

ABORDAGEM DIDÁTICA DE HIDRÁULICA APLICADA AO DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE HIDRANTE PREDIAIS

Aderson Guimarães Pereira*

Carlos Fernando de Araujo Jr.**

RESUMO

Este trabalho está relacionado à pesquisa sobre princípios de hidráulica para aplicação no dimensionamento de sistema de hidrantes prediais. Procura-se demonstrar a importância do estudo da hidráulica para o dimensionamento de sistema de hidrantes, bem como para o desenvolvimento de normas e especificações relativas ao tema. Esta relação está direcionada às influências nas atividades de segurança contra incêndios, quanto a: prevenção, proteção e combate. Sendo destaque a necessidade do ensino de hidráulica de incêndios nos cursos para formação e aperfeiçoamento de profissionais que atuarão nas atividades de segurança contra incêndios em edificações e áreas de risco, o que auxiliará nas ações efetivas para redução de sinistros.

Palavras chave: Cálculo. Ensino. Hidráulica. Incêndio. Segurança.

1 INTRODUÇÃO

A hidráulica é uma parte da física que estuda o comportamento dos líquidos em movimento e em repouso. Relaciona-se ao conhecimento das leis que regem o transporte, a conversão de energia, a regulagem e o controle do fluido agindo sobre suas variáveis (pressão, vazão, temperatura, viscosidade, etc). Pode ainda ser dividida em três capítulos, para efeito de estudo apenas: a hidrostática (estudo dos fluidos parados), a hidrocinética (estuda os fluidos em movimento, levando em consideração os efeitos da velocidade) e a hidrodinâmica (que leva em consideração as forças envolvidas no escoamento dos

fluidos - forças da gravidade, da pressão, da tensão tangencial, da viscosidade, da compressibilidade e outras).

A hidráulica pode ser também dividida em: teórica e prática. A hidráulica teórica também é conhecida na física como Mecânica dos Fluidos e a hidráulica prática ou hidráulica aplicada é, normalmente, também intitulada de Hidrotécnica. Dentre as aplicações da hidráulica destacam-se as máquinas hidráulicas (bombas e turbinas), instalações prediais, as grandes obras de saneamento, fluviais ou marítimas, como as de usinas hidrelétricas, etc.

* Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL. Mestre em Políticas Sociais – UNICSUL. Pós-graduado em Gestão da Segurança contra Incêndio e Explosões – USP. Pós-graduado em Qualidade Total e Produtividade - Fac. Oswaldo Cruz. Bacharel em Direito – UNIBAN. Oficial da Polícia Militar do Estado de São Paulo – PMESP. Vínculo institucional: aluno do Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática - UNICSUL. E-mail: capguimaraes@yahoo.com.br

** Prof. Dr. Titular do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (São Paulo, Brasil). Orientador do Doutorando Áderson Guimarães Pereira.

O estudo da hidráulica aplicado é de fundamental importância para o ensino, para o dimensionamento de sistema de hidrantes prediais, pois o sistema é um tipo de proteção instalado em edifícios e áreas de risco, que é utilizado como meio de combate a incêndios. É composto basicamente por Reservatórios de Água, Bombas de Incêndio, Tubulações, Hidrantes, Abrigos e Registros de Recalque. O sistema de hidrantes tem como objetivo dar continuidade à ação de combate a incêndios até o domínio e possível extinção. O agente extintor utilizado é a água, motivo pelo qual o seu dimensionamento está relacionado ao conhecimento de princípios de hidráulica. Todo o sistema deverá estar em condições de uso em caso de necessidade, portanto, o reservatório de água, a bomba hidráulica, tubulações, pressões e vazões deverão estar adequadas à tipologia do sistema e à edificação e/ou área de risco a proteger.

2 OBJETIVO

O estudo sobre o tema tem como objetivo apresentar algumas aplicações da hidráulica no dimensionamento de sistema de hidrantes prediais, buscando, desta forma, contribuir para o aprimoramento do conhecimento dos profissionais que atuam na elaboração de projetos de proteção contra incêndios de edificações e áreas de risco.

