

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

SISTEMAS DE HIDRANTES NA PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM ÁREA
INDUSTRIAL

por

Clóvis Waldy Belaunzaran de Quadros

Orientador:

Prof. Cláudio Alberto Hanssem

Porto Alegre, junho de 2009

SISTEMAS DE HIDRANTES NA PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM ÁREA
INDUSTRIAL

por

Clóvis Waldy Belaunzaran de Quadros
Engenheiro Eletricista

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Departamento de Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Especialista

Orientador: Prof. Eng.º Cláudio Alberto Hanssen

Prof. Dr. Sergio Viçosa Möller
Coordenador do Curso de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho

Porto Alegre, 25 de junho de 2009.

Agradeço a Deus e a todas as pessoas que de certa forma me apoiaram para a realização deste curso, em particular à minha família por sempre acreditar no meu potencial e entender minhas ausências, aos meus amigos pelo apoio e pela força e aos meus colegas de curso pelas trocas de experiências.

RESUMO

Este trabalho apresenta os procedimentos necessários para a elaboração de um Projeto de Instalações de Hidrantes, conforme a NBR-13714:2000, que tem por finalidade proporcionar a proteção contra incêndios em instalações do tipo industrial, bem como, a liberação de Alvará de Proteção Contra Incêndios, expedido pelo Corpo de Bombeiros.

Normalmente os incêndios inicialmente são de pequenas proporções, aumentando de intensidade à medida que passa o tempo sem o devido combate, ocorrendo uma propagação do calor, e a respectiva progressão do incêndio. Por isso, é de fundamental importância conhecer as características do fogo, sua forma de propagação e os respectivos métodos de extinção.

Considerando que o presente trabalho direciona-se à área industrial, o mesmo terá foco na utilização de hidrantes como sistema de proteção, utilizando a água como substância responsável pelo combate ao fogo, devido a sua grande capacidade de absorção de calor.

Para que o combate ao fogo seja eficiente e eficaz, faz-se necessário o perfeito dimensionamento do sistema, conhecendo-se os preceitos recomendados pelas normas, bem como, conhecer o princípio de funcionamento dos equipamentos que compõe o sistema e sua perfeita utilização.

Desta forma, o presente trabalho irá descrever todos os componentes de uma instalação hidráulica de combate a incêndio sob comando, através de sistema de hidrantes, com base nas indicações da NBR 13714:2000, no que diz respeito à vazões mínimas, pressões mínimas e máximas, e demais requisitos. O sistema será abordado no todo, ou seja, serão especificados os seus componentes, tais como, reservatório de incêndio (reserva mínima), tubulações e conexões, casa de bombas, sistemas de controle e acionamento, mangueiras e esguichos.

Finalizando, será apresentado um exemplo de dimensionamento de sistema, utilizando-se uma planta industrial de uma Usina Termelétrica com potência instalada de 10MWh, que utiliza como combustível biomassa (resíduos de madeira).

ABSTRACT

FIRE HYDRANTS SYSTEMS IN FIRE PREVENTION IN INDUSTRIAL AREA

This paper presents the procedures for the preparation of a Draft Facilities Pillar fire hydrants, according to Brazilian standard NBR-13714: 2000, which aims to provide protection against fires in industrial-type facilities, and the release of the Licence for Fire Protection Systems Plan, issued by the Fire Brigade.

Usually the fires are small proportions initially, increasing in intensity as time passes without proper fight, with a spread of heat, and the progression of the fire. It is therefore of fundamental importance to know the characteristics of fire, their way of propagation and the methods of extinction.

Whereas this work aims to the industry, it will focus on the use of hydrants and protection system, using water as the substance responsible for fighting fire, due to its great capacity to absorb heat.

To combat the fire that is efficient and effective, it is necessary to perfect the design of the system, knowing it is the precepts recommended by the rules, and know the working principle of the equipment that make up the system and its perfect use.

Thus, this paper will describe all components of a hydraulic installation for fighting fire under control, through a system of hydrants, on the advice of NBR 13714:2000, with regard to minimum flows, minimum and maximum pressures and other requirements. The system will be addressed in whole, or its components are specified, such as tank fire (reserve requirement), pipes and fittings, pump house, and drive control systems, hoses and nozzles.

Finally, you'll see an example of sizing a system, using a plant of a thermoelectric power plants with installed power of 10MWh that uses biomass as fuel (wood waste).

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. O FOGO | 2 |
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS COMPONENTES DO FOGO..... | 3 |
| 2.1.1. Combustível..... | 3 |
| 2.1.2. Calor..... | 3 |
| 2.1.3. Comburente..... | 3 |
| 2.1.4. Reação Em Cadeia..... | 4 |
| 2.2. CLASSE DE INCÊNDIO..... | 4 |
| 2.2.1. Incêndio Classe “A”..... | 4 |
| 2.2.2. Incêndio Classe “B”..... | 4 |
| 2.2.3. Incêndio Classe “C”..... | 5 |
| 2.2.4. Incêndio Classe “D”..... | 5 |
| 2.3. MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO..... | 5 |
| 2.3.1. Retirada Do Combustível..... | 5 |
| 2.3.2. Retirada Do Calor..... | 6 |
| 2.3.3. Retirada Do Comburente..... | 6 |
| 2.3.4. Extinção Química..... | 6 |
| 2.4. AGENTES EXTINTORES..... | 6 |
| 2.4.1. Água..... | 6 |
| 2.4.2. Espuma..... | 6 |
| 2.4.3. Pó Químico Seco..... | 7 |
| 2.4.4. Gás Carbônico..... | 7 |
| 2.4.5. Compostos Halogenados..... | 7 |
| 2.5. SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO..... | 7 |
| 3. SISTEMAS DE HIDRANTES | 9 |
| 3.1. CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SEGUNDO SUA OCUPAÇÃO..... | 9 |
| 3.2. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS..... | 11 |
| 3.3. RESERVATÓRIOS..... | 12 |
| 3.3.1. Reservatórios Elevados..... | 13 |
| 3.3.2. Reservatórios Ao Nível Do Solo, Semi-Enterrados ou Subterrâneos..... | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.3. Fontes Naturais..... | 16 |
| 3.4. TUBULAÇÕES DE INCÊNDIO..... | 18 |
| 3.4.1. Requisitos De Dimensionamento..... | 18 |
| 3.4.2. Cálculo Hidráulico..... | 19 |
| 3.4.2.1. Cálculo Da Perda De Carga Na Tubulação..... | 19 |
| 3.4.2.2. Cálculo Da Perda De Carga Nas Mangueiras..... | 22 |
| 3.4.2.3. Cálculo Da Perda De Carga Nos Esguichos..... | 23 |
| 3.4.2.4. Cálculo Da Perda De Carga Total..... | 23 |
| 3.4.2.5. Cálculo Da Velocidade De Recalque..... | 23 |
| 3.5. BOMBAS HIDRÁULICAS DE INCÊNDIO..... | 24 |
| 3.5.1. Acionamento E Controle Das Bombas Hidráulicas de Incêndio..... | 24 |
| 3.5.1.1. Acionamento Por Pressóstato..... | 25 |
| 3.5.1.2. Acionamento Por Chave De Fluxo..... | 25 |
| 3.5.1.3. Contrôlê Das Bombas..... | 25 |
| 3.5.2. Dimensionamento Das Bombas Hidráulicas de Incêndio..... | 26 |
| 3.6. MANGUEIRAS DE HIDRANTES..... | 28 |
| 3.6.1. Classificação Das Mangueiras..... | 29 |
| 3.7. ESGUICHOS..... | 29 |
| 3.7.1. Esguichos Tipo Agulheta..... | 29 |
| 3.7.2. Esguicho Tipo Regulável..... | 30 |
| 4. EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO SISTEMAS DE HIDRANTES..... | 31 |
| 4.1. PERDA DE CARGA NO ESGUICHO DO HIDRANTES MAIS DESFAVORÁVEL..... | 31 |
| 4.2. PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA DO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL..... | 31 |
| 4.3. PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE ENTRE O PONTO “A” E O HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL..... | 32 |
| 4.4. PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE ENTRE O PONTO “A” E A BOMBA DE RECALQUE..... | 33 |
| 4.5 PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE SUCCÃO..... | 34 |
| 4.6. PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE NO TRECHO ENTRE O PONTO H3 E OS REGISTROS DO HIDRANTE..... | 34 |
| 4.6.1. Altura manométrica total do sistema..... | 35 |

| | |
|--|-----------|
| 4.7. CÁLCULO DA VELOCIDADE DE RECALQUE..... | 36 |
| 4.8. CÁLCULO DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO..... | 36 |
| 4.8.1. Reservatório Enterrado a ser Utilizado..... | 36 |
| 4.9. SELEÇÃO DAS BOMBAS..... | 36 |
| 4.9.1. Bombas Principais..... | 36 |
| 4.9.2. Bombas De Pressurização Ou “Jockey”..... | 39 |
| 4.10. RESUMO DO DIMENSIONAMENTO..... | 41 |
| 4.11. CROQUI DAS INSTALAÇÕES..... | 42 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 43 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 44 |

LISTA DE SÍMBOLOS

Abaixo são apresentados todas as grandezas, unidades e suas equivalências utilizadas no trabalho.

| GRANDEZA | UNIDADE | DESCRIÇÃO |
|--------------|-------------------|----------------------------|
| Comprimentos | m | Metro |
| Área | cm ² | centímetro quadrado |
| | m ² | metro quadrado |
| Dimensões | m | Metro |
| | cm | Centímetro |
| | mm | Milímetro |
| Ângulos | ° | Graus |
| Volume | l | Litro |
| | m ³ | metro cúbico |
| Peso | kg | Quilograma |
| Vazão | l/min | litros por minuto |
| | m ³ /s | metros cúbicos por segundo |
| Pressão | kPa | quilo Pascal |
| | m.c.a. | metro de coluna de água |
| | kgf | quilo grama força |

Abaixo são apresentados os diâmetros em polegadas e sua equivalência em milímetros.

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----|-----|----|-------|-------|----|-------|----|-----|
| Milímetro | (mm) | 13 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 75 | 100 |
| Polegada | (") | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 4 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | TÍTULO | Pág. |
|-------------------|---|-------------|
| CAPÍTULO 2 | | |
| 2.1. | Triângulo do Fogo..... | 2 |
| 2.2. | Quadrado do Fogo..... | 3 |
| CAPÍTULO 3 | | |
| 3.1. | Tomada superior de sucção para bomba principal..... | 14 |
| 3.2. | Tomada lateral de sucção para bomba principal..... | 15 |
| 3.3. | Tomada inferior de sucção para bomba principal..... | 15 |
| 3.4. | Alimentação natural reservatório por adufa..... | 16 |
| 3.5. | Alimentação natural reservatório por canal..... | 17 |
| 3.6. | Alimentação natural reservatório por conduto..... | 17 |
| 3.7. | Diagrama seleção de bombas KSB..... | 26 |
| 3.8. | Curvas características rotor e rendimento..... | 27 |
| 3.9. | Curvas características NPSH..... | 27 |
| 3.10. | Curvas características potencia do motor..... | 27 |
| 3.11. | Mangueiras de incêndio..... | 29 |
| 3.12. | Esguicho tipo agulheta..... | 30 |
| 3.13. | Esguicho tipo regulável..... | 30 |
| 3.14. | Escolha da bomba principal..... | 37 |
| 3.15. | Escolha do rotor e determinação do rendimento da bomba principal..... | 37 |
| 3.16. | Determinação da potência do motor da bomba principal..... | 38 |
| 3.17. | Determinação do NPSH da bomba principal..... | 38 |
| 3.18. | Escolha da bomba de pressurização..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.19. Escolha do rotor e determinação do rendimento da bomba de pressurização..... | 40 |
| 3.20. Determinação da potência do motor da bomba de pressurização..... | 40 |
| 3.21. Croqui das tubulações e hidrantes..... | 42 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | TÍTULO | Pág. |
|--|---------------|-------------|
| CAPÍTULO 3 | | |
| 3.1. Classificação das edificações segundo a ocupação..... | | 9 |
| 3.2. Classificação dos tipos de sistemas..... | | 11 |
| 3.3. Componentes para hidrantes simples..... | | 12 |
| 3.4. Dimensões de poços de sucção..... | | 15 |
| 3.5. Níveis de água e largura mínima para canais e adufas em função da vazão de alimentação..... | | 17 |
| 3.6. Coeficiente de atrito “C” de Hazen-Williams..... | | 20 |
| 3.7. Equivalência em metros de canalização reta das perdas de carga localizadas em conexões, bocais e válvulas..... | | 21 |
| 3.8. Tipos de mangueiras de hidrantes..... | | 29 |

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma análise do sistema de proteção contra incêndios em instalações industriais, com a utilização de sistema de hidrantes.

Para tanto, faz-se necessário o conhecimento dos princípios que regem os incêndios, tais como, a natureza do fogo, a propagação e os métodos de extinção dos mesmos.

Uma vez conhecidos estes princípios, é de fundamental importância dimensionar adequadamente o sistema de combate, tanto no que diz respeito aos equipamentos como no que diz respeito à qualificação do pessoal que irá utiliza-lo.

Todo o trabalho será baseado na NBR 13714:2000, que é a legislação exigida pelo Corpo de Bombeiros no interior do Estado do Rio Grande do Sul. Em algumas localidades, existem leis complementares municipais, que em caso de projeto, deverão ser também atendidas. Uma vez que o exemplo de dimensionamento que será apresentado localiza-se no município de Piratini, que é atendido pelo corpo de bombeiros da cidade de Pelotas, todos os dimensionamentos atenderão exclusivamente a NBR 13714:2000, considerando que não existe legislação municipal específica.

2. O FOGO

Por definição, fogo é uma reação química, denominada combustão, que é uma oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor, que gera luz e calor.

