja visível, para que todos os usuários fiquem familiarizados com a sua localização;
- b) Permaneça protegido contra intempéries e danos físicos em potencial;
- c) Permaneça desobstruído e devidamente sinalizado;
- d) sejam adequadas as classes de incêndio predominante dentro da área de risco a ser protegida;
- e) Tenha menor probabilidade de o fogo bloqueie o seu acesso.

A Instrução Técnica 16-MG (2017), diz ainda que os extintores portáteis devem ser fixados de forma que a parte inferior fique no mínimo a 0.20m do chão e de no máximo 1,60m do piso acabado. Quando for instalada em abrigos embutidos na parede ou divisórias, além da sinalização, deve existir uma superfície transparente que possibilite a visualização do extintor no interior do abrigo e é proibido que esses abrigos fiquem trancados. Deve ter, no mínimo, um deste na porta principal de acesso a edificação, e não deve ultrapassar uma distância de cinco metros.

Já os extintores de incêndio sobre rodas devem ser instalados para a proteção de áreas de alto risco onde for necessário a alta vazão do agente extintor, maior tempo de descarga e alcance de jato, tais como: postos de combustíveis, helipontos, subestações elétricas e outros locais onde houver manipulação e/ou armazenamento

de explosivos, inflamáveis ou combustíveis cujos reservatórios não estejam enterrados. Este extintor é complementar aos portáteis necessários para a edificação ou área de risco, devendo ser fixados em pontos estratégicos, sendo sua proteção restrita ao nível do piso em que se encontram. A distância máxima a ser percorrida para se atingir um extintor sobre rodas deve ser de uma vez e meia os valores estabelecidos para os extintores portáteis (IT 16-MG (2017)).

3.2.1 Número de extintores e sua distribuição

O número de extintores que devem ser instalados em uma edificação deve obedecer a Tabela 1, abaixo, que leva em conta apenas o risco de incêndio e também estabelece a distância máxima a ser percorrida por qualquer ocupante da edificação, no momento do incêndio, desde o local de permanência do extintor até qualquer ponto da área a ser protegida. Com base no critério de distância máxima e de área coberta por cada unidade extintora, é possível realizar a distribuição dos extintores (GOMES, 2014).

Tabela 1 - Recomendações para cada unidade extintora

ÁREA COBERTA P/ UNIDADE DE EXTINTORES	RISCO DE FOGO	CLASSE DE OCUPAÇÃO * Segundo Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil - IRB(*)	DISTÂNCIA MÁXIMA A SER PERCORRIDA
500 m ²	pequeno	"A" - 01 e 02	20 metros
250 m ²	médio	"B" - 02, 04, 05 e 06	10 metros
150 m ²	grande	"C" - 07, 08, 09, 10, 11, 12 e 13	10 metros

Fonte: Norma Regulamentadora 23 (2018).

A capacidade extintora mínima de cada tipo de extintor, para que se constitua uma unidade extintora, está nas Tabelas 2 e 3 a seguir:

Tabela 2 - Capacidade extintora mínima de extintor portátil

Tipo de carga	Capacidade Extintora Mínima
Água	2-A
Espuma Mecânica	2-A: 10-B
Dióxido de Carbono	5-B:C
Pó BC	20-B:C
Pó ABC	2-A: 20-B:C
Compostos Halogenados	5-B: C

Fonte: IT16-MG (2017).

Tabela 3 - Capacidade extintora mínima de extintor sobre rodas

Tipo de carga	Capacidade Extintora Mínima
Água	6-A
Espuma mecânica	6-A: 40-B
Dióxido de carbono	10-B:C
Pó BC	80-B:C
Pó ABC	6-A; 80-B:C

Fonte: IT16-MG (2017).

O dimensionamento do número de extintores utilizando a NBR 12693/2013 ou a IT 16/2017 terão como critérios principais a carga de incêndio da edificação e a capacidade extintora. A capacidade extintora é o poder do agente extintor de extinguir o fogo, obtido em ensaio prático e normatizado, e a maneira mais correta de conseguir esse dado é consultando as informações dadas pelo fabricante do extintor de incêndio escolhido (GOMES, 2014).

3.2.2 Identificação dos extintores

Todo extintor deve possuir rótulo, no qual, deve conter informações do agente extintor e o tipo de incêndio em que deve ser usado. As classes de fogo que o extintor não abrange deve ser assinalado como na Figura 2, pois nem sempre o manuseio deste é feito por pessoas treinadas (NOGUEIRA, 2017).

Figura 2- Rótulo do extintor



Fonte: Nogueira (2017).

“De uma forma mais completa há exigências pela ABNT e pelo INMETRO de um quadro de instruções com no mínimo as informações da Tabela 4” (NOGUEIRA, 2017).

Tabela 4 - Quadro de instruções.

O tipo e a carga nominal de agente extintor;
O valor (em kg ou litros) da carga nominal de agente extintor;
Classe de incêndio;
Norma de fabricação;
Capacidade extintora;
Instruções de operação (tamanho das letras não inferior a 5mm);
Faixa de temperatura de operação;
Pressão normal de carregamento para extintores de pressurização direta;
A descrição do gás expelente e sua quantidade, para extintores de pressurização indireta;
O termo “recarregar, quando aplicável, imediatamente após o uso ou ao termino da garantia”;
A expressão “carga para baixa temperatura”, quando aplicável;
Declaração de uso de aditivo anticongelante ou anticorrosivo, quando aplicável;
Informações complementares ao consumidor;
Razão social;
CNPJ, endereço da empresa registrada prestadora de serviço.

Fonte: Adaptada de Fabricio Nogueira, 2017.

Este quadro de instruções deve ser feito sempre pela última empresa que fez a manutenção dos extintores de incêndio. Esta empresa deve ser responsável pelos lacres que devem estar nos extintores, esses lacres são:

- Anel de identificação externa de manutenção: De acordo com (Nogueira, 2017) este anel trata-se de identificação por anéis com coloração, indicando que o equipamento passou por manutenção naquele ano. O objetivo deste anel é garantir que o extintor tenha sido aberto durante a verificação de componentes e nova pressurização. Há exigência de que sejam usadas cores diferentes de acordo com o ano. A base que regulamenta os anéis e suas cores é a portaria 412/2011, a qual orienta as cores que devem ser usadas até 2018.

Figura 3- Anel de Identificação de Manutenção.



Fonte: Fabricio Nogueira (2017).

- Selo INMETRO: Neste selo consta a data de manutenção do extintor, onde as informações com a data da manutenção devem ser destacadas pela empresa responsável (NOGUEIRA, 2017).

Figura 4 - Selo INMETRO.



Fonte: Fabricio Nogueira (2017).

3.3 SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

O sistema de hidrantes e mangotinhos é um sistema fixo de combate a incêndio. É constituído por tomadas de incêndio, que são distribuídos, de acordo com o projeto, em locais da edificação, nas quais pode ter uma ou duas saídas de água. Essas tomadas são formadas por válvulas angulares de 40mm ou 65mm de diâmetro nominal, de acordo com o diâmetro da mangueira de hidrante, com seus tampões e adaptadores (BRENTANO, 2017).

Geralmente, os hidrantes são divididos em três tipos, a saber:

- **Hidrantes externos (HE):** Esse tipo de hidrante não é de responsabilidade da edificação, mas deve ser abastecido pela companhia de água da cidade. Estes são instalados nas calçadas e possuem um registro, para que não seja aberto por qualquer pessoa. Para sua abertura, o corpo de bombeiros possui uma chave específica no qual é utilizada para liberar o fluxo de água. (FABRICIO NOGUEIRA, 2018). Também é comum tratar como hidrante externo aquele fora da projeção da edificação, entretanto, dentro da área particular, que, nestes casos, tem a mesma configuração dos hidrantes internos.

Figura 5 - Hidrantes Urbanos.



Fonte: Corpo de Bombeiros de Rondônia (2018).

- **Hidrantes de recalque (HR):** Normalmente são enterrados, quando estão nas calçadas, e de coluna, quando são encontrados em passeios. A função principal deste dispositivo é o abastecimento da reserva técnica de incêndio, abastecimento este feito através do caminhão do corpo de bombeiros em ocasiões de emergência, mas se um caminhão do corpo de bombeiro necessitar da água da reserva da edificação para atender uma outra emergência, ele poderá fazer uso da reserva técnica para reabastecer. Por isso as válvulas devem ser instaladas para que seja permitido o fluxo nos dois sentidos. (FABRICIO NOGUEIRA, 2018).

É proibido a instalação do dispositivo de recalque em lugar que tenha movimentação de carros.

Figura 6 - Hidrante de Recalque.

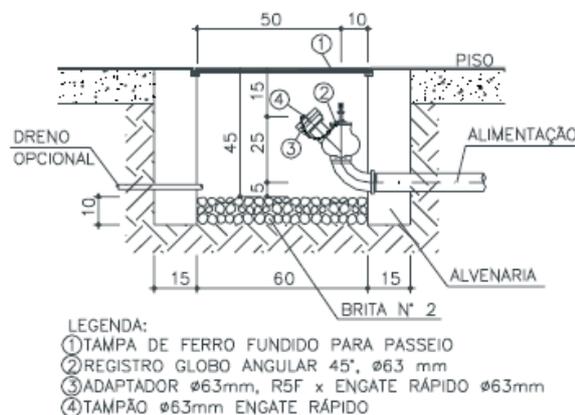


Fonte: Fabrício Nogueira (2018).