3 METODOLOGIA

Realizou-se, inicialmente, depois de estabelecido e delimitado o tema da pesquisa, o levantamento de bibliografias e consultas a integrantes dos órgãos públicos responsáveis. As informações foram armazenadas e posteriormente redigido o presente texto.

4 DESENVOLVIMENTO

O sistema de hidrantes em edificações é uma questão de grande importância para proteção da vida no caso de sinistro. O número de construções é crescente em todo mundo, sendo estas cada vez mais altas e com áreas construídas de grandes dimensões. Deve haver por parte dos projetistas, construtores e autoridades públicas, preocupação quanto ao projeto, instalação e manutenção de sistema de hidrantes prediais.

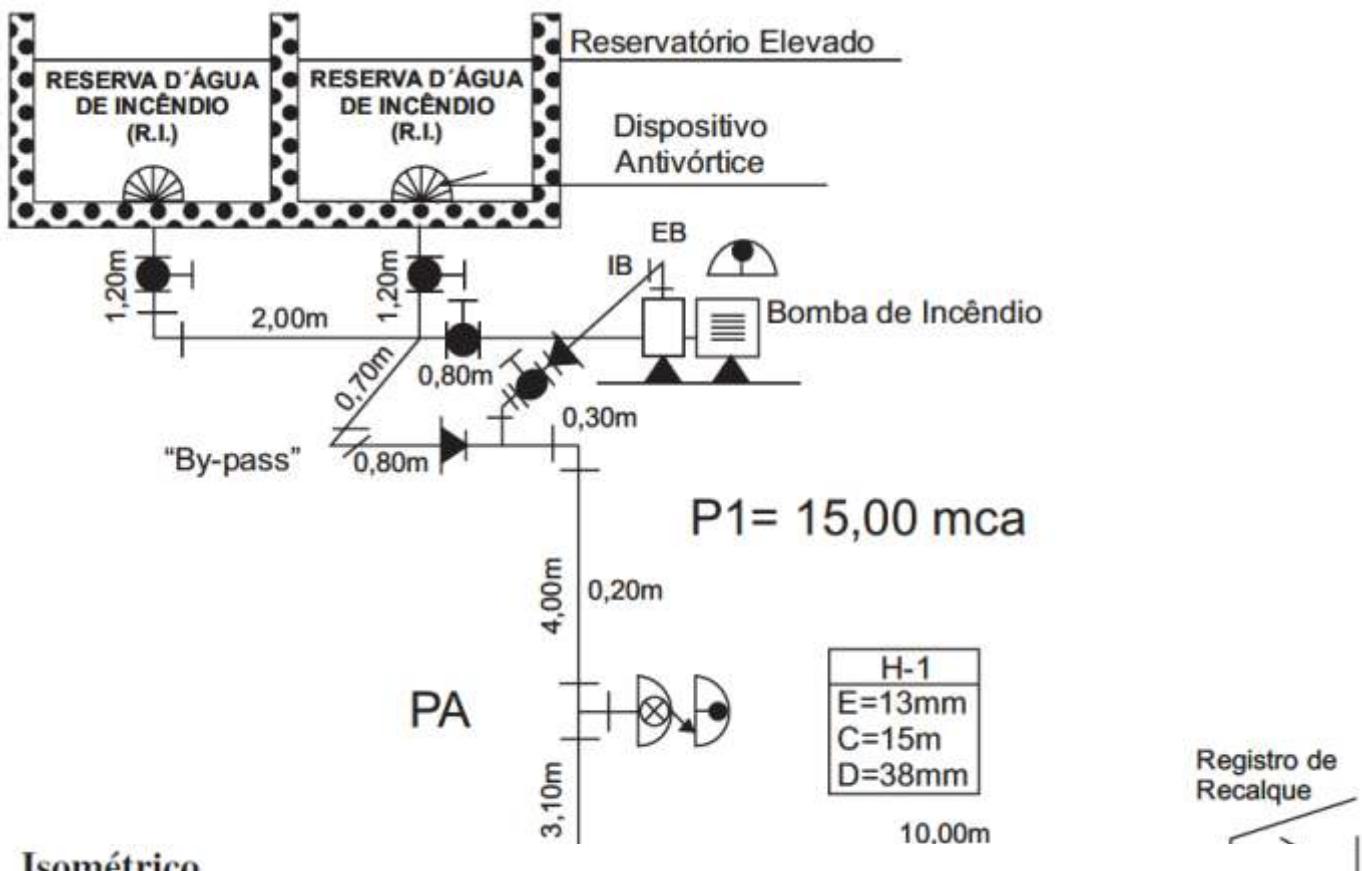
4.1 SISTEMA DE HIDRANTES PREDIAIS

O dimensionamento correto do sistema de hidrantes é de fundamental importância para que, no caso de sinistro, o mesmo funcione de forma eficaz. Portanto, o conhecimento de conceitos e definições, bem como, de princípios de hidráulica são fundamentais para a execução do cálculo hidráulico com base em especificação técnica.



Fig. 1 - Detalhes – Sistema de hidrantes

O dimensionamento do sistema é obrigatório durante a elaboração do projeto de proteção contra incêndio, bem como a apresentação do seu isométrico. Os dados iniciais para realização do cálculo e demais exigências são previstas em norma técnica (Norma Brasileira 13714/2000 - Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio) e legislações específicas (Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros (Instrução Técnica nº 22/04 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2001) e exigências do Seguro (Circular 006 da Superintendência de Seguros Privados do Brasil).



Isométrico

Sem escala

Medidas de comprimento em metros

Medidas de diâmetro em milímetros

Tubulação aço galvanizado – DN 65mm (2 1/2")

Esguichos tipo agulha Ø13mm

Legenda

- ◐ Hidrante simples
- ⊕ Cotovelo de raio curto