Sendo o fogo o resultado da combinação do oxigênio do ar com certos corpos submetidos a ação do calor, conclui-se tratar-se de uma reação química denominada combustão e mantida pelo calor produzido durante o processamento da reação, devido a ruptura das ligações moleculares do combustível.

O conceito de incêndio baseia-se na ação destruidora do fogo, o que ocorre sempre que o mesmo foge ao controle humano.

Prevenção nada mais é do que evitar que ocorram simultaneamente as condições prévias para o surgimento de um incêndio ou explosão. No combate a incêndio, a extinção trata de interromper o processo de combustão, eliminando, pelo menos, uma destas condições.

Para que haja a ocorrência do fogo deve haver a concorrência simultânea de três elementos essenciais: material combustível, comburente (oxigênio) e uma fonte de calor, formando o chamado triângulo do fogo, conforme figura 2.1.



Figura 2.1 – Triângulo do fogo

Após a ignição do fogo, para que o mesmo se propague, faz-se necessário a ocorrência da transferência de calor de molécula para molécula do material combustível, ainda intactas, que entram em combustão sucessivamente, produzindo o que se chama de reação em cadeia, formando o chamado quadrado do fogo, conforme figura 2.2.

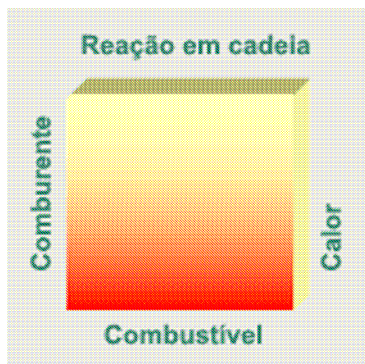


Figura 2.2 – Quadrado do Fogo

2.1) CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS COMPONENTES DO FOGO

2.1.1) Combustível:

É toda substância sólida, líquida ou gasosa, capaz de queimar e alimentar a combustão.

É o elemento que serve de campo de propagação do fogo. Podem ser madeira, papel, óleo, gasolina, etc..

2.1.2) Calor:

É uma forma de energia que eleva a temperatura, que dá início à combustão, mantém e amplia a sua propagação. Quando um corpo é aquecido, a velocidade das moléculas aumenta e o calor também aumenta.

2.1.3) Comburente:

É o oxigênio, o elemento ativador do fogo; ele dá vida às chamas, intensifica a combustão, pois em ambiente pobre de oxigênio o fogo não tem chamas e nos ambientes ricos elas são intensas, brilhantes e com elevadas temperaturas.

2.1.4) Reação Em Cadeia:

Além do combustível, calor e oxigênio, recentemente uma nova teoria foi desenvolvida para explicar a combustão, introduzindo-se um quarto elemento: a **reação em cadeia**. Os combustíveis, após iniciarem a combustão, geram mais calor. Esse calor provocará o desprendimento de mais gases ou vapores combustíveis, desenvolvendo uma transformação em cadeia, que em resumo é o produto de uma transformação gerando outra.

2.2) CLASSES DE INCÊNDIO

Os incêndios são classificados, de acordo com o material combustível, em quatro classes, A,B,C e D.

É de suma importância que, no combate ao fogo, o brigadista saiba identificar a que classe de incêndio pertence o que tem à sua frente. Somente com o conhecimento da natureza do material que está se queimando, poderá descobrir o melhor método a ser utilizado para uma extinção rápida e segura.

2.2.1) Incêndio De Classe “A”:

Nesta classe, enquadram-se os incêndios em materiais sólidos ou fibrosos, como: papel, a madeira, o tecido, o algodão e outros.

Esses materiais se queimam na superfície e em profundidade, deixando resíduos como a brasa, cinza, etc..

Nestes incêndios, deve-se usar um agente extintor que tenha poder de penetração, eliminando o calor existente. Portanto, é recomendável a utilização da água ou qualquer outro agente que a contenha em quantidade como a espuma.

2.2.2) Incêndios De Classe “B”:

São os incêndios que acontecem em materiais gasosos e líquidos inflamáveis (óleo, graxa, tinta, gasolina, etc.) onde a queima se dá somente na superfície e não deixa resíduos.

O método de extinção em incêndios de classe B é por abafamento e os extintores mais indicados são os de Espuma Mecânica, Pó Químico Seco (PQS) e Gás Carbônico (CO₂).

2.2.3) Incêndios De Classe “C”:

Encontram-se nesta classe, os incêndios em materiais elétricos energizados e, devido ao fato de a corrente elétrica estar ligada, seu combate deve ser com um agente extintor que não conduza eletricidade, como é o caso do Pó Químico Seco (PQS) e Gás Carbônico (CO₂).

É imprescindível que nunca se use água ou qualquer outro agente que a contenha em sua composição, como a espuma, pois a água é condutora de eletricidade, trazendo risco de vida ao operador do equipamento.

2.2.4) Incêndios De Classe “D”:

São aqueles verificados em materiais pirofóricos como: magnésio, titânio, potássio, alumínio em pó, sódio, zircônio.

Eles exigem para sua extinção agentes extintores especiais, que se fundem em contato com o metal combustível formando uma capa que o isola do ar atmosférico interrompendo a combustão.

2.3) MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO

Para um bom desempenho no combate ao fogo, o brigadista deve conhecer, também, os métodos de extinção do fogo a fim de deles se utilizar corretamente.

Sabendo que o fogo aparece quando se reúnem os três elementos essenciais: COMBUSTÍVEL - CALOR - COMBURENTE , para extingui-lo, é preciso romper o fornecimento de qualquer um destes elementos, por meio dos seguintes métodos :

2.3.1) Retirada Do Combustível (Isolamento):

Consiste na retirada, diminuição ou interrupção, com suficiente margem de segurança, do campo de propagação do fogo, do material ainda não atingido pelo incêndio ou cortando a alimentação do combustível como, por exemplo, em incêndio de forno ou fogão alimentado por gás combustível.

É uma tarefa que consiste em não permitir que, numa determinada área de armazenamento, o fogo atinja os materiais ainda intactos; para tanto, se procede à sua retirada, transportando-os para lugar seguro.

2.3.2) Retirada Do Calor (Resfriamento):

O resfriamento atua retirando energia (calor) do material combustível na zona de combustão, assim, consiste em diminuir a temperatura de combustão abaixo do ponto de fulgor do material.

2.3.3) Retirada do Comburente (Abafamento):

Na grande maioria dos combustíveis, a combustão só é possível na presença do oxigênio na atmosfera, portanto, se conseguir eliminá-lo ou reduzi-lo à taxas inferiores a concentração de 17%, o fogo será extinto.

2.3.4) Extinção Química (Quebra Da Cadeia Re Reação Química):

Com o lançamento ao fogo de determinados agentes extintores, suas moléculas se dissociam pela ação do calor formando átomos e radicais livres, que se combinam com a mistura inflamável resultante do gás ou vapor do material combustível com o comburente, formando outra mistura não-inflamável, interrompendo a reação química em cadeia.

2.4) AGENTES EXTINTORES

2.4.1) Água:

É o agente extintor mais abundante na natureza. Age principalmente por resfriamento, devido a sua propriedade de absorver grande quantidade de calor. Atua também por abafamento (dependendo da forma como é aplicada: neblina, jato contínuo, etc.). A água é o agente extintor mais empregado, em virtude do seu baixo custo e da facilidade de obtenção. Em razão da existência de sais minerais em sua composição química, a água conduz eletricidade e seu usuário, em presença de materiais energizados, pode sofrer choque elétrico. Quando utilizada em combate a fogo em líquidos inflamáveis, há o risco de ocorrer transbordamento do líquido que está queimando, aumentando, assim, a área do incêndio.

2.4.2) Espuma:

A espuma é produzida pelo batimento da água, LGE (líquido gerador de espuma) e ar. A rigor, a espuma é mais uma das formas de aplicação da água, pois constitui-se de um aglomerado de bolhas de ar ou gás (CO₂) envoltas por película de água. Mais leve que todos os líquidos inflamáveis, é utilizada para extinguir incêndios por abafamento e, por conter água, possui uma ação secundária de resfriamento.

2.4.3) Pó Químico Seco:

Os pós químicos secos são substâncias constituídas de bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio, monofosfato de amônio ou cloreto de potássio, que, pulverizadas, formam uma nuvem de pó sobre o fogo, extinguindo-o por quebra da reação em cadeia e por abafamento. O pó deve receber um tratamento anti-higroscópico para não umedecer evitando assim a solidificação no interior do extintor.

Para o combate a incêndios de classe “D”, utilizamos pós à base de cloreto de sódio, cloreto de bário, monofosfato de amônia ou grafite seco.

2.4.4) Gás Carbônico (CO₂):

Também conhecido como dióxido de carbono ou CO₂, é um gás mais denso (mais pesado) que o ar, sem cor, sem cheiro, não condutor de eletricidade e não venenoso (mas asfíxiante). Age principalmente por abafamento, tendo, secundariamente, ação de resfriamento. Por não deixar resíduos nem ser corrosivo é um agente extintor apropriado para combater incêndios em equipamentos elétricos e eletrônicos sensíveis (centrais telefônicas e computadores).

2.4.5) Compostos Halogenados (Halon):

São compostos químicos formados por elementos halogênios (flúor, cloro, bromo e iodo). Atuam na quebra da reação em cadeia devido às suas propriedades específicas e, de forma secundária, por abafamento. São ideais para o combate a incêndios em equipamentos elétricos e eletrônicos sensíveis, sendo mais eficientes que o CO₂. Assim como o CO₂, os compostos halogenados se dissipam com facilidade em locais abertos, perdendo seu poder de extinção.

2.5) SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO

O combate a incêndios pode ser realizado por sistemas fixos ou móveis, dependendo do tipo da edificação, sua utilização e sua ocupação. O sistema móvel é caracterizado pela utilização de extintores, enquanto que o sistema fixo caracteriza-se por redes de canalizações fixadas na edificação, ou enterradas no solo, tendo como elementos de aspersão da água sobre o fogo, os hidrantes, mangotinhos, chuveiros automáticos e projetores ou bicos nebulizadores.

Neste trabalho será abordado a proteção de incêndio por hidrantes, sendo portanto um sistema sob comando, ou seja, são dispositivos operados manualmente com mangueiras de incêndio, na ocasião de um foco de incêndio.

3) SISTEMAS DE HIDRANTES

Segundo a NBR 13714:2000, é um sistema constituído por tomadas de incêndio, que são estrategicamente distribuídas em locais da edificação, a fim de atender os possíveis princípios de incêndio.

Basicamente, este sistema é constituído pelos seguintes componentes: reservatório de água(inferior ou superior), tubulações de sucção e de recalque, casa de bombas e seus respectivos equipamentos de controle/acionamento, hidrantes com as respectivas válvulas, mangueiras e esguichos.

Como o objetivo deste trabalho é estabelecer um roteiro de dimensionamento de uma instalação de hidrantes, será abordado cada um destes itens, caracterizando seus tipos, sua aplicação e forma de dimensionamento.

O ponto de partida de todo o projeto de hidrantes é o estabelecimento das características da edificação, o que permite definir qual o sistema a ser utilizado. Para tanto, a NBR 13714:2000 estabelece o tipo de sistema a ser utilizado a partir do tipo de utilização da edificação, demonstrado a seguir.

3.1) CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SEGUNDO SUA OCUPAÇÃO

A NBR 13714:2000 classifica as edificações a partir de sua ocupação, indicando conforme tabela 3.1 o tipo do sistema a ser utilizado, bem como a sua divisão e a finalidade a que se destina.

| Grupo | Ocupação/uso | Sistema | Divisão | Descrição | Exemplos |
|-------|---|---------|---------|---|--|
| A | Residencial | 1 * | A - 1 | Habitações multifamiliares | Edifícios de apartamentos em geral |
| B | Serviços de hospedagem | 1 ** | B - 1 | Hotéis e assemelhados | Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, albergues, casas de cômodos. |
| | | | B - 2 | Hotéis residenciais | Hotéis e assemelhados, com cozinha própria nos apartamentos. |
| C | Comercial varejista | 2 *** | C - 1 | Comércio em geral, de pequeno, médio e grande porte | Armarinhos, tabacarias, mercearias, fruteiras, butiques e outros. Edifícios de lojas, lojas de departamentos, magazines, galerias, comerciais, supermercados em geral, mercados e outros. |
| | | | C - 2 | Centros comerciais | Centros de compras em geral (“shopping centers”) |
| D | Serviços profissionais, pessoais e técnicos | 1 ** | - | Locais para prestação de serviços | Escritórios administrativos ou técnicos, consultórios, instituições financeiras, agências bancárias, lavanderias, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, pintura de letreiros, repartições públicas, cabelereiros, laboratórios de análise clínicas sem internação, centros profissionais e outros. |
| E | Educacional | 1 ** | - | Escolas em geral | Escolas em geral, locais de ensino, inclusive de artes marciais e ginásticas, esportes coletivos, saunas, casas de fisioterapia, escolas para excepcionais, creches, escolas maternas, jardins de infância e outros. |

| | | | | | |
|---|------------------------------------|-------|-------------------|--|---|
| F | Locais de reunião de público | 1 ** | F – 1 | Locais onde há objetos de valor inestimável | Museus e galerias de arte |
| | | | F – 2 | Templos e auditórios | Igrejas, sinagogas, templos e auditórios em geral |
| | | | F – 3 | Centros esportivos | Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral |
| | | | F – 4 | Clubes sociais | Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados |
| | | | F – 5 | Locais para refeições | Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros. |
| | | 2 *** | F – 6 | Estações terminais de passageiros | Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros. |
| | | | F – 7 | Locais para produção e apresentação de artes cênicas | Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdio de rádio e televisão e outros |
| | | | F – 8 | Locais para pesquisa e consulta | Arquivos, bibliotecas e assemelhados. |
| G | Serviços automotivos | 2 | - | Garagens com ou sem acesso de público, abastecimento de combustível, serviços de manutenção e reparos | Garagens automáticas, coletivas, oficinas, borracharias, postos de combustíveis, rodoviárias, etc. |
| H | Serviços de saúde e institucionais | 1 ** | - | Hospitais em geral | Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento), asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, reformatórios sem celas, hospitais, casas de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura, quartéis, centrais de polícia, delegacias distritais, postos policiais, hospitais psiquiátricos, reformatórios, prisões em geral e instituições assemelhadas. |
| I | Industrial, atacadista e depósitos | 2 | I – 1 Baixo risco | Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentem baixo potencial de incêndio | Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de baixo risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os materiais utilizados não são combustíveis e os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis. |
| | | | I – 2 Médio risco | Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentem médio potencial de incêndio. Depósitos com conteúdo específico | Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de médio risco de incêndio, tais como mercenarias, fábricas de caixas, de colchões, subestações, lavanderias a seco, estúdios de TV, impressoras, fábrica de doces, heliportos, oficinas de conserto de veículos e outros. |

| | | | | | |
|--|--|---|------------------|---|---|
| | | 3 | I – 3 Alto risco | Locais onde há alto risco de incêndio pela existência de quantidade suficiente de materiais perigosos | Fábricas e depósitos de explosivos, gases e líquidos inflamáveis, materiais oxidantes e outros definidos pelas normas brasileiras, tais como destilarias, refinarias (exceto petróleo, terminais e bases de distribuição de derivados e petroquímicos) e elevadores de grãos, tintas, borrachas e outros. |
|--|--|---|------------------|---|---|

Tabela 3.1 – Classificação das Edificações Segundo a Ocupação

* As edificações do grupo A devem ser protegidas por sistema tipo 1 com vazão de 80 l/min, dotados de pontos de tomada de água de engate rápido para mangueiras de hidrantes de 40mm.