Quando o dispositivo de recalque estiver situado em passeio público, deve ter as seguintes características IT17-MG (2015):

- Deve ser enterrado em caixa feita de alvenaria, com fundo permeável ou dreno IT17-MG (2015) IT17-MG (2015);
- A tampa deve ser de ferro fundido ou material semelhante, identificada com a palavra “INCÊNDIO”, com dimensões de 0,40m x0,60m e pintada na cor vermelha IT17-MG (2015);
- Afastamento de 0,50m da guia do passeio IT17-MG (2015);
- A introdução voltada para cima em ângulo de 45° e no máximo a 0,15 metros de profundidade em relação ao piso da calçada IT17-MG (2015);
- Registro tipo globo angular 45° Ø 63mm situado no máximo 0,50m do nível do piso acabado, Classe 300. Esta Válvula deve permitir o fluxo de água nos dois sentidos e instalada de forma a garantir seu adequado manuseio. Possuir vedação etileno propileno, com haste ascendente, com castelo quadrado de uso específico do CBMMG IT17-MG (2015):

Figura 7 - Dispositivos de recalque no passeio.



Fonte: IT17-MG (2015).

- **Hidrantes internos (HI):** São encontrados principalmente na parte interna das edificações comerciais e residenciais. As caixas de hidrante são chamadas de abrigo e é obrigatório que esteja posicionada próximo às saídas de água. Dentre deste abrigo, deve se encontrar mangueira ou mangotinhos e seus componentes. (FABRICIO NOGUEIRA, 2018).

As mangueiras de incêndio devem ser colocadas dentro dos abrigos em ziguezague ou aduchadas conforme especificado na NBR 12779, sendo que as mangueiras semirrígidas podem ser colocadas enroladas, com ou sem o uso de carretéis axiais ou em forma de oito, permitindo sua utilização com facilidade e rapidez (IT17-MG (2015)).

Os abrigos não devem ser instalados a mais de 3,00m da válvula angular ou esferas, abertura rápida, devendo estar em local visível e de fácil acesso. Estes abrigos podem ser de alvenaria com caixa interna metálica, em madeira em fibra ou em vidro laminado, desde que sinalizados de acordo com a IT – 15 – Sinalização de Emergência. Devem ser pintados na cor vermelha, que contenha apoio ou fixação própria, independentemente do tipo de tubulação que abastece o hidrante IT17-MG (2015).

Figura 8 - Hidrante interno.



Fonte: Fabricio Nogueira (2018).

4 METODOLOGIA

4.1 SISTEMA DE EXTINTORES

Antes de começar a classificar a área de atuação dos extintores, é importante que a carga de incêndio, seja dimensionada. Esse cálculo pode ser aplicado a ambientes ou edificações como um todo. O objetivo é garantir que o risco previsto esteja associado à quantidade de extintores necessária para o combate ao foco do fogo. Para fazer isso se baseie na Instrução Técnica 09 de 2009 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais (IT09-MG (2009), NOGUEIRA, 2017).

“A carga de incêndio pode ser entendida como a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço” (IT 16-MG (2017)).

Após o dimensionamento da carga de incêndio, adicionamos a informação da capacidade extintora, que está balizada por ensaios normatizados, logo será possível chegar ao projeto do sistema de extintores compatível com a carga de incêndio estudada (NOGUEIRA, 2017). Os riscos deste foram padronizados da seguinte forma:

Tabela 5 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio.

Risco	Carga Incendio*
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Acima de 300 até 1200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200 MJ/m ²

Fonte: IT16-MG (2017).

Para identificar em qual carga de incêndio o ambiente estudado se aplica, devemos conhecer dois tipos de cálculos possíveis a serem aplicados: o método probabilístico e o método determinístico (NOGUEIRA, 2017).

No método probabilístico é utilizado a tabela ANEXO A – Cargas de incêndio específicas por ocupação (IT09-MG) que de acordo com estudos probabilísticos apresenta a carga de incêndio que pode existir na maioria das edificações. Ocupações que não estiverem listadas nas instruções técnicas podem ser aproximadas por similaridade com outras edificações (NOGUEIRA, 2017).

Já no método determinístico aplica-se uma fórmula, com objetivo de calcular a carga de incêndio específica para edificações destinadas a depósitos, explosivos e ocupações consideradas especiais (NOGUEIRA, 2017).

Todo equacionamento e tabelas necessárias para resolução desse método baseia na Instrução Técnica 09 de 2009 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais (IT09-MG (2009)), encontrada no ANEXO B.

Após a determinação da carga de incêndio, é possível classificar o risco da edificação de acordo com a Tabela 5. Com a determinação do risco obtém-se a capacidade extintora mínima e a distância máxima a ser percorrida por cada extintor de acordo com sua classe.

Para obter esta capacidade extintora mínima e a distância máxima é utilizada a Instrução Técnica 16 de 2017 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais (IT16-MG (2016)).

4.1.1 Fogo das classes A e B

Para determinar a capacidade extintora mínima dos extintores de incêndio e a distância máxima a ser percorrida, de acordo com o risco, deve-se utilizar as Tabelas 6 e 7 (IT16-MG (2016)).

A distância máxima a ser percorrida será de 50m, nos casos de extintores que forem ser instalados em garagens e estacionamentos descobertos, que devem possuir a medida de segurança contra incêndio e pânico “Hidrantes e mangotinhos” protegendo a área de estacionamento nos moldes da Instrução Técnica 17 que diz respeito ao sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.

Tabela 6 - Determinação da unidade extintora e distancia a ser percorrido para risco classe A.

Risco	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida
Baixo	2-A	20 m
Médio	3-A	20 m
Alto	3-A	15 m
	4-A	20 m

Fonte: Fonte: IT16-MG (2017).

Tabela 7 - Determinação da unidade extintora e distancia a ser percorrida para risco classe B.

Risco	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida
Baixo	20-B	15 m
Médio	40-B	15 m
Alto	40-B	10 m
	80-B	15 m

Fonte: IT16-MG (2017).

4.1.2 Fogos das classes C, D e K

Os extintores de classe C, deve ser os não condutores de eletricidade, para que os operadores em situação de risco se mantenham protegidos. Os de classe D devem ser considerados os metais combustíveis específico, sua configuração e a área a ser protegida. Já os de classe K devem ser baseados nos combustíveis específicos, seu volume e área a ser protegida, e como ainda não tem norma especifica para este tipo de classe de extintores, poderá ser adotado os compatíveis da classe B (IT16-MG (2016)).

A distância máxima a ser percorrida por cada uma dessas classes está na Tabela 8, a seguir.

Tabela 8 - Distância máxima a ser percorrida para risco classe C, D e K.

Classe do fogo	Distância máxima a ser percorrida
C	20 m
D	20 m
K	15 m

Fonte: IT16-MG (2017).

4.2 SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

A metodologia para todo o dimensionamento do sistema de hidrantes e mangotinhos utilizada neste trabalho é baseada na Instrução Técnica 17 do Corpo de Bombeiros do estado de Minas Gerais.

A primeira coisa a se pensar em relação aos hidrantes e mangotinhos, antes de seu dimensionamento, é a sua distribuição. De acordo com o item 5.7 da Instrução Técnica 17, os hidrantes devem ser distribuídos da seguinte maneira:

- Os pontos de tomada de água devem ser posicionados:
 - “Nas proximidades das portas externas, escadas e/ou acesso principal a ser protegido, a não mais de 10m” (IT17-MG (2015));
 - Em posição central (IT17-MG (2015));
 - Fora das escadas ou antecâmaras de fumaça, e de 1,0 a 1,5 metro do piso (IT17-MG (2015)).
- Em caso de projetos que utilizem hidrantes externos, deverá atender o afastamento mínimo de 15m ou uma vez e meia a altura da parede externa da edificação a ser protegida, podendo utilizar no máximo 60m de mangueira, de preferência, em lances de 15m, desde que seja devidamente dimensionada por cálculo hidráulico. É recomendado o uso de mangueiras de 65mm de diâmetro para reduzir a perda de carga e o último lance de 40mm para que o manuseio se torne mais fácil (IT17-MG (2015)).
- A localização do sistema, quando estiver sendo utilizado, não deve comprometer a fuga dos ocupantes da edificação, então, deve ser projetado de uma maneira que dê proteção para toda edificação, sem a necessidade de entrar nas escadas, antecâmaras ou outros locais determinados exclusivamente para servirem de rota de fuga dos moradores (IT17-MG (2015)).
- Quando não for possível o afastamento de no mínimo de 15m, os hidrantes externos devem ser localizados em um local que a probabilidade de danos pela queda de paredes seja pequena e que impeça que o operador seja bloqueado pela fumaça e fogo (IT17-MG (2015)).

Para o dimensionamento, deve considerar o uso simultâneo dos dois hidrantes mais desfavoráveis, ou seja, aquele que proporciona menor pressão dinâmica no esguicho, considerando em cada jato de água, no mínimo, as vazões obtidas pela Tabela 9. O dimensionamento consiste na determinação do caminho das tubulações,

dos diâmetros dos acessórios, que são necessários para garantir o funcionamento do sistema (IT17-MG (2015)).

Tabela 9 - Tipos de Sistemas de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos.

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simple	100 ²
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ³	Simple	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Notas:

1) acima de 30 m de comprimento de mangueiras semi-rígidas é obrigatório o uso de carretéis axiais.

2) para edificações do Grupo A, será adotada a vazão mínima de 80 LPM.

3) para as edificações A2 e A3, poderá ser utilizado 45 m de mangueiras, caso o trajeto real a percorrer pelo operador ultrapasse 30 m.

Fonte: IT17-MG (2015).

Em qualquer dimensionamento, é recomendado a utilização de esguichos reguláveis para melhor efetividade do combate, desde que seja atendido a vazão mínima para cada esguicho, conforme tabela 9 acima, e o alcance do jato compacto produzido não seja inferior a 8m, medida está feita a partir da saída do esguicho ao ponto de queda do jato, com o jato paralelo ao solo Fonte: IT16-MG (2017).