- ✚ "T" de passagem
- ▶ Válvula de retenção
- Registro de globo
- Bomba de incêndio
- ▷ Acionador manual da bomba de incêndio

- D= Diâmetro da mangueira
- E= Diâmetro do esguicho
- C= Comprimento da mangueira
- RI= Reservatório d'água de incêndio
- IB= Introdução da bomba de incêndio
- EB= Expedição da bomba de incêndio
- PA= Ponto a de equilíbrio
- P1= Pressão mínima no esguicho em H1
- Ø= Diâmetro
- DN= Diâmetro nominal

Fig. 2 - Isométrico – Sistema de hidrantes

O sistema de hidrantes, instalação hidráulica predial, dispõe de vários componentes nos quais se aplicam fórmulas hidráulicas para o seu dimensionamento, como: vazão em esguichos, potência de bomba, perda de carga distribuída (tubos), perda de carga localizada (válvulas e acessórios), perda de carga distribuída (mangueiras) e velocidade de escoamento da água (interior da tubulação).

O cálculo hidráulico das tubulações, segundo a NBR 13714/2000, deve ser executado por métodos adequados para este fim, sendo que os resultados alcançados têm que satisfazer a uma das seguintes equações apresentadas abaixo:

a) Colebrook (“Fórmula Universal”)

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

(1)

Sendo:

h_f = perda de carga (mca);

f = fator de atrito

L = comprimento virtual da tubulação - tubos + conexões - (m);

D = diâmetro interno (m);

v = velocidade do fluido (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²).

b) Hazen Williams

$$J = 605 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times d^{-4.87} \times 10^5$$

(2)

Sendo:

J = perda de carga por atrito (kPa/m);

Q = vazão (L/min);

C = fator de Hazen Williams (vide Quadro 1);

d = diâmetro interno do tubo (mm).

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 do fator "C" de Hazen Williams são válidos para tubos novos	

Quadro 1 - Fator “C” de Hazen Williams – NBR 13714/2000

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 em norma técnica ou na legislação específica.