** As edificações dos grupos B,D,E e H e das divisões F-1, F-2, F-3, F-4 e F-5 devem ser protegidas por sistemas tipo 1 com vazão de 100 l/min, dotados de pontos de tomada de água de engate rápido para mangueiras de hidrantes de 40mm.

*** As edificações do grupo C e das divisões F-6, F-7 e F-8 devem ser protegidas por sistemas tipo 2, com saídas duplas de 40mm, dotados de pontos de tomada de água com mangueira semi-rígida acoplada.

3.2) CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

Segundo a NBR 13714:2000, após classificar a edificação conforme o seu uso, deve-se determinar o tipo de sistema a ser utilizado, a partir da tabela 3.2, onde é possível estabelecer o tipo, bem como, o diâmetro das mangueiras, seus comprimentos, o tipo de esguicho com seu respectivo diâmetro, o número de saídas e a vazão mínima em litros por minuto necessário para cada sistema.

| Sistema | Tipo | Mangueiras | | Esguichos | | Número de Saídas | Vazão l/min |
|-------------|------|------------|-------------|-----------------------|----------|------------------|-------------|
| | | Diâmetro | Comprimento | Tipo de jato | Diâmetro | | |
| | | mm | m | | mm | | |
| Mangotinhos | 1 | 25 ou 32 | 30 | Regulável | - | 1 | 80 ou 100 |
| Hidrantes | 2 | 40 | 30 | Regulável ou compacto | 16 | 2 | 300 |
| Hidrantes | 3 | 65 | 30 | Regulável ou compacto | 25 | 2 | 900 |

Tabela 3.2 – Classificação dos Tipos de Sistemas

Na tabela 3.3, abaixo, define-se os componentes de cada sistema, à partir da determinação do tipo estabelecido na tabela 3.1.

| MATERIAIS | TIPOS DE SISTEMA | | |
|--------------------------------------|------------------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| Abrigo(s) | Sim | Sim | Sim |
| Mangueira(s) de incêndio | Não | Sim | Sim |
| Chaves para hidrantes, engate rápido | Não | Sim | Sim |
| Esguichos | Sim | Sim | Sim |
| Mangueira semi-rígida | Sim | Sim | Não |

Tabela 3.3 – Componentes para cada hidrante simples ou mangotinho

Conhecendo-se, portanto, o tipo do sistema a ser utilizado, pode-se iniciar propriamente o dimensionamento do sistema de hidrantes, a começar pelo reservatório de água necessário para o atendimento do sistema.

3.3) RESERVATÓRIOS (RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO)

Conforme a NBR 13714:2000, a reserva de incêndio deve ser prevista para permitir o primeiro combate, durante determinado tempo. Após este tempo considera-se que o Corpo de Bombeiros mais próximo atuará no combate, utilizando a rede pública, caminhões-tanque ou fontes naturais. Para qualquer sistema de hidrante ou de mangotinho, o volume mínimo de água da reserva de incêndio deve ser determinado conforme indicado:

$$V = Q \times t \quad (1)$$

onde:

Q é a vazão de duas saídas do sistema aplicado, conforme a tabela 1, em litros por minuto;

t é o tempo de 60 min para sistemas dos tipos 1 e 2, e de 30 min para sistema do tipo 3;

V é o volume da reserva, em litros.

Em relação aos tipos de reservatórios, a NBR 13714:2000 estabelece que podem ser utilizados reservatórios elevados, inferiores ou fontes naturais (rios e lagos).

A norma também estabelece que 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.

Outro aspecto que deve ser observado é que a capacidade efetiva do reservatório deve ser mantida permanentemente e que o reservatório deve ser construído de maneira que possibilite sua limpeza sem interrupção total do suprimento de água do sistema, ou seja, mantendo pelo menos 50% da reserva de incêndio (reservatório com duas células interligadas).

A construção do reservatório deve ser em concreto armado ou metálico, obedecendo aos requisitos acima. Poderão ser utilizados reservatórios confeccionados com outros materiais, desde que as resistências ao fogo, mecânicas e a intempéries sejam garantidas.

Quanto à reposição da capacidade, a NBR recomenda que a reposição da capacidade efetiva seja efetuada à razão de 1 L/min por metro cúbico de reserva.

3.3.1) Reservatórios elevados (ação da gravidade)

Quando o abastecimento é feito pela ação da gravidade, os reservatórios elevados devem estar à altura suficiente para fornecer as vazões e pressões mínimas requeridas para cada sistema.

Esta altura é considerada:

- a) do fundo do reservatório (quando a adução for feita na parte inferior do reservatório) até os hidrantes ou de mangotinhos mais desfavoráveis hidráulicamente;
- b) da face superior do tubo de adução (quando a adução for feita nas paredes laterais dos reservatórios) até os hidrantes ou de mangotinhos mais desfavoráveis hidráulicamente.

Quando a altura do reservatório elevado não for suficiente para fornecer as vazões e pressões mínimas requeridas, para os pontos dos hidrantes ou mangotinhos mais desfavoráveis hidráulicamente, deve-se utilizar uma bomba de reforço, em sistema *by pass*, para garantir as pressões e vazões mínimas para aqueles pontos.

O tubo 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.

3.3.2) Reservatórios ao nível do solo, semi-enterrados ou subterrâneos

Para este tipo de reservatório, o abastecimento dos sistemas de hidrantes ou mangotinhos deve ser efetuado através de bombas fixas, de acionamento automático.

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 3.1, 3.2 e 3.3 e tabela 3.4.

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 3.1, 3.2 e 3.3.

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 3.4.

Quando o tubo de sucção D for dotado de um dispositivo antivórtice, pode-se desconsiderar a dimensão A da tabela 3.4.

Sempre que possível, o reservatório deve dispor de um poço de sucção, como mostrado nas figuras 3.1, 3.2 e 3.3 e com as dimensões mínimas A e B da tabela 3.4, respeitando-se também as distâncias mínimas com relação ao diâmetro D do tubo de sucção.

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

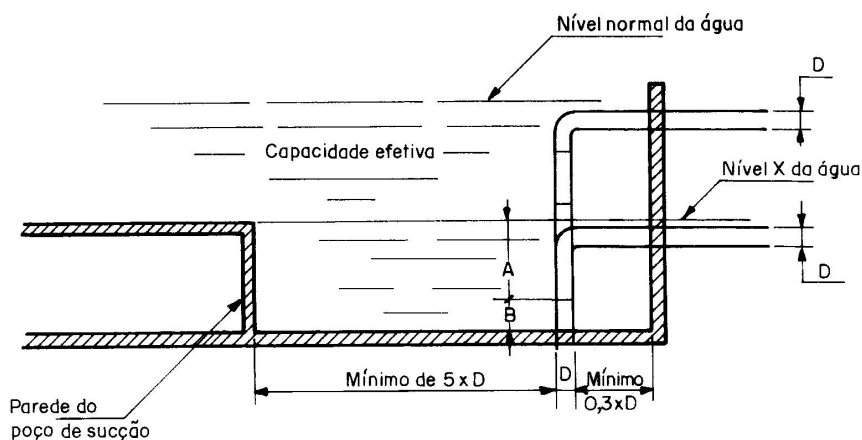


Figura 3.1 – Tomada superior de sucção para bomba principal

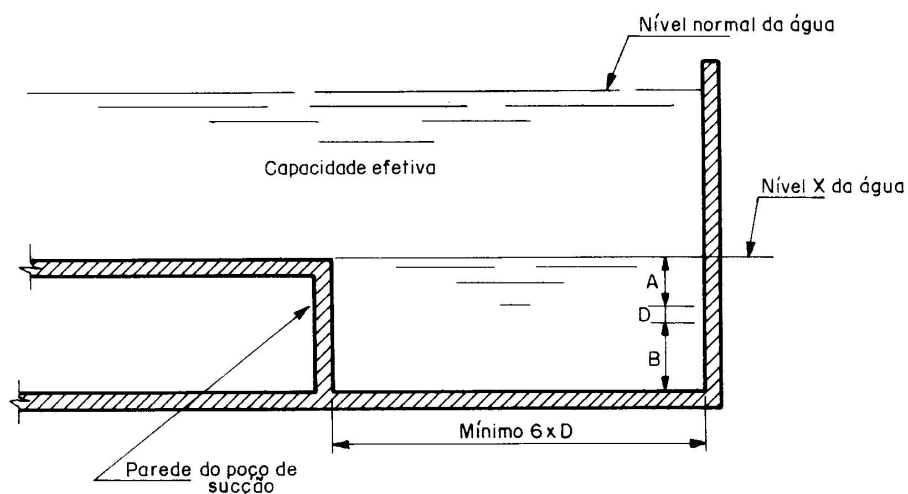


Figura 3.2 – Tomada lateral de sucção para bomba principal

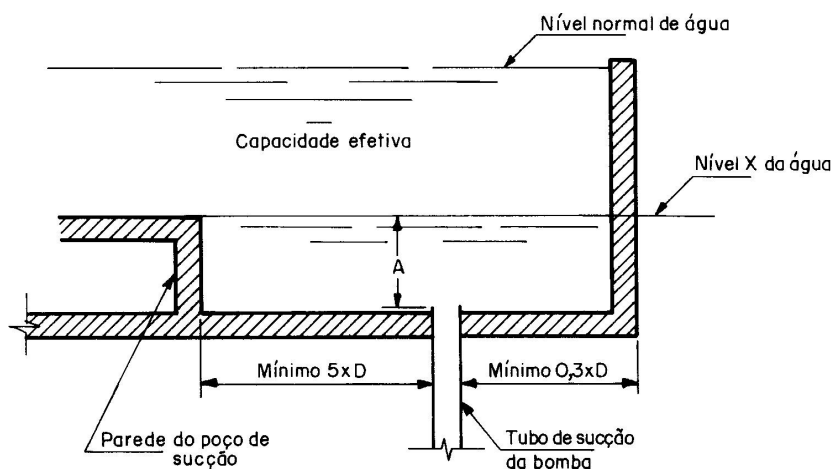


Figura 3.3 – Tomada inferior de sucção para bomba principal

| 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 |

Tabela 3.4 – Dimensões de poços de sucção

3.3.3) Fontes naturais (lagos, rios, açudes, lagoas)

Segundo a NBR 13714:2000, pode-se utilizar como reserva técnica de incêndio fontes naturais, tais como, lagos, rios, açudes, lagoas ou fontes não naturais, tais como piscinas.

Para estes casos, suas dimensões devem ser conforme as figuras 3.4, 3.5 e 3.6, incluindo a tabela 3.5.

Nos casos das figuras 3.4, 3.5 e 3.6, 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 3.5 para as correspondentes largura w e vazão Q .

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

Cada bomba principal deve possuir uma câmara de sucção com sua respectiva câmara de decantação, independentemente.

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 3.4, 3.5 e 3.6, são idênticas.

A câmara de decantação deve possuir a mesma largura e profundidade da câmara de sucção e um comprimento mínimo igual a $4,4 \times h$, onde h é a profundidade da câmara de decantação.