É recomendado que o sistema seja dimensionado de uma forma em que a pressão máxima em qualquer ponto não ultrapasse o valor de 100 mca (metros de coluna d'água). Só será aceito situações que requeiram pressões superiores, desde que comprovado a adequação técnica dos componentes empregados (IT17-MG (2015)).

O cálculo hidráulico da somatória de perda de carga, deve ser feito adequadamente, sendo que o resultado alcançado tem que satisfazer a uma das seguintes equações a seguir (IT17-MG (2015)):

- Darcy-Weisbach (formula universal) e formula geral para perdas de carga localizadas:

$$h_f = f * \left(\frac{L * v^2}{D * 2 * g} \right) + k * \left(\frac{v^2}{2 * g} \right) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

h_f - Perda de carga, em metros de coluna d'água;

f – Fator de atrito (Diagramas de Moody e Hunter-Rouse), onde $f_{mangueira}=0,031$ e $f_{tubo}=0.029$;

L – Comprimento da tubulação (tubos), em metros;

D – Diâmetro interno, em metros;

v – Velocidade do fluido, em metros por segundo;

g – Aceleração da gravidade em metros por segundo, por segundo;

k – Somatória dos coeficientes de perda de carga das singularidades (conexões).

- Hazen-Williams:

$$h_f = J * (605 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * 10^4) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

h_f – Perda de carga em metros de coluna d'água;

L_t – Comprimento total, sendo a soma dos comprimentos da tubulação e dos comprimentos equivalentes das conexões;

J – Perda de carga por atrito em metros por metros;

Q – Vazão, em litros por minuto;

C – Fator de Hazen-Williams (conforme Tabela 10);

D – Diâmetro interno do tubo, em milímetros.

Tabela 10 - Fator "C" de Hazen-Williams.

Tipo de tubo	Fator "C"
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Plástico	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150
Nota - Os valores de "C" de Hazen Willians são válidos para tubos novos	

Fonte: IT17-MG (2015).

“A velocidade da água no tubo de sucção das bombas de incêndio não deve ser superior a 2m/s (sucção negativa) ou 3m/s (sucção positiva)”, nas tubulações este valor não deve ser superior a 5m/s (IT17-MG (2015)), a qual deve ser calculada da seguinte forma:

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

V – Velocidade da água, em metros por segundo;

Q – Vazão da água, em metros cúbicos por segundo;

A – Área interna da tubulação, em metros quadrados (Onde o cálculo da área deve ser considerado o diâmetro interno da tubulação).

A reserva técnica de incêndio e o tipo de sistema de hidrantes deve ser definido conforme Tabela 11 (IT17-MG (2015)), a seguir:

Tabela 11 - Tipo de Sistema e Volume de Reserva de Incêndio mínima (m³).

Área das edificações e áreas de risco (m ²)	Grupo/Divisão				
	A-2, A-3, C-1, D-2, E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	B-1; B-2, C-3, F-5, F-6, F-7, F-9 e H-4	F-10, G-5, L-1 e M-1	I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 3.000	Carga Incêndio > 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4	Carga Incêndio > 800 MJ/m ² C-2, I-2, J-3	Carga Incêndio > 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4	Carga Incêndio > 800 MJ/m ² C-2, I-2, J-3	Carga Incêndio > 300 MJ/m ² F-1
	Carga Incêndio até 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4, F-1	Carga Incêndio acima de 300 até 800 MJ/m ² C-2, I-2 e J-3	Carga Incêndio > 300 MJ/m ² D-1, D-3, D-4	Carga Incêndio > 800 MJ/m ² C-2, I-2, J-3	Carga Incêndio > 300 MJ/m ² F-1
Até 3.000	Tipo 1 R.I. 6 m ³	Tipo 2 R.I. 8 m ³	Tipo 3 R.I. 12 m ³	Tipo 3 R.I. 20 m ³	Tipo 3 R.I. 20 m ³
De 3.001 até 6.000	Tipo 1 R.I. 8 m ³	Tipo 2 R.I. 12 m ³	Tipo 3 R.I. 18 m ³	Tipo 4 R.I. 20 m ³	Tipo 4 R.I. 30 m ³
De 6.001 até 10.000	Tipo 1 R.I. 12 m ³	Tipo 2 R.I. 16 m ³	Tipo 3 R.I. 25 m ³	Tipo 4 R.I. 30 m ³	Tipo 5 R.I. 50 m ³
De 10.001 até 15.000	Tipo 1 R.I. 16 m ³	Tipo 2 R.I. 20 m ³	Tipo 3 R.I. 30 m ³	Tipo 5 R.I. 45 m ³	Tipo 5 R.I. 80 m ³
De 15.001 até 30.000	Tipo 1 R.I. 25 m ³	Tipo 2 R.I. 35 m ³	Tipo 3 R.I. 40 m ³	Tipo 5 R.I. 50 m ³	Tipo 5 R.I. 110 m ³
Acima de 30.000	Tipo 1 R.I. 35 m ³	Tipo 2 R.I. 47 m ³	Tipo 3 R.I. 60 m ³	Tipo 5 R.I. 90 m ³	Tipo 5 R.I. 140 m ³

Nota: 1) R.I. Reserva de Incêndio;

Fonte: IT17-MG (2015).

O reservatório deve ser construído conforme o anexo D (normativo), e pode ser subdividido, desde que todas as unidades estejam interligadas a tubulação de sucção da bomba de incêndio e tenha subdivisões em unidades mínimas de 3 m³ (IT17-MG (2015)).

A tubulação do sistema de hidrantes não deve ter diâmetro nominal inferior a 65mm (IT17-MG (2015)).

Outras duas formulas bastante utilizadas como auxilio no dimensionamento de hidrantes é a equação de Bernoulli (Equação 4) e a equação de vazão em um orifício (Equação 5).

$$\frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g} = \frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} - \Delta h \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

z_x – Altura do ponto em relação ao Plano horizontal de referência, em metros;

P_x – Pressão do fluido no ponto, em Pa;

γ – Peso específico do fluido (N/m³);

v – Velocidade do fluido no ponto, em metros por segundo;

g – Aceleração da gravidade, em m/s²;

Δh – Perda de carga entre os pontos, em metros.

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * \frac{P}{\gamma} + v^2} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Q – Vazão, m³/s;

Cd – Coeficiente de descarga, onde Cd em questão igual a 0,96;

A – Área do orifício ou bocal, em m²;

g – Aceleração da gravidade, em m/s²;

v – Velocidade do fluido no ponto, em metros por segundo;

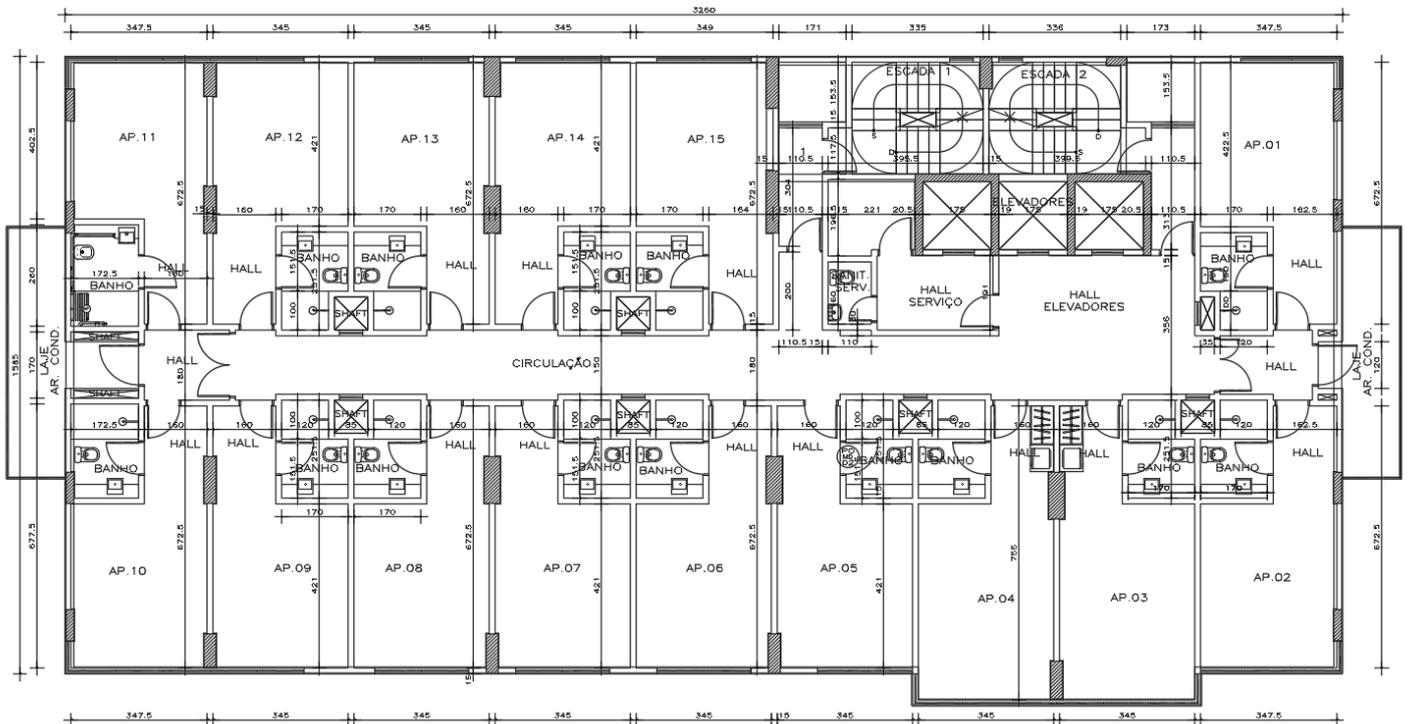
γ – Peso específico do fluido (N/m³);