Os hidrantes ou mangotinhos devem ser distribuídos de tal forma que qualquer ponto da área a ser protegida seja alcançado por um ou dois esguichos (conforme norma ou especificação adotada), considerando-se o comprimento da(s) mangueira(s) e seu trajeto real e desconsiderando-se o alcance do jato de água.

É relevante observar que cada componente do sistema estará relacionado à fórmula hidráulica para o dimensionamento do sistema proposta, dentro das exigências técnicas adotadas.

4.2 ESGUICHO

O esguicho consiste em peça metálica adaptada na extremidade da mangueira, destinada a dar forma, direção e controle ao jato, podendo ser do tipo regulável ou não (exemplo: esguicho agulha).

4.2.1 ESGUICHO AGULHETA

Os mais utilizados nos edifícios são o esguicho

agulheta (13, 16, 19 ou 25 mm – diâmetro do requinte). e o esguicho regulável (DN 40/65 mm)³. Podemos encontrar os esguichos lançadores de espuma, utilizados para proteção de tanques de combustíveis ou inflamáveis, também conforme essas especificações.

4.2.1.1 CARACTERÍSTICAS

Os mais utilizados nos edifícios são o esguicho agulheta (13, 16, 19 ou 25 mm – diâmetro do requinte). Podemos encontrar os esguichos lançadores de espuma, utilizados para proteção de tanques de combustíveis ou inflamáveis, também conforme essas especificações.

O esguicho agulheta, mais comum, aumenta a velocidade da água porque seu orifício é de diâmetro menor que o da mangueira, permitindo, desta forma, o jato compacto (pleno).



Fig. 3 - Esguicho jato compacto - agulheta

4.2.1.2 DIMENSIONAMENTO

A vazão deverá ser calculada na boca do requinte

pela fórmula geral para orifícios pequenos, conforme indicado pela equação 3.

$$Q = Cd A \sqrt{2gH}$$

(3)

Sendo:

Q = vazão na boca do requinte (m^3/s);

Cd = coeficiente de descarga;

A = área do bocal (m^2);

g = aceleração da gravidade (m/s^2);

H = pressão dinâmica mínima na boca do requinte (mca).

Recomendado adotar, para o cálculo da vazão, o coeficiente de descarga (Cd) igual a 0,98.

Fazendo-se a substituição dos valores conhecidos, obtém-se a equação 4

$$Q = 0,2046 D^2 \sqrt{H}$$

(4)

Sendo:

Q = vazão na boca do requinte (L/min);

D = diâmetro do requinte – 13, 16, 19 e 25 - (mm);

H = pressão dinâmica mínima na boca do requinte (mca).

A pressão e vazão mínima no esguicho mais desfavorável, para operação e consequente desenvolvimento do cálculo hidráulico, é previsto nas normas técnicas ou especificações técnicas (vide Quadro 2).

³DN = Diâmetro Nominal.

Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima no hidrante mais desfavorável (l/min)
		Diâmetro (mm)	Comprimento máximo (m)		
1	jato regulável	25 ou 32	45 ³⁾	simples	80 ¹⁾ ou 100 ²⁾
2	Jato compacto & 13 mm ou regulável	40	30	simples	130
3	jato compacto & 16 mm ou regulável	40	30	simples	200
4	jato compacto & 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	simples	400
5	jato compacto & 25 mm ou regulável	65	30	duplo	600

Quadro 2 – Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinho⁴

4.2.2 ESGUICHO REGULÁVEL

Os esguichos reguláveis são utilizados em edificações e áreas de risco, sendo que são comuns os de DN 40/65 mm.

4.2.2.1 CARACTERÍSTICAS

O esguicho regulável passa de jato compacto a neblina de alta velocidade pelo simples giro do bocal. Esse esguicho produz jato ou cone de neblina, de ângulo variável de abertura, em razão da existência de um disco no interior do tubo de saída; o ângulo máximo de abertura chega a 180 graus.