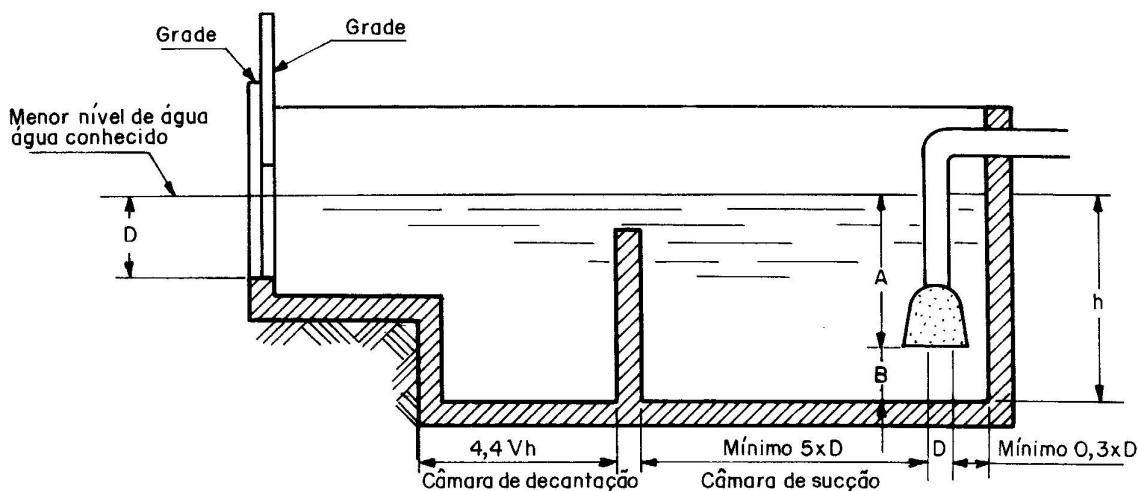


Figura 3.4 – Alimentação natural de reservatório por adufa

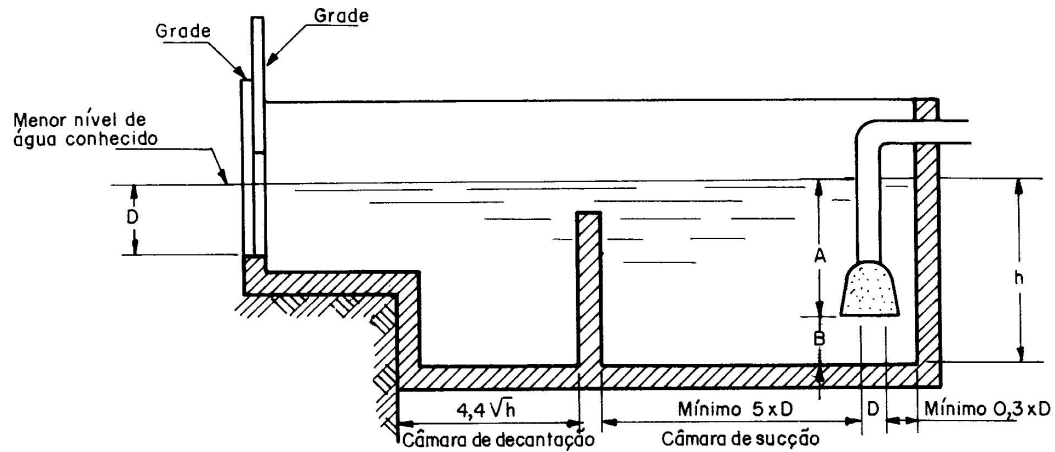


Figura 3.5 – Alimentação natural de reservatório por canal

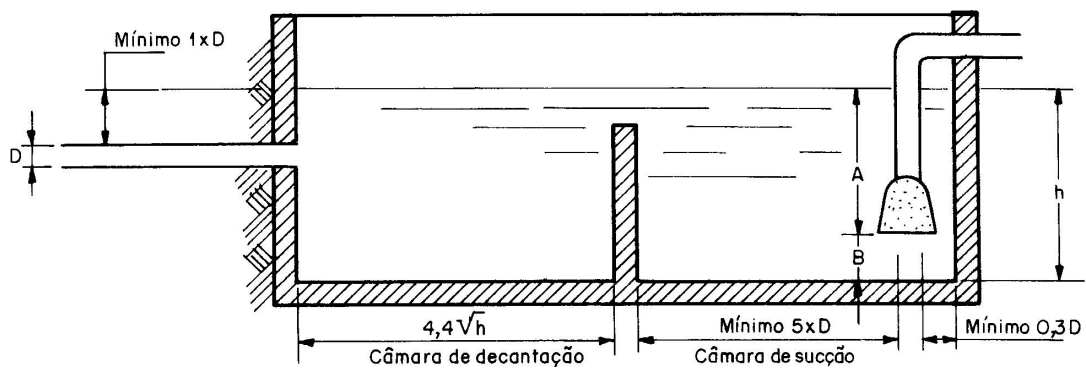


Figura 3.6 – Alimentação natural de reservatório por conduto

| Profundidade do local (mm) | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|
| 250 | | 500 | | 1000 | |
| w (mm) | Q (dm ³ /min) | w (mm) | Q (dm ³ /min) | w (mm) | Q (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 |

Tabela 3.5 - Níveis de água e largura mínimas para canais e adufas em função da vazão de alimentação

3.4) TUBULAÇÕES DE INCÊNDIO

Segundo a NBR 13714:2000, a tubulação do sistema não deve ter diâmetro nominal inferior a DN65 (2½") sendo que para sistemas tipo 1, poderá ser utilizada tubulação com diâmetro nominal DN50 (2"), desde que comprovado tecnicamente o desempenho hidráulico dos componentes e do sistema, e aprovado pelo órgão competente.

Também a norma determina que a tubulação aparente do sistema deve ser em cor vermelha.

3.4.1) Requisitos De Dimensionamento:

Quanto ao dimensionamento, a NBR 13714:2000 estabelece o que segue:

- a) Em qualquer edificação, o dimensionamento deve consistir na determinação do caminhamento das tubulações, dos diâmetros, dos acessórios e dos suportes, necessários e suficientes para garantir o funcionamento dos sistemas previstos nesta Norma.
- b) Os hidrantes ou mangotinhos devem ser distribuídos de tal forma que qualquer ponto da área a ser protegida seja alcançado por um (sistema tipo 1) ou dois (sistemas tipos 2 e 3) esguichos, considerando-se o comprimento da(s) mangueira(s) e seu trajeto real e desconsiderando-se o alcance do jato de água.
- c) Para o dimensionamento, deve ser considerado o uso simultâneo dos dois jatos de água mais desfavoráveis hidráulicamente, para qualquer tipo de sistema especificado, considerando-se no

mínimo as vazões obtidas conforme a tabela 3.2.

d) O local mais desfavorável hidráulicamente deve ser aquele que proporciona menor pressão dinâmica no esguicho.

e) Havendo mais de um tipo de ocupação (ocupações mistas) na edificação (que requeira proteção por sistemas distintos), o dimensionamento dos sistemas deve ser feito para cada tipo de sistema individualmente.

f) O sistema deve ser dimensionado de modo que as pressões dinâmicas nas entradas dos esguichos não ultrapassem o dobro daquela obtida no esguicho mais desfavorável hidráulicamente. Pode-se utilizar quaisquer dispositivos para redução de pressão, desde que comprovadas as suas adequações técnicas.

g) Recomenda-se que o sistema seja dimensionado de forma que a pressão máxima de trabalho, em qualquer ponto do sistema, não ultrapasse 1 000 kPa. Situações que requeiram pressões superiores à estipulada serão aceitas, desde que comprovada a adequação técnica dos componentes empregados e atendido o requisito especificado na letra f.

3.4.2) CÁLCULO HIDRAULICO

3.4.2.1) Cálculo da Perda De Carga Na Tubulação:

A NBR 13714:2000, estabelece que o cálculo hidráulico das tubulações deve ser executado por métodos adequados para este fim, sendo que os resultados alcançados têm que satisfazer a uma das seguintes equações apresentadas a seguir:

a) Darcy-Weissbach (“fórmula universal”):

$$J = (f \cdot v^2) / (d \cdot 2g) \quad (2) \text{ onde,}$$

- J é a perda de carga unitária, em metros de coluna d’água;

- f é o fator de atrito, adimensional;

- d é o diâmetro interno da canalização, em metros;

- v é a velocidade do fluido, em metros por segundo;

- g é a aceleração da gravidade, (9,81 m/s²);

b) Hazen Williams:

$$J = (10,65 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot d^{4,87}) \quad (3) \quad \text{onde;}$$

- J é a perda de carga por atrito, em “mca/m”;

- Q é a vazão, em m³/s;

- C é o coeficiente de rugosidade das paredes internas do tubo, adimensional, conforme tabela 3.6;

- d é o diâmetro interno da canalização em metros.

| Material da canalização | Coeficiente de atrito “C” | | |
|--|---------------------------|-----------|-----------|
| | Canalizações | | |
| | Novas | ± 10 anos | ± 20 anos |
| Ferro fundido ou dúctil, sem revestimento interno | 100 | - | - |
| Ferro fundido ou dúctil, com revestimento de cimento | 140 | 120 | 105 |
| Ferro fundido ou dúctil, com revestimento de asfalto | 140 | - | - |
| Ferro fundido, com revestimento de epóxi | 140 | 130 | 120 |
| Aço preto (para sistemas de canalização seca) | 100 | - | - |
| Aço preto (para sistemas de canalização molhada) | 120 | - | - |
| Aço galvanizado | 120 | 100 | - |
| Cobre | 150 | 135 | 130 |
| PVC, polietileno, fibra de vidro com epóxi | 150 | 135 | 130 |
| Mangueira de incêndio | 140 | - | - |

Tabela 3.6 – Coeficiente de atrito “C” de Hanzen-Willams

O cálculo hidráulico, deve levar em consideração todas as perdas de carga que teremos na instalação, e para tanto, faz-se necessário conhecer o trajeto de toda a tubulação, bem como, seus desvios (curvas, ângulos). Além deste trajeto, nos cálculos hidráulicos devem ser consideradas as perdas de cargas localizadas em cada componente, tais como: válvulas de gaveta ou esfera, válvulas de globo, válvulas angulares e válvulas de retenção (de pé e crivo, horizontal ou vertical).

A perda total de carga da instalação, portanto, será obtida pela seguinte expressão:

$$h_{pt} = (l_n + l_e) \cdot J \quad (4) \quad \text{onde;}$$

- h_{pt} = perda de carga total em todo o trecho em estudo, em “mca”;
- l_n = somatório de todos os segmentos retos de canalização do trecho, em metros;
- l_e = somatório dos comprimentos equivalentes de todas as singularidades do trecho, em metros;
- J = perda de carga unitária, em “mca/m”.

Para determinar o valor de l_e temos as seguintes tabelas:

| | TIPO | Material | Diâmetro Nominal , mm (pol) | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 75 | 100 | 125 | 150 | |
| | | | (1/2) | (3/4) | (1) | (1 ¼) | (1 ½) | (2) | (2 ½) | (3) | (4) | (5) | (6) | |
| CONEXÕES | Joelho | 90° | Cobre | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,9 | 4,3 | - | - |
| | | | Aço | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,5 | 3,4 | 4,2 | 4,9 |
| | | 45° | Cobre | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | - | - |
| | | | Aço | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,9 | 2,3 |
| | Curva | 90° | Cobre | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | - | - |
| | | | Aço | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,5 |
| | | 45° | Cobre | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | - | - |
| | | | Aço | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,1 |
| | Tê | Passagem direta | Cobre | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,5 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | - | - |
| | | | Aço | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,7 | 3,4 |
| | | Saída lateral | Cobre | 2,3 | 2,4 | 3,1 | 4,6 | 7,3 | 7,6 | 7,8 | 8,0 | 8,3 | - | - |
| | | | Aço | 1,0 | 1,4 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,7 | 8,4 | 10,0 |
| | Bucha ou luva de redução | Cobre | - | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | - | - | |
| | | Aço | - | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | |
| BOCAIS | Entrada de canalização | Normal | Cobre | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,2 | - | - |
| | | | Aço | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,6 | 2,0 | 2,5 |
| | | Borda | Cobre | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,8 | 2,3 | 2,8 | 3,3 | 3,7 | 4,0 | - | - |
| | | | Aço | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 3,2 | 4,0 | 5,0 |
| | Saída de canalização | Cobre | 0,8 | 0,9 | 1,3 | 1,4 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 3,9 | - | - | |
| | | Aço | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 3,2 | 4,0 | 5,0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------------------|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| VÁLVULAS | Gaveta ou esfera (aberta) | Cobre | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | - | - | |
| | | Aço | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | |
| | Globo (aberta) | Cobre | 11,1 | 11,4 | 15,0 | 22,0 | 35,8 | 37,9 | 38,0 | 40,0 | 42,3 | - | - | |
| | | Aço | 4,9 | 6,7 | 8,2 | 11,3 | 13,4 | 17,4 | 21,0 | 26,0 | 34,0 | 43,0 | 54,0 | |
| | Angular (aberta) | Cobre | 5,9 | 6,1 | 8,4 | 10,5 | 17,0 | 18,5 | 19,0 | 20,0 | 22,1 | - | - | |
| | | Aço | 2,6 | 3,6 | 4,6 | 5,6 | 6,7 | 8,5 | 10,0 | 13,0 | 17,0 | 21,0 | 26,0 | |
| | Retenção | De pé com crivo | Cobre | 8,1 | 9,5 | 13,3 | 15,5 | 18,3 | 23,7 | 25,0 | 26,8 | 28,6 | - | - |
| | | | Aço | 3,6 | 5,6 | 7,3 | 10,0 | 11,6 | 14,0 | 17,0 | 20,0 | 23,0 | 30,0 | 39,0 |
| | | Horizontal (tipo leve) | Cobre | 2,5 | 2,7 | 3,8 | 4,9 | 6,8 | 7,1 | 8,2 | 9,3 | 10,4 | - | - |
| | | | Aço | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 2,7 | 3,2 | 4,2 | 5,2 | 6,3 | 8,4 | 10,4 | 12,5 |
| | | Vertical (tipo pesado) | Cobre | 3,6 | 4,1 | 5,8 | 7,4 | 9,1 | 10,8 | 12,5 | 14,2 | 16,0 | - | - |
| | | | Aço | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 6,4 | 8,1 | 9,7 | 12,9 | 16,1 | 19,3 |

Tabela 3.7 – Equivalência em metros de canalização reta das perdas de carga localizadas em conexões, bocais e válvulas.