P_x – Pressão no ponto, em Pa;

5 DIMENSIONAMENTO

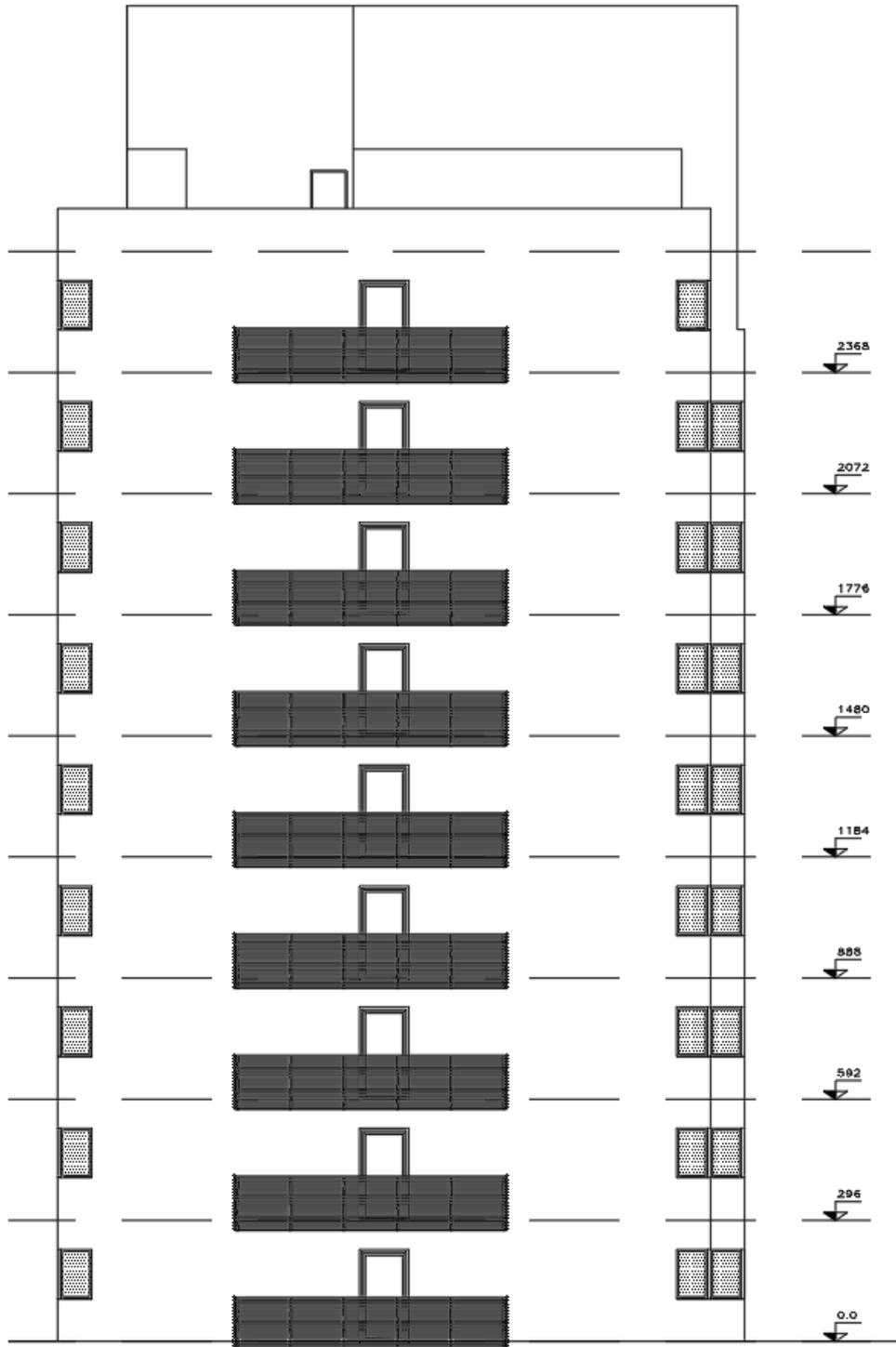
No dimensionamento dos sistemas previstos neste trabalho foram utilizadas as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de Minas Gerais, visto que, o Hotel dimensionado (Figuras 9 e 10) se encontra na cidade de Uberlândia-MG. No Anexo E encontra-se uma planta baixa em escala conveniente.

Figura 9 - Planta baixa Hotel Pavimento Tipo.



Fonte: Autor (2018).

Figura 10 - Vista lateral do Hotel.



Fonte: Autor (2018).

5.1 SISTEMA DE EXTINTORES

O primeiro passo como descrito no item 4.1 é calcular a carga de incêndio e com isso determinar o tipo de risco, para isso utilizar o Anexo A e a tabela 4 para determinação:

Tabela 12 - Carga de incêndio.

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q_a) em MJ/m ²
Residencial	Alojamentos estudantis	A-3	300
	Apartamentos	A-2	300
	Casas térreas ou sobrados	A-1	300
	Pensionatos	A-3	300
Serviço de Hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apert-hotéis	B-2	300
	Açougue	C-1	40
	Atividades	C-2	700

Fonte: Adaptado IT09-MG (2018).

Com a carga de incêndio encontrada no valor de 500MJ/m², e utilizando a Tabela 5, é possível encontrar o risco da edificação:

Tabela 13 - Classificação da edificação.

Risco	Carga Incendio*
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Acima de 300 até 1200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200 MJ/m ²

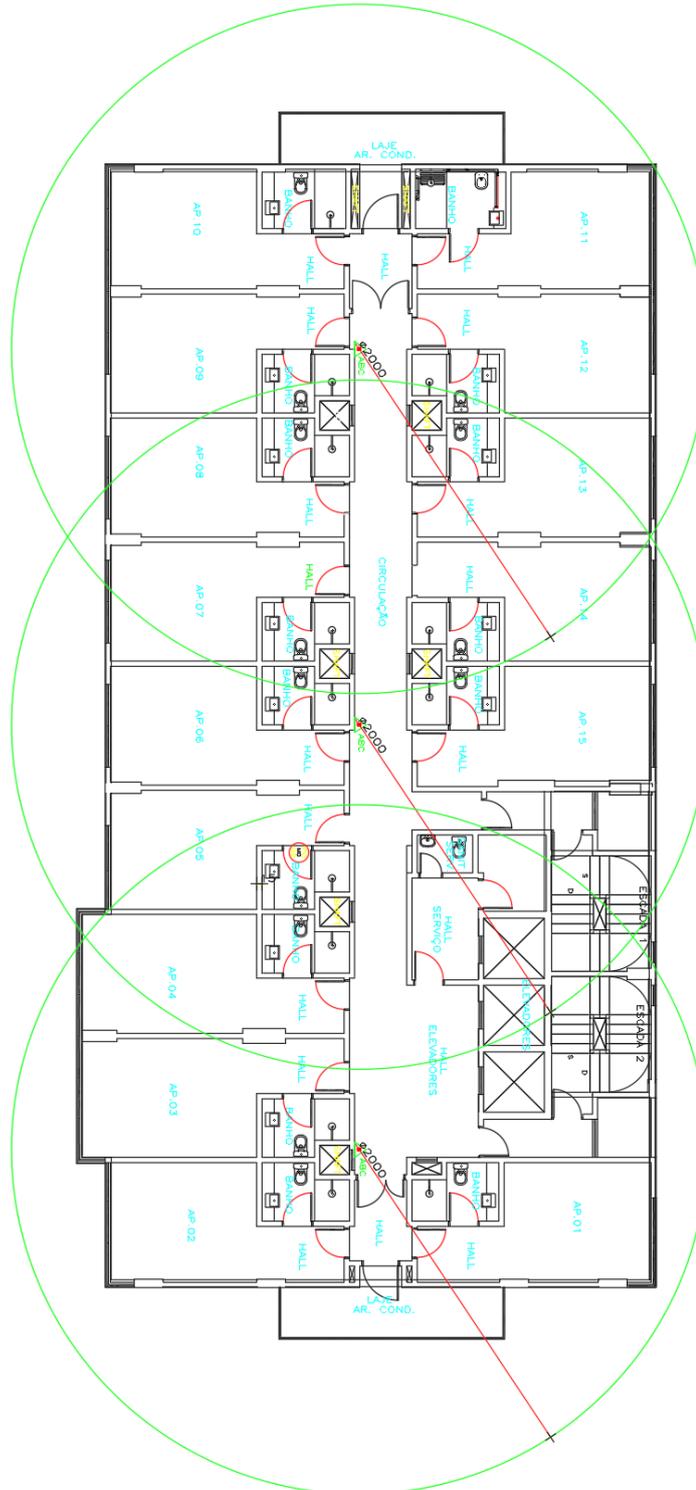
Fonte: Adaptado IT16-MG (2018).

Encontrado o Risco de incêndio, no caso, médio, o próximo passo é a determinação de qual tipo de extintores utilizar. O extintor escolhido é do tipo ABC, pois de acordo com o item 3.2, o extintor com agente de múltiplo uso ABC, pode substituir qualquer tipo de extintor de classes específicas A, B e C dentro de uma edificação ou área de risco.

Por fim, precisamos do alcance máximo do extintor, para posicionar os extintores, para isso, usando a tabela 5, 6 e 7, encontramos que a distância máxima a se

percorrer com cada extintor é de 20m, pois o fogo preponderante é o da classe A. A planta em escala adequada é apresentada no Anexo F.

Figura 11 - Distribuição dos extintores na edificação.



Fonte: Autor (2018).