Fig. 4 - Esguicho jato regulável

Para os esguichos do tipo regulável a vazão, inclusive, a pressão de trabalho, pode ser constatada a partir de uma tabela (vide Quadro 3) ou gráficos (vide Fig. 6) de desempenho fornecidos pelo fabricante do equipamento. O importante é verificar as unidades para que não ocorram erros no desenvolvimento do cálculo do sistema.

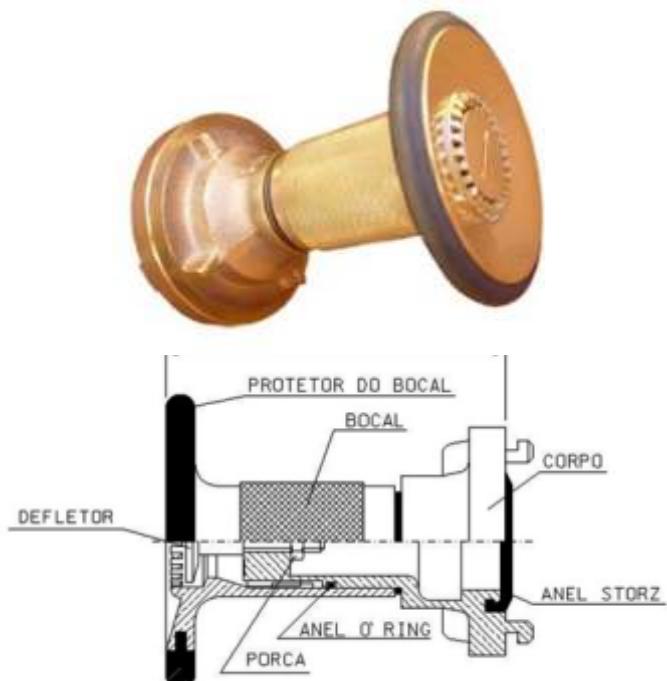


Fig. 5 - Esguicho tipo regulável MR (ELKART)⁵

⁴ Fonte: Instrução Técnica n. 22/2004 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio – PMESP. Disponível em: http://www.ccb.polmil.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=29

⁵ Fonte: <http://www.mecanicareunida.com.br/esguicho/mr502.php>

REF.	MODELO	DIMENSÃO	VAZÃO (LPM)	L. (mm)	D. (mm)	PESO (KG)
502.A	Storz	1.1/2"	até 473	157	110	2,0
502.B	Storz	2.1/2"	até 946	181	125	2,9
502.C	Rosca	1.1/2"	até 473	205	110	2,2
502.D	Rosca	2.1/2"	até 946	247	125	3,2