3.4.2.2) Cálculo da Perda de Carga nas Mangueiras:

Também faz parte do cálculo hidráulico do sistema, o cálculo das perdas de cargas ocasionadas nas mangueiras dos hidrantes, sendo que o princípio é o mesmo adotado para as tubulações, ou seja, deve ser estabelecida a perda de carga unitária e posteriormente a perda de carga total na mangueira, conforme as equações à seguir.

$$J_{\text{mang}} = (0,00114 \cdot Q^{1,85}) / d^{4,87} \quad (5) \quad \text{onde;}$$

- J_{mang} = perda de carga unitária na mangueira/mangotinho, em mca/m;
- Q = vazão da mangueira, em m³/s;
- d = diâmetro interno da mangueira, em metros.

Conhecendo-se o valor da perda de carga unitária, obtêm-se a perda de carga na mangueira do hidrante mediante a seguinte equação.

$$h_{p\text{mang}} = J_{\text{mang}} \cdot l_{\text{mang}} \quad (6) \quad \text{onde;}$$

- $h_{p\text{mang}}$ = perda de carga total na mangueira, em mca;
- J_{mang} = perda de carga unitária em mca/m;
- l_{mang} = comprimento da mangueira, em metros;

3.4.2.3) Cálculo da Perda de Carga nos Esguichos:

Outro componente do cálculo hidráulico, é o esguicho da água, quando da utilização do hidrante, ocasionando perdas de cargas proporcionais ao diâmetro deste esguicho.

Para tanto temos a seguinte equação.

$$h_{\text{esg}} = (0,0083 \cdot Q_{\text{esg}}^2) / d_{\text{esg}}^4 \quad (7) \quad \text{onde;}$$

- h_{esg} = perda de carga no esguicho, em mca;
- Q_{esg} = vazão do esguicho, em m³/s;
- d_{esg} = diâmetro do esguicho, em metros.

3.4.2.4) Cálculo da Perda de Carga Total:

Conhecendo-se as perdas de carga nas tubulações (sucção e recalque), bem como as perdas de carga nas mangueiras e nos esguichos, determina-se a perda de carga total pela expressão:

$$h_{\text{mt}} = h_{\text{ms}} + h_{\text{mr}} + h_{\text{pmang}} + h_{\text{pesg}} \quad (8) \quad \text{onde;}$$

- h_{mt} = altura manométrica total, em mca;
- h_{ms} = altura manométrica total de sucção, em mca;
- h_{mr} = altura manométrica total de recalque, em mca;
- h_{pmang} = perda de carga nas mangueiras, em mca;
- h_{pesg} = perda de carga nos esguichos, em mca.

OBS: nos valores de h_{ms} e de h_{mr} devem ser descontados os desníveis naturais da tubulação.

3.4.2.5) Cálculo da Velocidade de Recalque:

A NBR 13714:2000, estabelece que a velocidade da água de recalque não seja um valor superior à 5m/s, tendo em vista que o manuseio das mangueiras fica comprometido com velocidades superiores a esse valor.

Portanto, a velocidade de recalque é calculada pela equação:

$$V_{\text{recalque}} = Q_{\text{recalque}} / A_{\text{tub recalque}} \quad (9) \quad \text{onde;}$$

- V_{recalque} = velocidade da água de recalque, em m/s;
- Q_{recalque} = vazão total de recalque (dois hidrantes), em m³/s;
- $A_{\text{tub recalque}}$ = área tubulação de recalque, em m².

Quando o valor calculado aproxima-se muito de 5 m/s ou ultrapassa-o, a NBR 13417:2000 recomenda o aumento do diâmetro da tubulação de recalque, o que produzirá a redução da velocidade.

3.5) BOMBAS HIDRÁULICAS DE INCÊNDIO

O sistema de bombeamento de água em instalações de hidrantes, será feito por bombas do tipo centrífugas, acionadas por motores elétricos ou de explosão, dimensionadas à partir da altura manométrica total e da vazão de água necessária para cada sistema.

Como os reservatórios podem ser elevados ou subterrâneos, as bombas de recalque de incêndio serão do tipo sucção positiva ou sucção negativa.

As do tipo sucção positiva, são aquelas que estão instaladas abaixo do nível da água do reservatório que as alimenta (normalmente reservatório superior), ou seja, estão com seus rotores “afogados” e portanto com a tubulação de sucção permanentemente cheia.

As do tipo sucção negativa, são aquelas que estão instaladas acima do nível da água do reservatório que as alimenta (normalmente reservatórios enterrados ou subterrâneos), ou seja, necessitam de uma diferença de pressão gerada pela rotação do rotor para sugar a água do reservatório. Este tipo de bomba deverá necessariamente possuir válvula de pé e crivo na tubulação de recalque, a fim de manter esta tubulação cheia de água, não necessitando escorvar a bomba toda a vez que a mesma for acionada.

Quando o sistema de proteção se dá por canalização cheia, isto é, a tubulação de incêndio permanece cheia de água, até a abertura de um dos registros, constitui o sistema duas bombas principais e uma de pressurização, também chama de “jockey”.

A bomba de pressurização, tem por finalidade manter a tubulação cheia de água, pressurizada, pronta para a utilização quando da abertura de um dos registros do sistema, enquanto que as bombas principais são responsáveis pelo bombeamento da vazão de água necessária ao combate do incêndio.

3.5.1) Acionamento E Controle Das Bombas Hidráulicas De Incêndio:

O sistema de bombas de incêndio deve ter acionamento automático, sendo que o elemento que determinará este acionamento é o escoamento da água. A partir destas condições, o sistema pode ter acionamento por:

3.5.1.1) Acionamento por pressóstato:

Este tipo de acionamento se dá por queda da pressão na rede de canalizações, acusada por pressóstatos instalados nas linhas de controles das bombas, acionando os quadros de partida das mesmas.

Quando o sistema de bombas está localizado junto ao reservatório inferior, faz-se necessário a utilização de bomba de pressurização (“jockey”), que deverá ter uma vazão máxima de 20 l/min. Esta bomba é que manterá a tubulação sempre cheia, compensando com seu funcionamento qualquer vazamento ou abertura acidental do sistema. Para tanto, o pressóstato que controlará esta bomba, deve ser de no mínimo 5 “mca” maior que a pressão da primeira bomba principal, medida sem vazão.

As bombas principais, por sua vez, devem ser acionadas por pressóstatos com diferença mínima de 10 “mca” entre si, o que proporcionará um acionamento escalonado à medida que a pressão no sistema for baixando (abertura dos registros dos hidrantes).

A NBR 13714:2000 recomenda que no sistema de hidrantes, nunca sejam atingidas pressões superiores à 100 “mca”, a fim de preservar os componentes do sistema.

Quando o sistema de bombas está localizado junto ao reservatório superior, não é necessário a bomba de pressurização, ficando o funcionamento das bombas principais à partir da depressurização ocasionada pela abertura dos registros dos hidrantes. Dependendo do lay-out da edificação, bem como do reservatório superior, alguns pontos do sistema funcionam exclusivamente por força da gravidade, enquanto que em outros locais faz-se necessário o acionamento das bombas de reforço. Neste caso, no cálculo hidráulico deverá ser levado em consideração as pressões mínimas de trabalho para os esguichos, a fim de manter a eficiência dos mesmos.

3.5.1.2) Acionamento por chave de fluxo:

Este tipo de acionamento se verifica a partir da detecção de fluxo de água, em uma chave de fluxo, cujas palhetas em movimento determinam a passagem da água e por consequência o acionamento das bombas.

3.5.1.3) Controle das Bombas:

Todas as bombas de um sistema, devem possuir uma linha de controle, constituída pelos seguintes componentes:

- a) Válvula de bloqueio – tem a finalidade de bloquear a tubulação para uma possível manutenção, tanto na bomba como no motor da mesma;
- b) Pressóstato - é o dispositivo responsável pelo acionamento elétrico da bomba, à partir de uma pressão pré determinada;

- c) União ou flange – é o elemento que interliga a tubulação à bomba, permitindo a desconexão da mesma quando necessário;
- d) Dreno – é utilizado para a limpeza e para testes na linha de controle;
- e) Cilindro de pressão – está interligado à linha de controle, com a finalidade de absorver pequenas variações de pressão, impedindo o sistema de acionamento constante devido à estas pequenas variações de pressão;
- f) Manômetro – instrumento que fornece a leitura da pressão positiva na tubulação de recalque;
- g) Redução excêntrica ou concêntrica - são os elementos que proporcionam a adaptação das tubulações de sucção e recalque às respectivas bocas de entrada e saída das bombas, que normalmente possuem diâmetros menores do que as tubulações;
- h) Válvula de retenção – tem por finalidade proteger a bomba do excesso de pressão (golpe de aríete), devido o desligamento da mesma, e conseqüente retorno da água na tubulação. Também tem por finalidade impedir o bombeamento de uma bomba para o interior da outra, quando temos duas bombas principais e um de pressurização.

3.5.2) Dimensionamento das Bombas Hidráulicas de Incêndio:

A escolha da bomba hidráulica a ser utilizada deve se basear na altura manométrica total da instalação, bem como na vazão mínima desejada para o sistema.

Cada bomba centrífuga, possui curvas características que estabelecem a relação entre altura manométrica, vazão, potência do motor, rendimento, tamanho do rotor e altura geométrica mínima de sucção.

Para a determinação da bomba temos a figura á seguir:

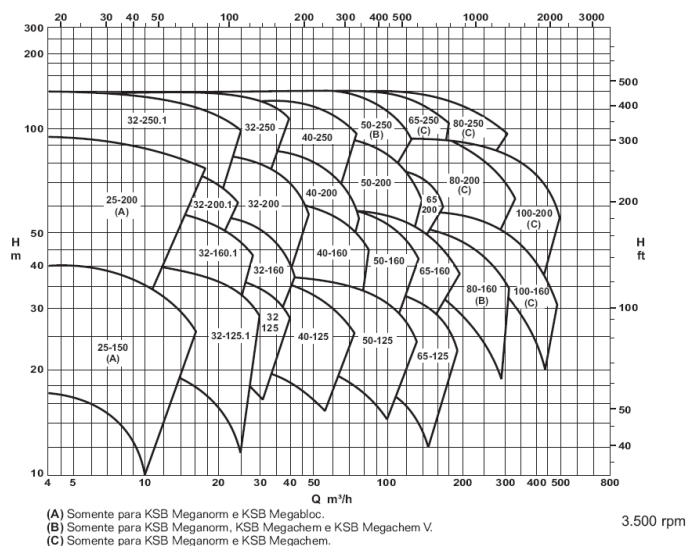


Figura 3.7 – Diagrama seleção Bombas KSB – 3500 rpm

Com o valor da altura manométrica total em metros, bem como da vazão total do sistema em m^3/h , entramos no gráfico acima e encontramos a bomba que melhor atenderá a necessidade pré estabelecida pelo cálculo hidráulico.

Conhecida a bomba que será utilizada, nos gráficos abaixo encontramos os demais dados do dimensionamento da bomba.

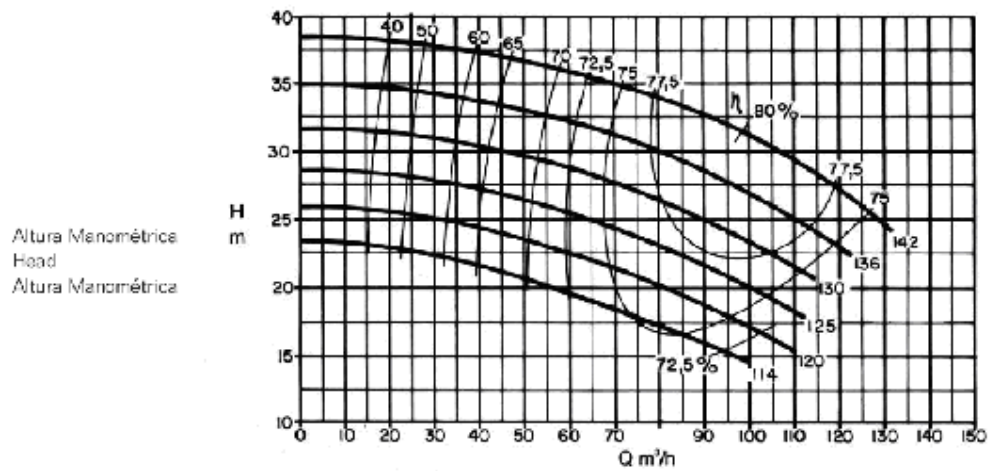


Figura 3.8. – Curvas características rotor e rendimento

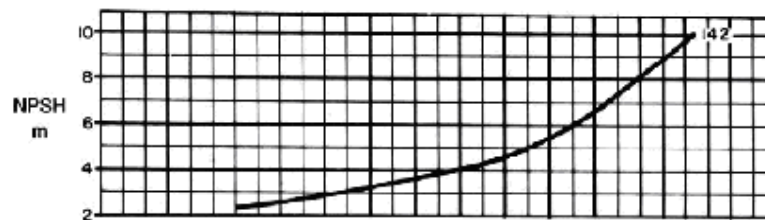


Figura 3.9. – Curvas características NPSH

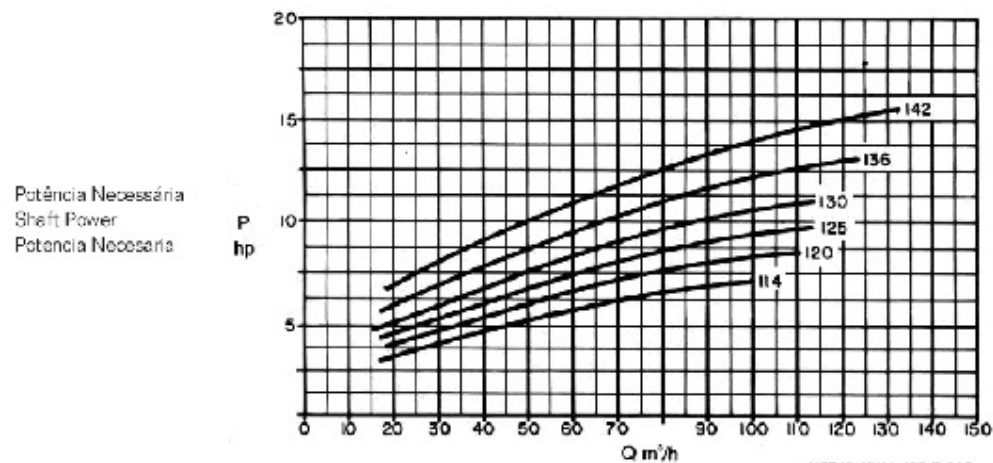


Figura 3.10. – Curvas características potência motor

Novamente com a altura manométrica total em metros, e com a vazão total em m³/h, no primeiro gráfico define-se o rendimento e o diâmetro do rotor da bomba.