5.2 SISTEMA DE HIDRANTES

Primeiro passo é descobrir qual tipo de sistema se enquadra a edificação, para isso utilizar tabela 10. Como a carga de incêndio encontrada no item 5.1 foi de 500MJ/m² e a área do hotel é de até 3000m², o sistema é do tipo 3 com Reserva de Incêndio de 12m³.

Utilizando a tabela 9, é possível determinar qual hidrante será utilizado:

Tabela 14 - Tipo de Hidrante.

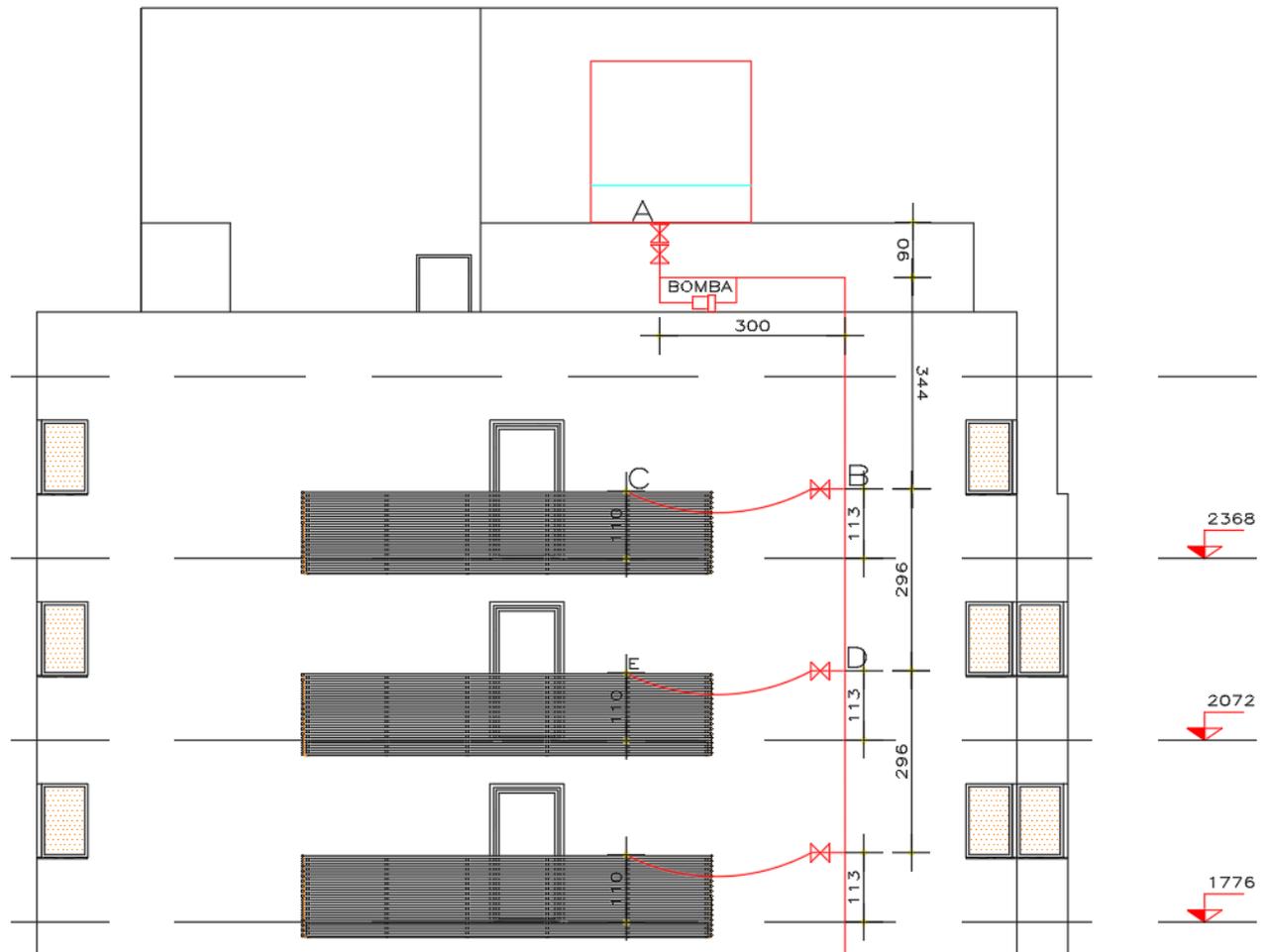
Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simple	100 ²
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ²	Simple	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Fonte: Adaptado de IT17-MG (2015).

A tubulação utilizada para essa edificação será de aço galvanizado com DN65.

Figura 12 – Tubulação.



Fonte: Autor (2018).

Com a descoberta de qual tipo de sistema se enquadra a edificação, é necessário descobrir as pressões, para depois achar a vazão no segundo hidrante mais desfavorável, para isso é necessário utilizar a Equação 5:

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * \frac{P}{\gamma} + v^2}$$

Onde é conhecido o valor de C_d , a Área na ponta do esguicho, é possível encontrar pois através do tipo de sistema, indica o diâmetro do esguicho e a velocidade é possível achar com a Equação 3:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00416}{\frac{\pi * 0.004^2}{4}} = 3.3106 \text{ m/s}$$

Com o valor da velocidade encontrado, é possível achar a pressão no esguicho:

$$0.00416 = 0.96 * \frac{\pi * 0.016^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * \frac{P_c}{\gamma} + (3.3106)^2}$$

$$0.00416 = 0.000193 * \sqrt{19.62 * \frac{P_c}{\gamma} + 10.96}$$

$$\frac{P_c}{\gamma} = 22.29 \text{ mca}$$

É necessário saber a pressão no ponto B para encontrar a vazão no segundo hidrante mais desfavorável, para isso é necessário utilizar Bernoulli (Equação 4), antes disso será necessário encontrar a perda de carga, através da equação 1:

$$h_f = f * \left(\frac{L * v^2}{D * 2 * g} \right) + k * \left(\frac{v^2}{2 * g} \right)$$

$$\Delta h = \left[\left(\frac{0.031 * 30 * 3.316^2}{0.04 * 2 * 9.81} \right) + \left(\frac{0.029 * 7.34 * 1.25^2}{0.065 * 2 * 9.81} \right) \right]$$

$$\Delta h = 13.29 \text{ m}$$

$$\frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g} = \frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} - \Delta h$$

$$\frac{P_c}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + z - \Delta h$$

$$22.29 = \frac{P_B}{\gamma} + 0.03 - 13.29$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = 35.55 \text{ mca}$$

Perda de carga de A até B:

$$\Delta h = \left[\left(\frac{0.031 * 30 * \left(\frac{Q}{\pi * \frac{0.04^2}{4}} \right)^2}{0.04 * 2 * 9.81} \right) + \left(\frac{0.029 * 2.96 * \left(\frac{Q}{\pi * \frac{0.065^2}{4}} \right)^2}{0.065 * 2 * 9.81} \right) \right]$$

$$\Delta h = 756532.5Q^2$$

Para achar a vazão no hidrante mais desfavorável é necessário utilizar a equação acima na equação de Bernoulli e posteriormente na Equação 5, da seguinte forma:

$$\frac{P_E}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + z - \Delta h$$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 38.5 - 756532.5Q^2$$

$$Q = 0.96 * \frac{\pi * 0.016^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * \frac{P_E}{\gamma} + \left(\frac{Q}{\pi * \frac{0.04^2}{4}} \right)^2}$$

$$Q = 0.96 * \frac{\pi * 0.016^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * (38.5 - 756532.5Q^2) + \left(\frac{Q}{\pi * \frac{0.04^2}{4}} \right)^2}$$

$$Q = 0.00433 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 260\text{LPM}$$

Assim é encontrado o valor da vazão no segundo hidrante mais desfavorável, com isso voltando a equação da pressão em E é possível encontrar seu resultado.

$$\frac{P_E}{\gamma} = 38.5 - 756532.5Q^2$$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 38.5 - 756532.5(0.00433)^2 = 24.4 \text{ mca}$$

Para finalizar, achamos a altura manométrica para cálculo da bomba, aplicando Bernoulli de A até B e posteriormente a potência.

$$\frac{P_A}{\gamma} + z_A + \frac{v_A^2}{2 * g} = \frac{P_B}{\gamma} + z_B + \frac{v_B^2}{2 * g} - \Delta h$$

$$Hm = \frac{P_B}{\gamma} + (z_A - z_B) - \Delta h$$

$$Hm = 35 + (29.15 - 24.81) - \Delta h$$

Para a perda de carga de A até B:

$$\Delta h = \left(\frac{0.029 * 7.34 * \left(\frac{0.00849}{0.065^2} \right)^2}{\pi * \frac{0.065^4}{4}} \right) = 1.09 \text{ m}$$

Voltando na Equação anterior

$$Hm = 35 + (29.15 - 24.81) - \Delta h$$

$$Hm = 35 + (29.15 - 24.81) - 1.09$$

$$Hm = 38.25 \text{ m}$$

Cálculo da potência da bomba necessária:

$$Pot = \frac{\gamma * Q * Hm}{75} = \frac{1000 * 0.00849 * 38.25}{75} = 4.33 \text{ cv}$$

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Trabalho de conclusão de curso apresenta um estudo sobre o incêndio, aprofundando em dois sistemas para combate, no caso extintores e hidrantes. Para estes dois sistemas, foi feito um estudo completo, no qual utilizando a norma e as Instruções Técnicas do corpo de bombeiro, foi possível consolidar este estudo.

Para a metodologia, levando em consideração que é o corpo de bombeiros de cada estado que fiscaliza e regulariza as edificações providas de sistemas de combate a incêndio, esta foi feita com base nas Instruções Técnicas, no caso a do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.