Quadro 3 - Vazão para esguicho tipo regulável MR (ELKART)⁶

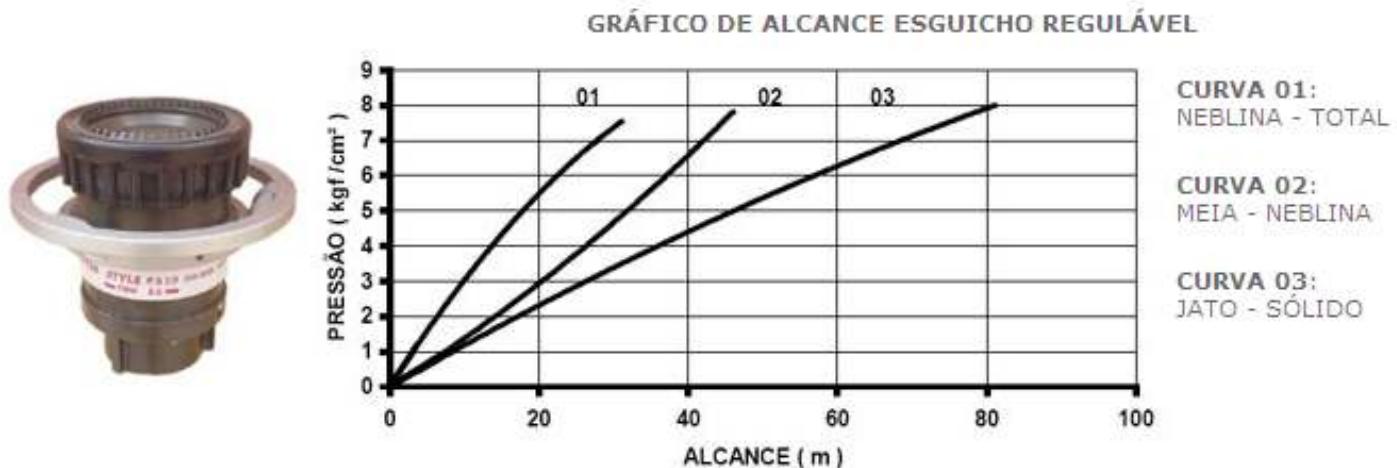


Fig. 6 - Esguicho com regulagem de jato-sólido /neblina e gráfico de desempenho⁷

Existem diversos tipos de esguichos, portanto, torna-se viável a consulta às especificações do produto a ser adquirido para o perfeito desempenho do sistema de proteção a ser instalado na edificação ou área de risco a ser protegida.

4.3 MANGUEIRA

Mangueiras são equipamentos para combate a incêndio constituído, essencialmente, por um duto flexível contendo uniões do tipo engate rápido.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS

As mangueiras utilizadas nos edifícios têm DN 40 mm ou 65 mm, em comprimentos de 15, 20 ou 30 metros.

As mangueiras devem estar acondicionadas no abrigo na forma aduchada ou em zigue-zague. Especial atenção deverá ocorrer durante a compra e consequente instalação nos abrigos: a mangueira tipo 1 é conhecida como mangueira predial (residencial); um prédio de escritórios, por sua ocupação, deve utilizar a mangueira de tipo 2, mesmo que a pressão de trabalho seja menor que 10 Kgf/cm². O motivo para isso é que a norma técnica (NBR 12779/1992) leva em consideração não só a pressão de trabalho, mas também a resistência à abrasão e outras características adequadas a cada caso.



Fig. 7 - Mangueiras de incêndio

⁶ Fonte: <http://www.mecanicareunida.com.br/esguicho/mr502.php>

⁷ Fonte: <http://www.mecanicareunida.com.br/esguicho/mr509.php>

4.3.2 DIMENSIONAMENTO - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA (MANGUEIRAS)

A perda de carga unitária é calculada pela fórmula de Hazen Williams, mostrada pela equação 5. Utilizada para diâmetros de 50mm até 2.400mm e vários tipos de materiais de tubo e revestimento.

$$J = \frac{10,641Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

(5)

Sendo:

J = perda de carga unitária (mca/m);

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de rugosidade;

D = diâmetro da tubulação ou da mangueira (m).

Recomenda-se adotar coeficiente de rugosidade de 120 para as canalizações e de 140 para as mangueiras com revestimento interno de borracha.

4.4 HIDRANTE

Hidrante é um ponto de tomada de água provido de dispositivo de manobra (válvulas angulares) com união tipo engate rápido para combate a incêndio sob comando. Os hidrantes podem ser de coluna ou de parede (interior do abrigo) e de uma única expedição (simples) ou duas (duplos).



Fig. 8 - Hidrante de coluna e parede

São denominados hidrantes internos, quando instalados no interior da edificação, ou externos, caso contrário. As válvulas dos hidrantes devem ter conexões iguais às adotadas pelo Corpo de Bombeiros (tipo engate rápido – DN 40 mm ou 65 mm).

4.5 ABRIGO

Abrigo é um compartimento (cor vermelha), embutido ou aparente, dotado de porta, destinado a armazenar esguichos, mangueiras, chaves de mangueiras e outros equipamentos de combate a incêndio, e deve ser capaz de protegê-los contra intempéries e danos diversos. Deve ser instalado a não mais que cinco metros de cada hidrante de coluna, em lugar visível e de fácil acesso, com o dístico “incêndio” na porta.