Definido o rotor da bomba, ainda com a vazão total em m³/h, no segundo gráfico, estabelece-se o valor de NPSH em metros, que será utilizado no cálculo da altura máxima de sucção, capaz de em funcionamento normal não produzir cavitação na bomba.

Para que não haja cavitação, é necessário atender a seguinte situação:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Ou seja,

$$\text{Altura Máxima Sucção} = (p_{atm} / \gamma) - (p_v / \gamma) - h_{psucção} - NPSH \quad (10)$$

O terceiro gráfico estabelece a potência do motor necessário para o atendimento da bomba, obtendo o valor em HP (motor à explosão) ou convertendo para CV (motor elétrico).

3.6) MANGUEIRAS DE HIDRANTES

As mangueiras de incêndio podem ser encontradas nos diâmetros comerciais de 1.1/2"(40mm) e de 2.1/2" (65mm), sendo seus comprimentos variados, com lances de 15m, 20m e 30m.

O diâmetro e o comprimento do lance da mangueira a ser utilizada é resultado do cálculo hidráulico da rede hidráulica de combate a incêndio sob comando a ser desenvolvido, no qual será levado em consideração o tipo de ocupação, o grau de risco, o *lay out* da edificação, bem como, as vazões e pressões mínimas necessárias para o correto funcionamento do sistema.

As mangueiras apresentam classificações de tipo em função da pressão a que serão submetidas, quando utilizadas na rede, item predeterminado por norma. Deverão ser flexíveis, de fibra resistente à umidade e revestidas internamente de borracha, capazes de suportar as pressões de trabalho e de teste. As mangueiras de incêndio deverão ser periodicamente inspecionadas por empresas credenciadas e submetidas, anualmente, a teste hidrostático, onde deverá constar na mangueira de incêndio um carimbo com a data de realização do teste hidrostático ou vencimento deste, e a empresa que realizou o teste.

Tanto depois de utilizadas, como após a realização do teste hidrostático, as mangueiras de incêndio deverão ser estendidas na vertical para permitir completa secagem e, posteriormente, deverá ser aplicado talco industrial no seu interior para impedir a sua danificação devido à umidade, para somente então serem novamente enroladas e estarem adequadas ao uso.

3.6.1) Classificação Mangueiras:

As mangueiras de hidrantes devem ser escolhidas adequadamente de acordo com a classe de risco da edificação, conforme estabelece a NBR 11861:1998, apresentado na tabela a seguir.

| Tipo | Pressão Máxima | | Características | Utilização |
|------|----------------|-----|--|------------------------------------|
| | kPa | mca | | |
| 1 | 980 | 100 | - | Edifícios Residenciais |
| 2 | 1370 | 140 | - | Edifícios comerciais e industriais |
| 3 | 1470 | 150 | Boa resistência à abrasão | Instalações industriais |
| 4 | 1370 | 140 | Alta resistência á abrasão | Instalações industriais |
| 5 | 1370 | 140 | Alta resistência à abrasão e a superfícies quentes | Instalações industriais |

Tabela 3.8 – Tipos de mangueiras de hidrantes



Figura 3.11.- Mangueiras de Incêndio

3.7) ESGUICHOS

São os componentes do sistema responsáveis por dar forma, direção e alcance aos jatos de água, a partir da transformação de energia de pressão ou estática, em energia de velocidade ou cinética. Os esguichos são classificados de acordo com a forma do jato de água que produz, podendo ser do tipo agulheta, ou regulável.

3.7.1) Esguicho tipo agulheta:

O tipo agulheta é aquele que possui um corpo no formato tronco-cônico ou cilíndrico, produzindo um jato sólido ou compacto, determinado pelo diâmetro de seu requinte.

Segundo a NBR13714:2000, na utilização de esguichos do tipo agulheta, o jato compacto deverá ter alcance mínimo de 8 metros, considerando as pressões máximas preconizadas pela norma.



Figura 3.12 - Esguicho tipo agulheta

3.7.2) Esguicho tipo regulável:

Os esguichos tipo reguláveis, são aqueles que permitem a produção de jatos de formas variáveis, desde o jato compacto até a formação de neblina de água.

Esta variação está relacionada à capacidade de abertura e fechamento dos mesmos, sendo que segundo a NBR 14870:2002, este tipo de esguicho pode ser:

- a) Básico – é o mais simples deles, sendo que a variação do jato se dá pela rotação de anel em seu corpo, modificando a abertura do mesmo;
- b) De vazão constante – é aquele que mantém a vazão constante, independente da abertura do jato utilizado;
- c) De vazão ajustável – é aquele que permite a seleção manual da vazão de água a ser utilizada, podendo da mesma forma variar o jato de água a ser lançado;
- d) Automático de pressão constante – é aquele que possui um orifício auto-ajustável no difusor, que permite a variação do jato, bem como do alcance, mantendo a pressão constante.



Figura 3.13. - Esguicho tipo regulável

4) EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO SISTEMA DE HIDRANTES

Conforme tabela 3.1, de acordo com o tipo de uso da instalação, no caso Usina Termelétrica, temos uma proteção do tipo I2, logo, teremos um sistema de hidrantes com as seguintes características:

- Mangueiras com diâmetro 40mm;
- Comprimento das mangueiras de 30m;
- Esguicho de 16mm compacto ou regulável;
- Duas saídas por hidrantes;
- Vazão de 300 l/min em cada saída do hidrante.

O dimensionamento considerará a pior situação, ou seja, o sistema deverá atender o hidrante mais desfavorável, isto é, aquele que está mais distante do reservatório.

Pelo croqui do local (item 10), o hidrante mais desfavorável é o de número 03.

Como o sistema deverá ter capacidade de atendimento dos dois hidrantes mais desfavoráveis, observando o traçado da tubulação, dividiremos o dimensionamento nos seguintes pontos:

4.1) PERDA DE CARGA NO ESGUICHO DO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL

Para uma vazão de 300 l/min ou 0,005m³/s no esguicho, com um esguicho de 16mm, temos a seguinte perda de carga:

$$h_{\text{pesg}} = (0,0083 \cdot Q_{\text{esg}}^2) / d_{\text{esg}}^4$$

$$h_{\text{pesg}} = 0,0083 \cdot 0,005^2 / 0,016^4$$

$$h_{\text{pesg}} = 3,166 \text{ mca}$$

4.2) PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA DO HIDRANTE MAIS DESFAVORÁVEL

Para uma vazão de 300 l/min ou 0,005m³/s na mangueira, com uma mangueira de 40mm, temos a seguinte perda de carga unitária na mangueira:

$$J_{\text{mang}} = (0,00114 \cdot Q^{1,85}) / d^{4,87}$$

$$J_{\text{mang}} = (0,00114 \cdot 0,005^{1,85}) / 0,040^{4,87}$$

$$J_{\text{mang}} = 0,405478 \text{ mca/m}$$

Para uma mangueira de 40 metros, temos a seguinte perda de carga:

$$h_{\text{pmang}} = J_{\text{mang}} \cdot l_{\text{mang}}$$

$$h_{\text{pmang}} = 0,405478 \cdot 30$$

$$\mathbf{h_{\text{pmang}} = 12,16 \text{ mca}}$$

4.3) PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE NO TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O PONTO A E O HIDRANTE 3

Como tubulação de recalque, utilizaremos a canalização de ferro fundido, com 100mm de diâmetro.

Para o trecho A-H3, temos a seguinte situação:

Comprimento reto (linear) – 58 m

Comprimento equivalente – utilizando a tabela 3.7, e verificando para tubos de aço de 100mm, e considerando que neste trecho teremos um joelho de 90° e uma bucha de redução, obtemos um comprimento equivalente de 4,3 m

Comprimento total do segmento = 58 + 4,3 = 62,3 metros

Para a vazão de 600 l/min ou 0,01m³/s, uma vez que o hidrante possui duas saídas e cada uma deve ter vazão de 300 l/min, considerando um diâmetro de 100mm e obtendo na tabela 3.4.2.1.1. o coeficiente de atrito do ferro fundido, a perda unitária neste trecho é de:

$$J = (10,65 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot d^{4,87})$$

$$J = (10,65 \cdot 0,01^{1,85}) / (140^{1,85} \cdot 0,1^{4,87})$$

$$\mathbf{J = 0,016866 \text{ mca/m}}$$

Com o valor unitário da perda de carga, e com o comprimento total do segmento, temos a perda de carga no trecho A-H3:

$$h_{\text{pt A-H3}} = (l_n + l_e) \cdot J$$

$$h_{pt\ A-H3} = 62,3 \cdot 0,016866$$

$$h_{pt\ A-H3} = \mathbf{1,05\ mca}$$

4.4) PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE NO TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O PONTO A E A BOMBA DE RECALQUE

Considerando que o sistema deve ser capaz de atender dois hidrantes simultaneamente, ambos na pior condição, no ponto A teremos a vazão de dois hidrantes, com quatro saídas operando simultaneamente, logo, teremos uma vazão de 1200 l/min no ponto A, ou 0,02 m³/s.

Para este trecho temos a seguinte situação:

Comprimento reto linear – 105 m

Comprimento equivalente:

- 3 Joelhos de 90° = 3 x 3,4 = 10,2 m
- 1 Curva 45° = 0,7 m
- 2 Tê com saída direta = 2 x 2,1 = 4,2 m
- 1 Valvula de retenção vertical = 12,9 m
- 1 Redução excêntrica saída bomba = 0,9 m
- 1 Válvula de gaveta = 0,7 m

Portanto, $l_n + l_e = 134,6\ m$

Para a vazão de 1200 l/min ou 0,02m³/s, considerando um diâmetro de 100mm e obtendo na tabela 3.4.2.1.1. o coeficiente de atrito do ferro fundido, a perda unitária neste trecho é de:

$$J = (10,65 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot d^{4,87})$$

$$J = (10,65 \cdot 0,02^{1,85}) / (140^{1,85} \cdot 0,1^{4,87})$$

$$J = 0,060802\ mca/m$$

Com o valor unitário da perda de carga, e com o comprimento total do segmento, temos a perda de carga no trecho A-Bomba:

$$h_{pt\ A-Bomba} = (l_n + l_e) \cdot J$$

$$h_{pt\ A-Bomba} = 134,6 \cdot 0,060802$$

$$h_{pt\ A-Bomba} = \mathbf{8,18\ mca}$$

4.5) PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE SUCCÃO

Por recomendação dos fabricantes de bombas, utiliza-se na sucção uma tubulação com diâmetro imediatamente superior ao de recalque, logo, como no recalque utilizamos tubulações de 100mm, para a sucção utilizaremos tubos de 125mm de diâmetro.

Para a sucção temos a seguinte situação:

Comprimento linear – 3,0 m

Comprimento equivalente:

- 1 Válvula de pé e crivo – 30,0 m
- 1 Joelho 90° - 4,2 m
- 1 Redução excêntrica entrada da bomba – 1,1 m

Portanto, $l_n + l_e = 38,3$ m

Para a vazão de 1200 l/min ou $0,02\text{m}^3/\text{s}$, considerando um diâmetro de 125mm e obtendo na tabela 3.6 o coeficiente de atrito do ferro fundido, a perda unitária neste trecho é de:

$$J = (10,65 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot d^{4,87})$$

$$J = (10,65 \cdot 0,02^{1,85}) / (140^{1,85} \cdot 0,125^{4,87})$$

$$J = 0,02051 \text{ mca/m}$$

Com o valor unitário da perda de carga, e com o comprimento total do segmento, temos a perda de carga no trecho de sucção:

$$h_{pt \text{ Sucção}} = (l_n + l_e) \cdot J$$

$$h_{pt \text{ Sucção}} = 38,3 \cdot 0,02051$$

$$h_{pt \text{ Sucção}} = \mathbf{0,78 \text{ mca}}$$

4.6) PERDA DE CARGA NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE NO TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O PONTO H3 E OS REGISTROS DO HIDRANTE

Este trecho é o compreendido entre a tubulação de 100mm e os registros de gaveta, onde serão conectadas as mangueiras. Neste trecho será utilizada uma tubulação de 65mm. A vazão neste ponto será de 600 l/min ou $0,01\text{m}^3/\text{s}$.