Após feito estudo dos dois sistemas e com a planta do projeto foi possível concluir que para o Hotel em questão será utilizado extintores do tipo ABC, no total de 3 extintores, localizados no Hall de circulação, distribuídos de acordo com a exigência. Já os hidrantes, do Tipo 3, com comprimento da mangueira de 30m, foi feita a instalação de 1 por pavimento, cumprindo as exigências do Corpo de Bombeiros.

REFERÊNCIAS

Marcia Costa. **Fogo – O Começo de Tudo**. Disponível em: <<https://www.fogoeincendio.com>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GOMES, Taís. **Projeto de prevenção e combate a incêndio**. 2014. 93 f. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13860: Glossário de termos relacionados com segurança contra incêndio**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-12693: Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA FILHO, Sossigenes et al. **Manual Básico de Combate a Incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. Distrito Federal, 2016. 164 p.

BRASIL. **NR-23 – Proteção contra Incêndio**. Aprovada pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, alterada pela Portaria n.º 221, de 6 de maio de 2011.

SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, A. I. et al. (Coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 35-54.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica 16/03 - Sistema de proteção por extintores de incêndio**, Minas Gerais, 2017.

NOGUEIRA, Fabrício. **Extintores de incêndio: Uma Orientação técnica**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2017. 66 p.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica 09 - Carga de incêndio nas edificações e área de risco**, Minas Gerais, 2009.

Fabrício Nogueira. **Hidrantes e Mangotinhos – O que são e quais são os tipos?** Disponível em: < <https://www.gcbrazil.com.br/hidrantes/>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 3. Ed. Porto Alegre, 2007 455 p.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica 17 - Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio**, Minas Gerais, 2015.

Corpo de Bombeiros de Rondônia. **Porto Velho/RO - Instalação do Sistema de Proteção por Hidrantes na capital.** Disponível em: < <http://cbm.ro.gov.br>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ANEXOS

ANEXO A:

Cargas de incêndio específicas para ocupação (IT09-MG (2009)).

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _{fi}) em MJ/m ²
Residencial	Alojamentos estudantis	A-3	300
	Apartamentos	A-2	300
	Casas térreas ou sobrados	A-1	300
	Pensionatos	A-3	300
Serviço de Hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	300
Comercial varejista, Loja	Açougue	C -1	40
	Antigüidades	C -2	700
	Aparelhos domésticos	C -1	300
	Armarinhos	C -1	300
	Armas	C -1	300
	Artigos de bijouteria, metal ou vidro.	C -1	300
	Artigos de cera	C -2	2100
	Artigos de couro, borracha, esportivos.	C -2	800
	Automóveis	C -1	200
	Bebidas destiladas	C -2	700
	Brinquedos	C -2	500
	Calçados	C -2	500
	Drogarias (incluindo depósitos)	C -2	1000
	Ferragens	C -1	300
	Floricultura	C -1	80
	Galeria de quadros	C -1	200
	Livrarias	C -2	1000
	Lojas de departamento ou centro de compras (Shoppings)	C -2/ C -3	800
	Máquinas de costura ou de escritório	C -1	300
	Materiais fotográficos	C -1	300
	Móveis	C -2	400
	Papelarias	C -2	700
	Perfumarias	C -2	400
	Produtos têxteis	C -2	600
	Relojoarias	C -2	600
	Supermercados	C -2	400
	Tapetes	C -2	800
	Tintas e vernizes	C -2	1000
	Verduras frescas	C -1	200
	Vinhos	C -1	200
Vulcanização	C -2	1000	

Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	D -2	300
	Agências de correios	D -1	400
	Centrais telefônicas	D -1	100
	Cabeleireiros	D -1	200
	Copiadora	D -1	400
	Encadernadoras	D -1	1000
	Escritórios	D -1	700
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	D -1	300
	Laboratórios químicos	D -4	500
	Laboratórios (outros)	D -4	300
	Lavanderias	D -3	300
	Oficinas elétricas	D -3	600
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	D -3	200
	Pinturas	D -3	500
Processamentos de dados	D -1	400	
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	300
Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F -7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares.	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F -10	Adotar Anexo B
	Igrejas e templos	F-2	200
	Museus	F-1	300
	Restaurantes	F-8	300
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	G-1/G-2	200
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	G-4	300
	Postos de abastecimentos (tanque enterrado)	G-3	300
	Hangares	G -5	200
Serviços de saúde e Institucionais	Asilos	H -2	350
	Clínicas e consultórios médicos ou odontológicos.	H -6	200
	Hospitais em geral	H-1/H-3	300
	Presídios e similares	H-5	100
	Quartéis e similares	H-4	450
Industrial	Aparelhos eletroeletrônicos, fotográficos, ópticos.	I - 2	400
	Acessórios para automóveis	I - 1	300
	Acetileno	I - 2	700
	Alimentação	I - 2	800
	Artigos de borracha, cortiça, couro, feltro, espuma.	I - 2	600
	Artigos de argila, cerâmica ou porcelanas.	I - 1	200
	Artigos de bijuteria	I - 1	200

	Artigos de cera	I - 2	1000
	Artigos de gesso	I - 1	80
	Artigos de mármore	I - 1	40
	Artigos de peles	I - 2	500
	Artigos de plásticos em geral	I - 2	1000
	Artigos de tabaco	I - 1	200
	Artigos de vidro	I - 1	80
	Automotiva e autopeças (exceto pintura)	I - 1	300
	Automotiva e autopeças (pintura)	I - 2	500
	Aviões	I - 2	600
	Balanças	I - 1	300
	Baterias	I - 2	800
	Bebidas destilada	I - 2	500
	Bebidas não alcoólicas	I - 1	80
	Bicicletas	I - 1	200
	Brinquedos	I - 2	500
	Café (inclusive torrefação)	I - 2	400
	Caixotes barris ou pallets de madeira	I - 2	1000
	Calçados	I - 2	600
	Carpintarias e marcenarias	I - 2	800
	Cera de polimento	I - 3	2000
	Cerâmica	I - 1	200
	Cereais	I - 3	1700
	Cervejarias	I - 1	80
	Chapas de aglomerado ou compensado	I - 1	300
	Chocolate	I - 2	400
	Cimento	I - 1	40
	Cobertores, tapetes.	I - 2	600
	Colas	I - 2	800
	Colchões (exceto espuma)	I - 2	500
	Condimentos, conservas.	I - 1	40
	Confeitarias	I - 2	400
	Congelados	I - 2	800
	Couro sintético	I - 2	1000
	Defumados	I - 1	200
	Discos de música	I - 2	600
	Doces	I - 2	800
	Espumas	I - 3	3000
	Farinhas	I - 3	2000
	Feltros	I - 2	600
	Fermentos	I - 2	800
	Fiações	I - 2	600
	Fibras sintéticas	I - 1	300
	Fios elétricos	I - 1	300
	Flores artificiais	I - 1	300
	Fornos de secagem com grade de madeira	I - 2	1000
	Forragem	I - 3	2000
	Fundições de metal	I - 1	40
	Galpões de secagem com grade de madeira	I - 2	400
Industrial	Geladeiras	I - 2	1000
	Gelatinas	I - 2	800
	Gesso	I - 1	80
	Gorduras comestíveis	I - 2	1000

industrial	Gráficas (empacotamento)	I – 3	2000
	Gráficas (produção)	I – 2	400
	Guarda-chuvas	I – 1	300
	Instrumentos musicais	I – 2	600
	Janelas e portas de madeira	I – 2	800
	Jóias	I – 1	200
	Laboratórios farmacêuticos	I – 1	300
	Laboratórios químicos	I – 2	500
	Lápis	I – 2	600
	Lâmpadas	I – 1	40
	Laticínios	I – 1	200
	Malharias	I – 1	300
	Máquinas de lavar de costura ou de escritório	I – 1	300
	Massas alimentícias	I – 2	1000
	Mastiques	I – 2	1000
	Materiais sintéticos ou plásticos	I – 3	2000
	Metalúrgica	I – 1	200
	Montagens de automóveis	I – 1	300
	Motocicletas	I – 1	300
	Motores elétricos	I – 1	300
	Móveis	I – 2	600
	Óleos comestíveis	I – 2	1000
	Padarias	I – 2	1000
	Papéis (acabamento)	I – 2	500
	Papéis (preparo de celulose)	I – 1	80
	Papéis (procedimento)	I – 2	800
	Papelões betuminados	I – 3	2000
	Papelões ondulados	I – 2	800
	Pedras	I – 1	40
	Perfumes	I – 1	300
	Pneus	I – 2	700
	Produtos adesivos	I – 2	1000
	Produtos de adubo químico	I – 1	200
	Produtos alimentícios (expedição)	I – 2	1000
	Produtos com ácido acético	I – 1	200
	Produtos com ácido carbônico	I – 1	40
	Produtos com ácido inorgânico	I – 1	80
	Produtos com albumina	I – 3	2000
	Produtos com alcatrão	I – 2	800
	Produtos com amido	I – 3	2000
	Produtos com soda	I – 1	40
	Produtos de limpeza	I – 3	2000
	Produtos graxos	I – 1	1000
Produtos refratários	I – 1	200	
Rações	I – 3	2000	
Relógios	I – 1	300	
Resinas	I – 3	3000	
Roupas	I – 2	500	
Sabões	I – 1	300	
Sacos de papel	I – 2	800	

industrial	Sacos de juta	I – 2	500
	Sorvetes	I – 1	80
	Sucos de fruta	I – 1	200
	Tapetes	I – 2	600
	Têxteis em geral	I – 2	700
	Tintas e solventes	I – 3	4000
	Tintas látex	I – 2	800
	Tintas não-inflâmaveis	I – 1	200
	Transformadores	I – 1	200
	Tratamento de madeira	I – 3	3000
	Tratores	I – 1	300
	Vagões	I – 1	200
	Vassouras ou escovas	I – 2	700
	Velas de cera	I – 3	1300
	Vidros ou espelhos	I – 1	200
Vinagres	I – 1	80	
Demais usos	Demais atividades não enquadradas acima	levantamento da carga de incêndio conforme Anexo B	

ANEXO B:

Método para levantamento de carga de incêndio específica (IT09-MG (2009)).