Fig. 9 - Abrigo Hidrante

4.6 CHAVE DE MANGUEIRA

A Chave de Mangueira destina-se a complementar o acoplamento e desacoplamento das juntas de união das mangueiras com o esguicho e a válvula de manobra do hidrante. Constitui-se de uma haste metálica, apresentando uma extremidade no ramo curvo com aluado transversal, encimado por um pequeno ressalto retangular.



Fig. 10 - Chave de mangueira

4.7 TUBULAÇÃO

A Tubulação consiste num conjunto de tubos, conexões, acessórios hidráulicos (válvulas) e outros materiais destinados a conduzir água, desde o reservatório específico até os pontos de hidrantes. Todo e qualquer material previsto ou instalado deve ser capaz de resistir ao efeito do calor, mantendo seu funcionamento normal. O meio de ligação entre os tubos, conexões e acessórios diversos deve garantir a estanqueidade e a estabilidade mecânica da junta, e não deve sofrer comprometimento de desempenho se for exposto ao fogo.

Os materiais termoplásticos, na forma de tubos e conexões, somente devem ser utilizados enterrados e fora da projeção da planta da edificação, satisfazendo os requisitos necessários ao funcionamento da instalação em termos de resistência à pressão interna e a esforços mecânicos.

Nenhuma tubulação de alimentação dos pontos de hidrantes pode ter diâmetro nominal inferior a 65 mm, conforme a NBR 13714/2000.

4.7.1 TUBOS

Um tubo (ou cano) é um cilindro oco comprido geralmente fabricado em cerâmico, metal ou plástico. Tubos são geralmente utilizados em: transporte de líquidos e/ou gases; construção civil; revestimento de poços de petróleo; partes de máquinas e equipamentos mecânicos. Na construção civil são utilizados,

inclusive, pra instalação do sistema de hidrantes.

4.7.1.1 CARACTERÍSTICAS

Os tubos mais utilizados para instalação de sistema de hidrantes são: galvanizado, cobre e policloreto de vinila - PVC (específico - enterrado e fora da projeção da planta da edificação).

Para o dimensionamento do sistema de hidrantes deverá ser observado o Fator “C” de Hazen Willians (vide Quadro 1), conforme previsto na NBR 13714/2000.



Fig. 11 - Tubos Galvanizados, de Cobre e de PVC

4.7.1.2 DIMENSIONAMENTO - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA (TUBOS)

A perda de carga unitária é calculada pela fórmula de Hazen Williams, mostrada pela equação 6.

$$J = \frac{10,641Q^{1,85}}{C^{1,85}D^{4,87}}$$

(6)

Sendo:

J = perda de carga unitária (mca/m);

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de rugosidade;

D = diâmetro da tubulação ou da mangueira (m).

Deve-se adotar coeficiente de rugosidade de 120 para as canalizações e de 140 para as mangueiras com revestimento interno de borracha.

A velocidade da água no tubo de sucção das bombas de incêndio não deve ser superior a 4 m/s, a qual deve ser calculada pela fórmula:

$$V = Q/A$$

(7)

Obs.: para da área deve ser considerado o diâmetro interno da tubulação

Sendo:

V = velocidade da água (m/s);

Q = vazão de água (m^3/s);

A = área interna da tubulação (m^2).

A velocidade máxima da água na tubulação não deve ser superior a 5 m/s, a qual deve ser calculada conforme calculado pela fórmula indicada na equação 7.

4.7.2 VÁLVULAS E CONEXÕES

As válvulas são acessórios de tubulação destinados a controlar ou bloquear o fluxo de água no interior das tubulações.

4.7.2.1 CARACTERÍSTICAS

É recomendada a instalação de válvulas de bloqueio adequadamente posicionadas, com o objetivo de proporcionar manutenção em trechos da tubulação sem a desativação do sistema.