Para este trecho temos a seguinte situação:

Comprimento reto linear – 2,0 m

Comprimento equivalente:

- 1 Redução excêntrica = 0,7 m
- 1 Tê de saída lateral = 4,3 m
- 1 Válvula de gaveta = 0,4 m

Portanto, $l_n + l_e = 7,4$ m

Para a vazão de 600 l/min ou $0,01\text{m}^3/\text{s}$, considerando um diâmetro de 65mm e obtendo na tabela 3.6 o coeficiente de atrito do ferro fundido, a perda unitária neste trecho é de:

$$J = (10,65 \cdot Q^{1,85}) / (C^{1,85} \cdot d^{4,87})$$

$$J = (10,65 \cdot 0,01^{1,85}) / (140^{1,85} \cdot 0,065^{4,87})$$

$$J = 0,137444 \text{ mca/m}$$

Com o valor unitário da perda de carga, e com o comprimento total do segmento, temos a perda de carga no trecho da coluna do hidrante, H-Registro:

$$h_{pt \text{ H-registro}} = (l_n + l_e) \cdot J + h_{g\text{sucção}}$$

$$h_{pt \text{ H-registro}} = (7,4 \cdot 0,137444) + 1,5$$

$$h_{pt \text{ H-registro}} = 2,52 \text{ mca} , \text{ para 02 hidrantes, } \mathbf{h_{pt \text{ H-registro}} = 5,03 \text{ mca}}$$

4.6.1 Altura Manométrica Total Do Sistema:

Com os valores calculados até o momento, podemos determinar a altura manométrica total do sistema, que será:

$$\mathbf{h_{pt \text{ TOTAL}} = h_{p\text{esg}} + h_{p\text{mang}} + h_{pt \text{ A-H3}} + h_{pt \text{ A-Bomba}} + h_{pt \text{ Sucção}} + h_{pt \text{ H-registro}}$$

$$\mathbf{h_{pt \text{ TOTAL}} = 3,17 + 12,16 + 1,05 + 8,18 + 0,78 + 5,03}$$

$$\mathbf{h_{pt \text{ TOTAL}} = 30,37 \text{ mca}}$$

4.7) CÁLCULO DA VELOCIDADE DE RECALQUE

Para se calcular a velocidade de recalque, usamos as seguintes equações:

$$V_{\text{recalque}} = Q_{\text{recalque}} / A_{\text{tub recalque}}$$

$$A_{\text{tub recalque}} = \pi \cdot d_{\text{tub recalque}}^2 / 4$$

$$A_{\text{tub recalque}} = \pi \cdot 0,10^2 / 4$$

$$A_{\text{tub recalque}} = 0,007854 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{recalque}} = 0,02 / 0,007854$$

$$V_{\text{recalque}} = 2,55 \text{ m/s} < 5,0 \text{ m/s}, \text{ logo, valor aceitável.}$$

4.8) CÁLCULO DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO

Conforme estabelece a NBR 13714:2000, a reserva técnica de incêndio deve ser capaz de atender a duas saídas hidrantes funcionando simultaneamente durante o período de 60 minutos.

$$V_{\text{res técnica}} = Q_{\text{duas saídas}} \cdot 60$$

$$V_{\text{res técnica}} = 2 \cdot 300 \cdot 60$$

$$V_{\text{res técnica}} = 36000 \text{ l/h} = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.8.1. Reservatório Enterrado a ser Utilizado:

O reservatório de incêndio a ser utilizado, será do tipo enterrado, com a instalação da motobomba dispendo de sistema automático de escorva. Será aproveitada a bacia de decantação de água, que possui dimensões de 20,0 x 10,0 x 1,8 m perfazendo um total de 360 m³ de água.

4.9) SELEÇÃO DAS BOMBAS

Como o sistema utiliza reservatório enterrado, tem-se a necessidade de utilizar-se bombas principais e bomba de pressurização, conforme a seguir:

4.9.1) Bombas Principais:

Para as bombas principais, com os dados de altura manométrica total em “mca”, e de vazão de reserva técnica em m³/h, utilizando-se os catálogos dos fabricantes de bombas, encontra-se para este caso a bomba KSB 40-160, como fica demonstrado no gráfico a seguir:

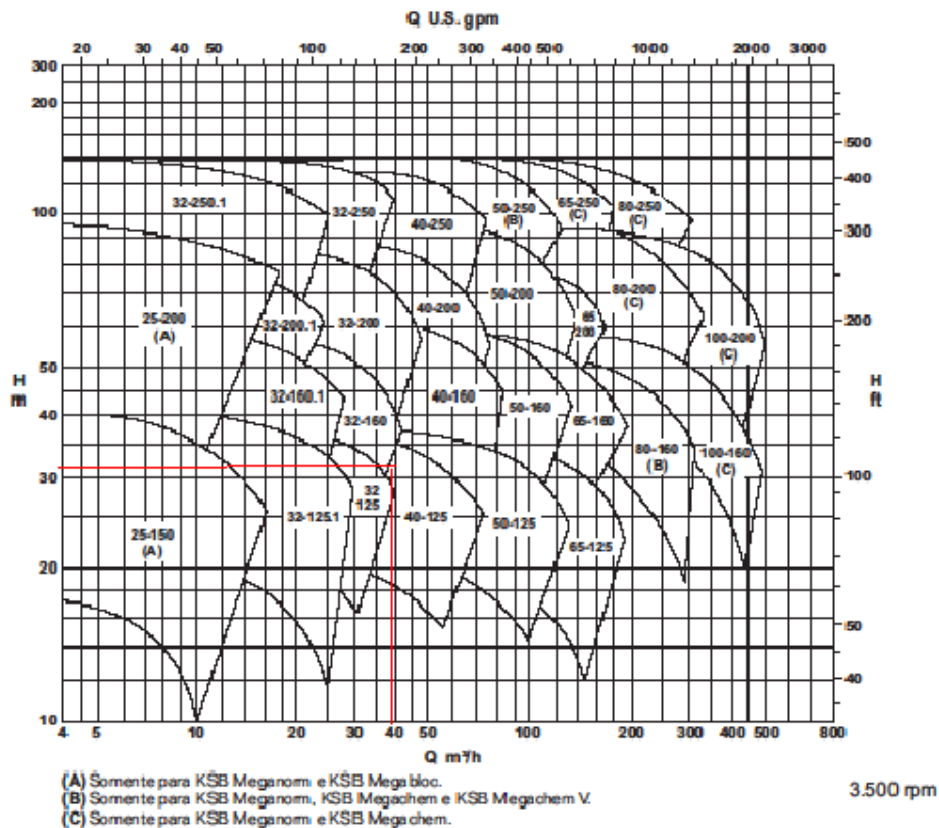


Figura 3.14. – Escolha da Bomba principal

Conhecendo-se a referencia da bomba, determinamos as demais características a partir dos seguintes gráficos:

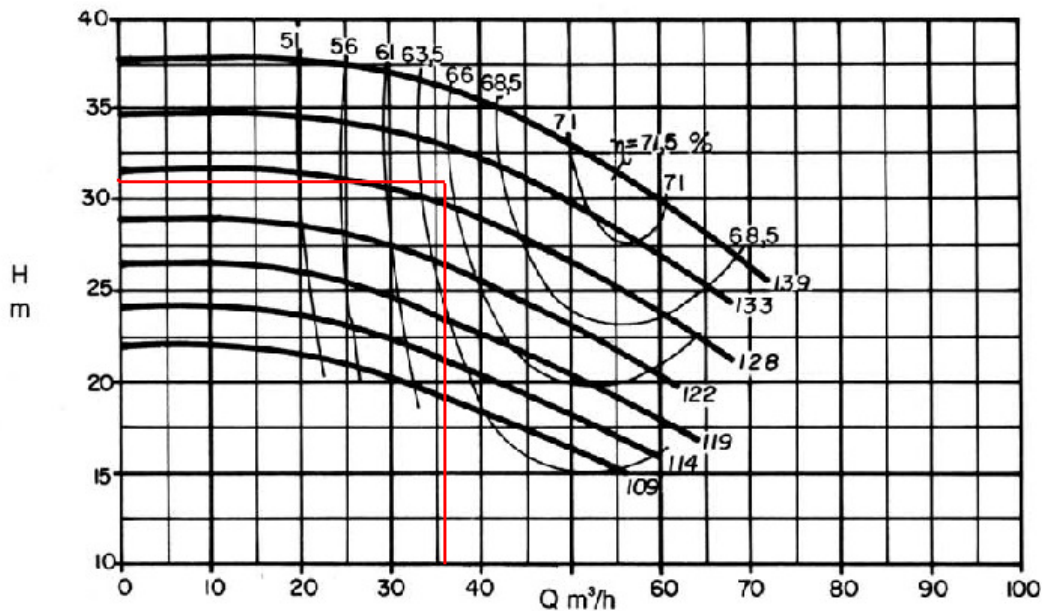


Figura 3.15. – Escolha do rotor e determinação do rendimento bomba principal

Com o ponto determinado, verifica-se que o rotor imediatamente superior ao ponto é o de 133mm, bem como o rendimento será em torno de 65%.

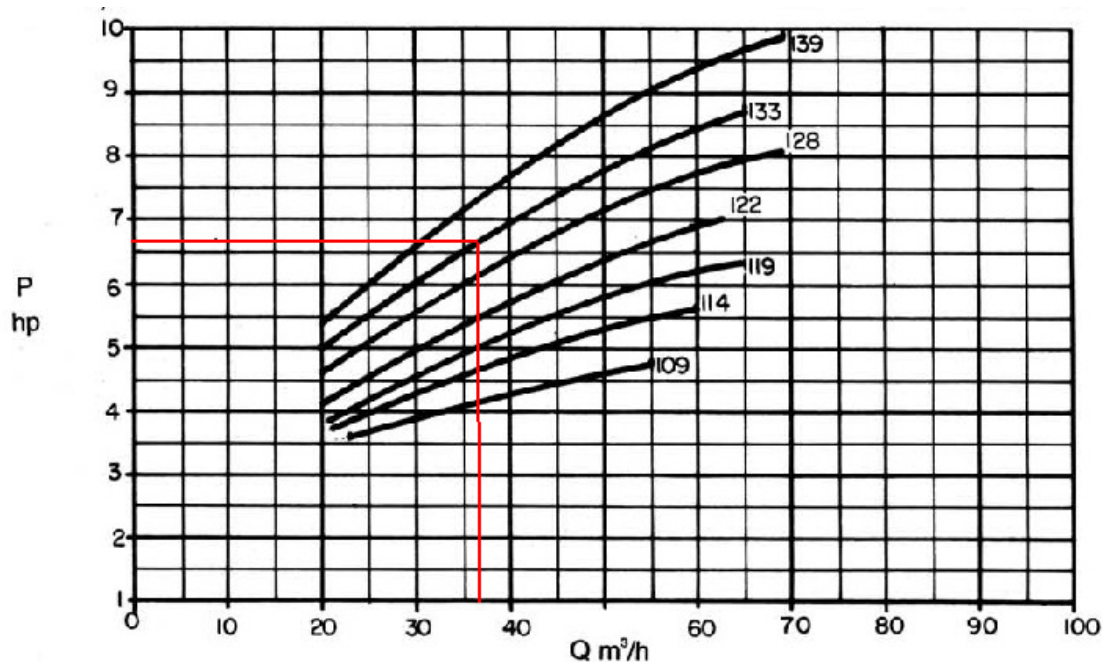


Figura 3.16. – Determinação da potência do motor bomba principal

Neste gráfico, encontra-se a potência do motor, que deverá ser de no mínimo 6,6Hp ou 7,5CV.

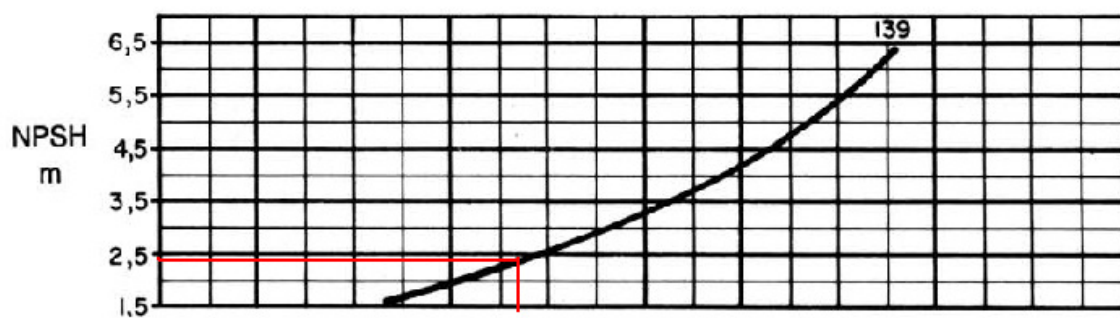


Figura 3.17. – Determinação do NPSH bomba principal

O último ponto que deve ser conferido quando da escolha de uma bomba, é quanto a possibilidade de cavitação na tubulação de sucção, que deve ser evitado quando do funcionamento do sistema.

Conforme o gráfico, para a vazão especificada, bem como para o rotor já estabelecido, encontra-se o valor de NPSH da bomba, que neste caso é de 2,4 m.

Para que não haja cavitação, é necessário atender a seguinte situação:

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr}$$

Ou seja,

$$\text{Altura Máxima Sucção} = (p_{\text{atm}} / \gamma) - (p_v / \gamma) - h_{\text{psucção}} - \text{NPSH}$$

$$\text{Altura Máxima Sucção} = (10330/1000) - (240/1000) - 2,28 - 2,4$$

$$\text{Altura Máxima Sucção} = 7,41 \text{ m} > 1,5 \text{ m (} h_{\text{recalque}} \text{)}$$

Portanto, neste caso, evita-se a possibilidade de cavitação na sucção das bombas principais.

4.9.2) Bombas de Pressurização ou “Jockey”:

Para esta bomba, a NBR 13714:2000 determina que a vazão a ser considerada deve ser de 20 l/min ou de 1,2 m³/h, com uma pressão máxima de operação igual à pressão da bomba principal, medida sem vazão (“shut-off”), portanto, do gráfico da bomba principal, para uma vazão zero, temos uma pressão de 35 mca. Com esta pressão e com a vazão de 1,2 m³/h, na figura abaixo determinamos a bomba de pressurização.