B.1 Os valores da carga de incêndio específica para as edificações destinadas a depósitos, explosivos e ocupações especiais podem ser determinadas pela seguinte expressão:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f}$$

Onde:

q_{inc} - valor da carga de incêndio específica, em megajoule por metro quadrado de área de piso;

M_i - massa total de cada componente i do material combustível, em quilograma. Esse valor não poderá ser excedido durante a vida útil da edificação exceto quando houver alteração de ocupação, ocasião em que M_i deverá ser reavaliado;

H_i - potencial calorífico específico de cada componente i do material combustível, em megajoule por quilograma, conforme Tabela B.1 abaixo;

A_f - área do piso do compartimento, em metro quadrado.

B.2 O levantamento da carga de incêndio deverá ser realizado conforme item 5 (Procedimento) desta Instrução.

B.3 A compensação do teor de umidade de uma determinada massa de material combustível poderá ser feita desde que demonstrado por meio de ensaio específico.

B.4 Além dos potenciais caloríficos dados na Tabela B.1, resultados obtidos por meio de ensaios específicos em cone calorímetros podem ser utilizados.

Tabela B.1 - Valores do potencial calorífico específico

Tipo de material	H (MJ/kg)	Tipo de material	H (MJ/kg)	Tipo de material	H (MJ/kg)
Acetona	30	Grãos	17	Poliéster	31
Acrílico	28	Graxa, Lubrificante.	41	Poliestireno	39
Algodão	18	Lã	23	Polietileno	44
Benzeno	40	Lixo de cozinha	18	Polimetilmetacrílico	24
Borracha	Espuma – 37 Tiras – 32	Madeira	19	Polioximetileno	15
Celulose	16	Metano	50	Poliuretano	23
C-Hexano	43	Metanol	19	Polipropileno	43
Couro	19	Monóxido de carbono	10	Polivinilclorido	16
D-glucose	15	N-Butano	45	Propano	46
Epóxi	34	N-Octano	44	PVC	17
Etano	47	N-Pentano	45	Resina melaminica	18
Etanol	26	Palha	16	Seda	19
Eteno	50	Papel	17		
Etino	48	Petróleo	41		
Fibra sintética 6,6	29	Poliacrilonitríco	30		
		Policarbonato	29		

ANEXO C:**Casos de isenção de sistemas de hidrantes e de mangotinhos (IT17-MG (2015)).**

D.1 Podem ser considerados casos especiais de isenção de sistemas de hidrantes e de mangotinhos as áreas das edificações com as seguintes ocupações:

D.1.1 Áreas exclusivamente destinadas a processos industriais com carga de incêndio igual ou inferior a 100 MJ/m²;

D.1.2 Ginásios poliesportivos e piscinas cobertas, desde que não utilizados para outros eventos que não atividades esportivas e desde que as áreas de apoio não ultrapassem 750 m²;

D.1.3 Processos industriais com altos fornos onde o emprego de água seja desaconselhável;

D.1.4 Nas áreas específicas de depósitos com materiais combustíveis, sujeitos a reação com água. Neste caso deve

ser protegido por agente extintor específico ou sistemas especiais indicado para o risco;

D.1.5 Depósito de materiais incombustíveis, desde que quando embalados a carga incêndio não ultrapasse 100 MJ/m².

D.2 Fica isenta a instalação de pontos de hidrantes ou de mangotinhos em edículas, mezaninos, sobreloja, ou nos pavimentos superiores de zeladoria com área até 70 m² e apartamentos “duplex” ou “triplex”, desde que o caminhamento máximo adotado seja o comprimento estabelecido na tabela 2 desta IT, e que o hidrante ou mangotinho do pavimento mais próximo assegure sua proteção e o acesso aos locais citados não seja através de escada enclausurada.

ANEXO D:

Reservatórios (IT17-MG (2015)).

B.1 Geral

B.1.1 Quando o reservatório atender a outros abastecimentos, as tomadas de água destes devem ser instaladas de modo a garantir o volume que reserve a capacidade efetiva para o combate, devendo a saída de incêndio ser pelo fundo e a de consumo pela lateral desse reservatório. Na impossibilidade da saída de consumo ficar na lateral do reservatório, o tubo d'água de consumo deverá ser envelopado com concreto, no trecho da RTI.

B.1.2 A capacidade efetiva do reservatório deve ser mantida permanentemente.

B.1.3 A construção do reservatório deve ser em concreto armado ou metálico, obedecendo aos requisitos desta IT. Podem ser utilizados reservatórios confeccionados com outros materiais, desde que garanta-se as resistências: ao fogo, mecânicas e intempéries.

B.1.3.1 Os reservatórios construídos em fibra, além dos requisitos desta IT, deve ser totalmente protegido por parede resistente ao fogo.

B.1.4 O reservatório deve ser provido de sistemas de drenagem e ladrão conveniente dimensionados e independentes. Os drenos podem partir do fundo do reservatório.

B.1.5 É recomendado que a reposição da capacidade efetiva seja efetuada à razão de 1LPM por metro cúbico de reserva.

B.1.6 O reservatório pode ser tanque de acumulação de água para resfriamento de máquinas, refrigeração de ar condicionado, ou até uma piscina da edificação a ser protegida, desde que garantida a reserva efetiva permanente.

B.2 Reservatório elevado (ação da gravidade)

B.2.1 Quando o abastecimento é feito somente pela ação da gravidade, o reservatório elevado deve estar à altura suficiente para fornecer as vazões e pressões mínimas requeridas para cada sistema. Essa altura é considerada:

a) do fundo do reservatório (quando a adução for feita na parte inferior do reservatório) até os hidrantes ou mangotinhos mais desfavoráveis considerados no cálculo; e

b) da face superior do tubo de adução (quando a adução for feita nas paredes laterais dos reservatórios) até os hidrantes ou mangotinhos mais desfavoráveis considerados no cálculo.

B.2.2 Quando a altura do reservatório elevado não for suficiente para fornecer as vazões e pressões requeridas, para os pontos dos hidrantes ou mangotinhos mais desfavoráveis considerados no cálculo, deve-se utilizar uma bomba de reforço, em sistema "by pass", para garantir as pressões e vazões mínimas para aqueles pontos. A instalação desta bomba deve atender ao Anexo C e demais itens desta Instrução Técnica.

B.2.3 A tubulação de descida do reservatório elevado para abastecer os sistemas de hidrantes ou de mangotinhos deve ser provido de uma válvula de gaveta e uma válvula de retenção, considerando-se o sentido reservatório-sistema.

A válvula de retenção deve ter passagem livre, sentido reservatório-sistema.

B.3 Reservatório ao nível do solo, semi-enterrado ou subterrâneo.

B.3.1 Nestas condições, o abastecimento dos sistemas de hidrantes ou mangotinhos deve ser efetuado através de bombas fixas.

B.3.2 O reservatório deve conter uma capacidade efetiva, com o ponto de tomada da sucção da bomba principal localizado junto ao fundo deste, conforme ilustrado nas figuras B.1 a B.3 e tabela B.1.

B.3.3 Para o cálculo da capacidade efetiva, deve ser considerada como altura a distância entre o nível normal da água e o nível X da água, conforme as figuras B.1 a B.3.

B.3.4 O nível X é calculado como o mais baixo nível, antes de ser criado um vórtice com a bomba principal em plena carga, e deve ser determinado pela dimensão A da tabela B.1 (ver tabela abaixo):

Tabela B.1 - Dimensões de poços de sucção

Diâmetro nominal do tubo de sucção (mm)	Dimensão A (mm)	Dimensão B (mm)
65	250	80
80	310	80
100	370	100
150	500	100
200	620	150
250	750	150

B.3.5 Quando o tubo de sucção **D** for dotado de um dispositivo antivórtice, pode-se desconsiderar a dimensão A da tabela B.1.

B.3.6 Não se deve utilizar o dispositivo antivórtice quando a captação no reservatório de incêndio ocorrer em posição horizontal, conforme exemplos das figuras B.1 e B.2.

B.3.7 Sempre que possível, o reservatório deve dispor de um poço de sucção como demonstrado nas figuras B.1 a B.3, e com as dimensões mínimas A e B da tabela B.1, respeitando-se também as distâncias mínimas com relação ao diâmetro **D** do tubo de sucção.

B.3.8 Caso não seja previsto o poço de sucção, as dimensões mínimas A e B da tabela B.1, ainda assim deverão ser previstas, não computando-se como reserva de incêndio, respeitando-se também as dimensões mínimas com relação ao diâmetro **D** do tubo de sucção.

B.3.9 No caso de reservatório ao nível do solo, semi-enterrado ou subterrâneo, deve-se atender aos requisitos de B.1.1 a B.1.6.

B.3.10 O reservatório deve ter localização, dentro do possível, de fácil acesso às viaturas do Corpo de Bombeiros.



Figura B.1 - Tomada superior de sucção para bomba principal

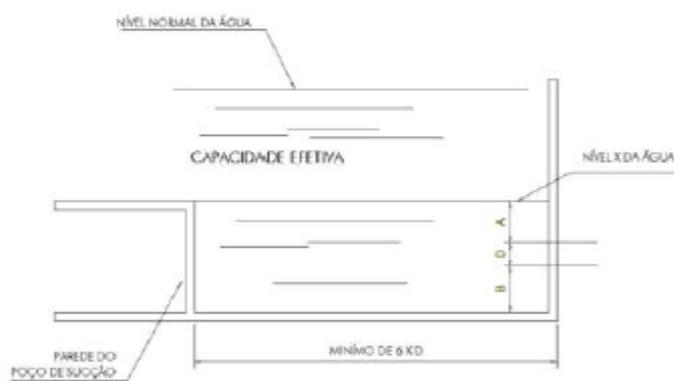


Figura B.2 - Tomada lateral de sucção para bomba principal

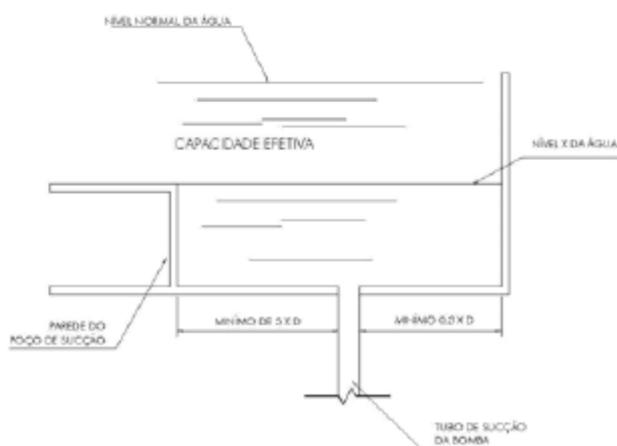


Figura B.3 - Tomada Inferior de sucção para bomba principal

B.4 Fontes naturais (lagos, rios, açudes, lagoas)

B.4.1 Para estes casos, suas dimensões devem ser conforme as figuras B.4 e B.6, incluindo a tabela B.2.

B.4.2 Nos casos das figuras B.4 e B.6 a profundidade da água em canais abertos ou adufas (incluindo a adufa entre a câmara de decantação e a câmara de sucção), abaixo do menor nível de água conhecido de fonte, não deve ser inferior ao indicado na tabela B.2, para as correspondentes larguras W e vazão Q .

B.4.3 A altura total dos canais abertos ou adufas deve ser tal que comporte o nível mais alto de água conhecido da fonte.

B.4.4 Cada bomba principal deve possuir uma câmara de sucção com respectiva câmara de decantação, independente.

B.4.5 As dimensões da câmara de sucção, a posição da tubulação de sucção da bomba principal em relação às paredes da câmara, a parte submersa da tubulação em relação ao menor nível de água conhecido e a sua distância em relação ao fundo, indicadas nas figuras B.4 a B.6 são idênticas.

B.4.6 A câmara de decantação deve possuir a mesma largura e profundidade da câmara de sucção e o comprimento mínimo igual a $4,4 \times \sqrt{h}$ onde h é a profundidade da câmara de decantação.

B.4.7 Antes de entrar na câmara de decantação, a água deve passar através de uma grade de arame ou uma placa de metal perfurada, localizada abaixo do nível de água e

com uma área agregada de aberturas de no mínimo 15 cm^2 para cada dm^3/min da vazão Q ; a grade deve ser suficientemente resistente para suportar a pressão exercida pela água em caso de obstrução.

B.4.8 É recomendável que duas grades sejam previstas, sendo que enquanto uma delas se encontra em operação, a outra pode ser suspensa para limpeza.

B.4.9 Deve ser feita uma previsão para que as câmaras de sucção e de decantação possam ser isoladas periodicamente para a limpeza e manutenção.

B.4.10 Nos casos da figura B.6 o conduto de alimentação deve possuir uma inclinação mínima constante de 0,8%, no sentido da câmara de decantação, e um diâmetro que obedeça à seguinte equação:

$$D = 21,68 \times Q^{0,357}$$

onde:

D - é o diâmetro interno do conduto, em milímetros; e
 Q - é a máxima vazão da bomba principal, em decímetros cúbicos por minuto.

B.4.11 Ainda nos casos da figura B.6, a entrada do conduto de alimentação deve possuir um ralo, submerso no mínimo um diâmetro abaixo do nível de água conhecido, para o açude, represa, rios, lagos ou lagoas; as aberturas do ralo citado devem impedir a passagem de uma esfera de 25 mm de diâmetro.

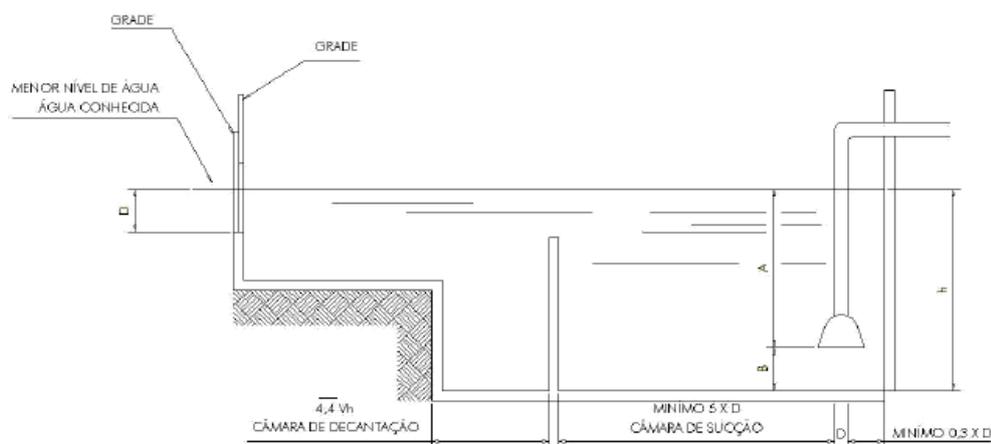


Figura B 4 – Alimentação natural do reservatório de incêndio

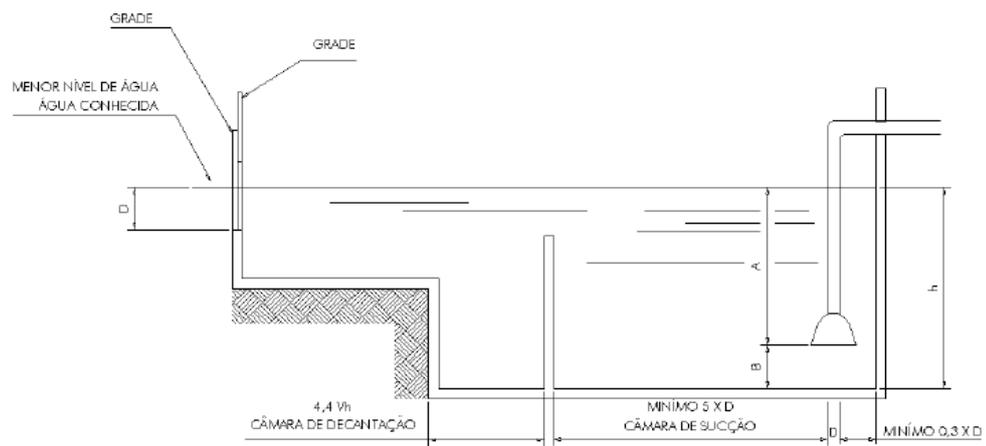


Figura B.5 –Alimentação natural de reservatório por canal

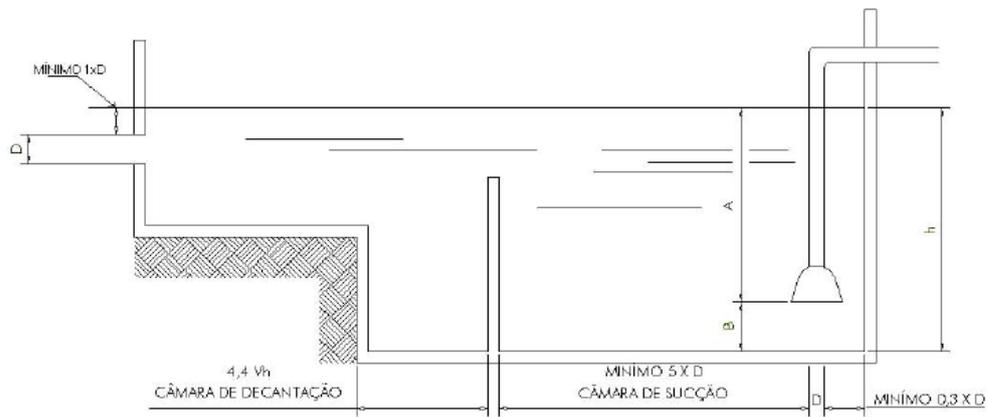


Figura B.6 - Alimentação natural de reservatório por conduto

Tabela B.2 – Níveis de água e largura mínima para canais e adufa em função da vazão de alimentação

Profundidade do local mm					
250		500		1000	
w (mm)	Q _{máx} (dm ³ /min)	W (mm)	Q _{máx} Dm ³ /mim	W (mm)	Q _{máx} (dm ³ /min)
88	280	82	522	78	993
125	497	112	891	106	1687
167	807	143	1383	134	2593
215	1197	176	1960	163	3631
307	2064	235	3159	210	5647
334	2341	250	3506	223	6255
410	3157	291	4482	254	7825
500	4185	334	5592	286	9577
564	4953	361	6340	306	10749
750	7261	429	8307	353	13670
1113	12054	527	11415	417	18066
1167	12792	539	11816	425	18635
1500	17379	600	13903	462	21411
2000	24395	667	16273	500	24395
4500	60302	819	21949	581	31142
		1000	29173	667	38916
				2000	203320

Anexo E
Planta baixa

ANEXO F

Distribuição dos extintores na edificação.