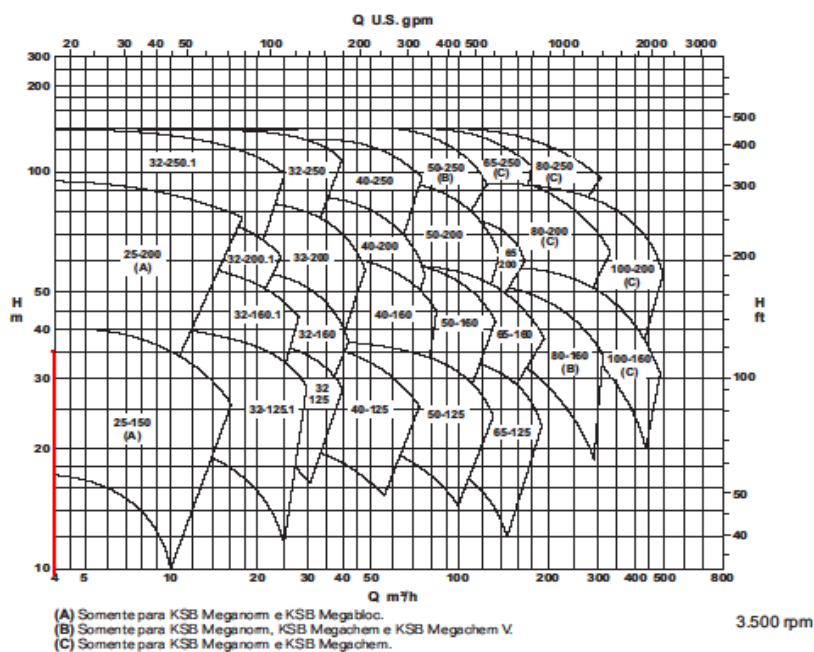


Figura 3.18. – Escolha da Bomba de Pressurização

Com a vazão e a pressão portanto, encontra-se a bomba KSB – 25-150 para ser a bomba de pressurização, com as seguintes características:

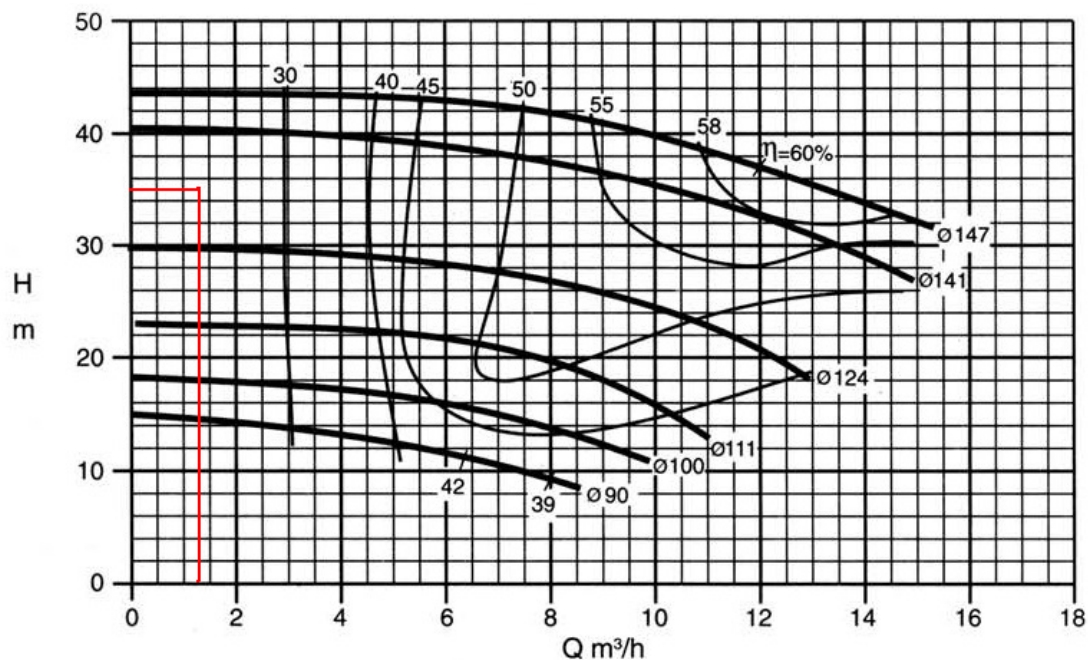


Figura 3.19 – Escolha do rotor e determinação do rendimento bomba pressurização

Com os dados, estabelece-se portanto o rotor, que deverá ser de 141mm, com um rendimento da ordem de 10%.

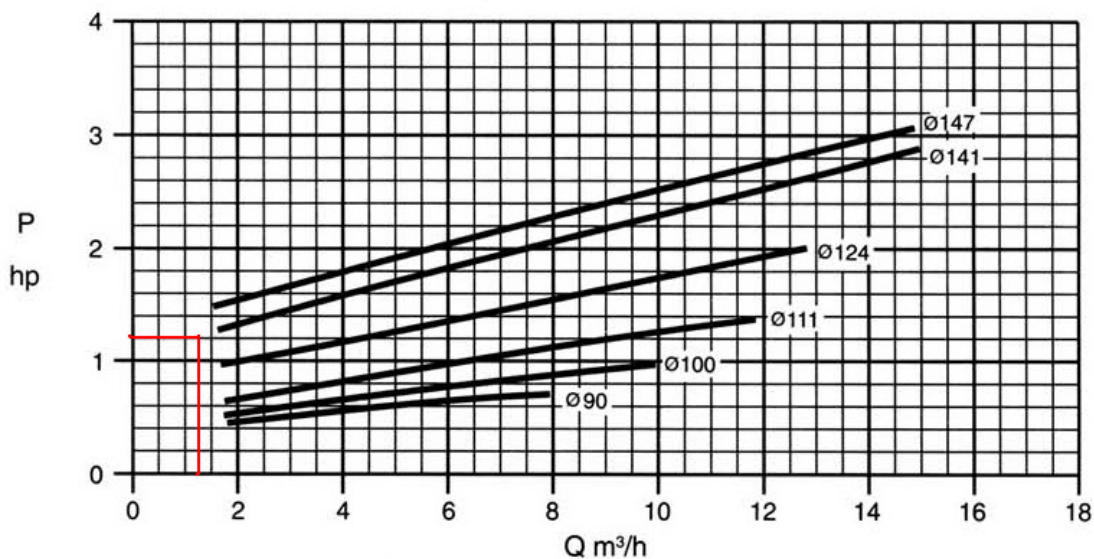


Figura 3.20. – Determinação da potência motor pressurização

Com este gráfico, pode-se determinar a potência do motor, que deverá ser de no mínimo 1,2 Hp ou 1,5 CV.

Como a bomba de pressurização ficará afogada, isto é, a tomada de água da mesma estará em um nível superior à própria bomba, não é necessário a conferência do NPSH.

4.10) RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Após aplicar todos os conceitos de dimensionamento hidráulico, é possível estabelecer as características de todo o sistema, que são:

- a) Tipo de sistema – I2;
- b) Tipo de proteção – Hidrantes;
- c) Número de saídas por hidrante – duas;
- d) Diâmetro das mangueiras – 40 mm;
- e) Comprimento das mangueiras – 30 m;
- f) Diâmetro do esguicho compacto – 16 mm;
- g) Vazão de água por esguicho – 300 l/min;
- h) Vazão de água por hidrante – 600 l/min;
- i) Diâmetro da tubulação da coluna do hidrante – 65 mm;
- j) Diâmetro da tubulação de recalque – 100 mm;
- k) Diâmetro da tubulação de sucção – 125 mm;
- l) Tipo da bomba principal – KSB MEGANORM 40-125;
- m) Diâmetro do rotor bomba principal – 133 mm;
- n) Potência do motor elétrico da bomba principal – 7,5 CV;
- o) Tipo da bomba de pressurização – KSB MEGANORM 25-150;
- p) Diâmetro do rotor bomba de pressurização – 141 mm;
- q) Potência do motor elétrico da bomba de pressurização – 1,5 CV

4.11) CROQUI DAS INSTALAÇÕES

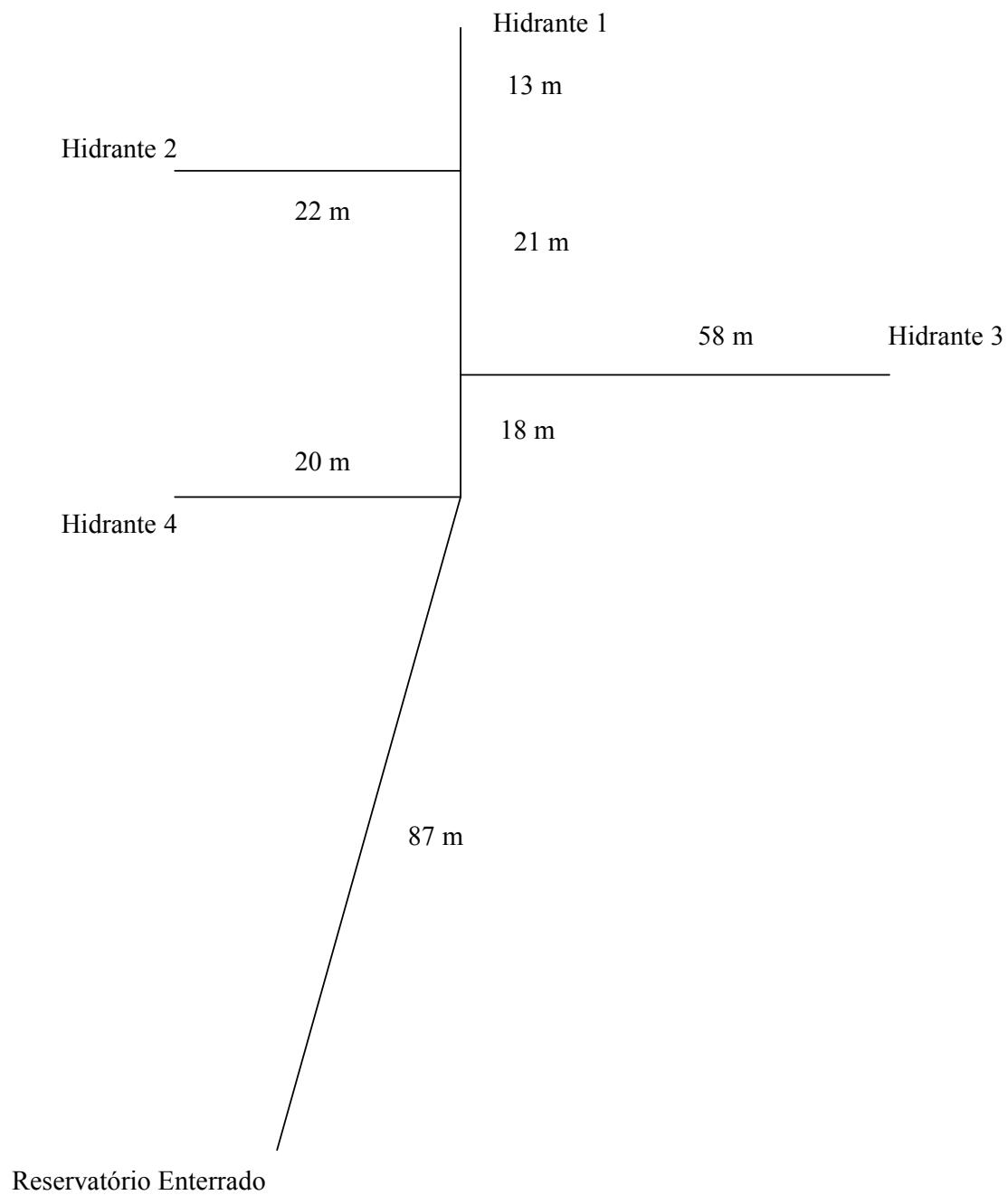


Figura 3.21. – Croqui das tubulações e Hidrantes

5) CONCLUSÃO

Como podemos observar, todo e qualquer sistema de proteção contra incêndios, possui muitas particularidades a serem consideradas no momento do projeto do mesmo.

Neste trabalho, apresentou-se uma seqüência lógica de escolha e dimensionamentos, para um projeto de um sistema de proteção contra incêndios em instalações do tipo industrial.

Pode-se verificar que a utilização de hidrantes como forma de proteção, atende especificamente instalações de grande porte, que normalmente encontra-se em locais onde o socorro do corpo de bombeiros não é necessariamente imediato.

O atendimento da NBR 13714:2000, garante o inicio do combate ao incêndio por pelo menos uma hora, proporcionando a possibilidade de chegada do socorro especializado.

Cada instalação possui suas particularidades, portanto, ao estabelecer um determinado dimensionamento ou escolha, o projetista deverá considerar estas particularidades, bem como, adequar-se aos preceitos das normas.

Verifica-se com o avanço das normas de prevenção, que aquelas instalações que possuírem um sistema compatível com o seu princípio de funcionamento, estarão preparadas para minimizar os possíveis danos causados por um sinistro.

6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **“NBR 13714:2000 – Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio”**, Janeiro 2000, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Brentano, Telmo, 2007. **“Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações”**, EDIPUCRS, 3ª ed. , Porto Alegre.
- Site do INMETRO <http://www.inmetro.gov.br/>
- Site ABNT. http://www.abnt.org.br/home_new.asp
- Site Bombas KSB <http://www.bombasksb.com.br>
- Site Tubulações <http://www.eluma.com.br>
- Site Hidrantes e esguichos <http://www.mecanicareunida.com.br>