Fig. 12 - Registro de ângulo aberto e registro de globo aberto

No sistema de hidrantes irá auxiliar no processo de manutenção do sistema e na execução de manobra de água quando da necessidade de uso em caso de emergência.



Fig. 13 - Válvula de retenção horizontal e válvula de retenção vertical - tipo leve

As válvulas que comprometem o abastecimento de água a qualquer ponto do sistema, quando estiverem em posição fechada, devem ser do tipo indicadoras. Recomenda-se a utilização de dispositivos de travamento para manter as válvulas na posição aberta.



Fig. 14 - Válvula de pé com crivo

As válvulas devem satisfazer aos ensaios de estanqueidade pertinentes.



Fig. 15 - Joelho - galvanizado 45º, Joelho - galvanizado 90º e TE - Galvanizado

4.7.2.2 DIMENSIONAMENTO – PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Acessórios, como conexões e registros, provocam perdas de carga localizadas. No cálculo, a perda localizada é representada pelo comprimento equivalente, isto é, o comprimento de tubulação da mesma bitola que produz a mesma perda de carga.

Na execução do dimensionamento do sistema de hidrantes é utilizado tabelas de comprimentos equivalentes para alguns tipos de acessórios comuns de tubulações – vide Quadro 4.

Tabela de comprimentos equivalentes em metros de canalização, para cálculo das perdas de carga localizadas.									
CONEXÃO	Material	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização							
		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Curva 90°	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6
Curva 45°	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Joelho 90°	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4
Joelho 45°	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5
Té de passagem direta	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1
Té de saída lateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7
Té de saída bilateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7
União	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Saída de canalização	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2
Luva de redução (*)	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9
Registro de gaveta ou esfera aberto	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7
Registro de globo aberto	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0
	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0
Valvula de pé com crivo	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	30,0
Válvula de Retenção	Horizontal	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3
	Vertical	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7
									10,4
									16,1

Quadro 4 - Tabela de perda de carga localizada⁸

⁸ Fonte: http://www.schneider.ind.br/_slg/uploads/349b58c9305e1d7e684b003cfbeb7e18.pdf

Observações:

1. Os valores acima estão de acordo com a NBR 5626/82 e Tabela de Perda de Carga da Tigre para PVC rígido e cobre, e NBR 92/80 e Tabela de Perda de Carga Tupy para ferro fundido galvanizado, bronze ou latão.
2. (*) Os diâmetros indicados referem-se à menor bitola de reduções concêntricas, com fluxo da maior para a menor bitola, sendo a bitola maior uma medida acima da menor.

Ex.: 1 1/4" x 1" - 1 1/2" x 1 1/4"

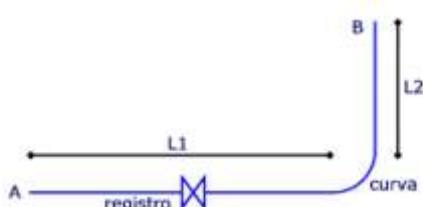


Fig. 16 – Detalhe para cálculo de perda de carga

No exemplo da figura 16, o comprimento para efeito de cálculo da tubulação entre A e B é dado por:

$$L_{total} = L_1 + L_2 + L_{equiv_registro} + L_{equiv_curva}$$

(8)

E a perda de carga total é dada conforme igualdade já vista:

$$H_a = J \ L_{total}$$

(9)

Para determinação dos comprimentos equivalentes, ou seja, quando se deseja saber qual a perda de pressão de um determinado componente, é só

aplicar a expressão de Darcy-Weisbach.

Darcy e Weisbach (1845)⁹, após inúmeras experiências, estabeleceram uma das melhores equações empíricas para o cálculo da perda de carga distribuída ao longo das tubulações. Rouse (1946)¹⁰ denominou a equação de Fórmula de Darcy-Weisbach, que, também, ficou conhecida por Fórmula Universal para o cálculo da perda de carga distribuída (equação 10).

$$\Delta H = f \frac{V^2}{2g} \frac{L}{D}$$

(10)

Sendo:

$J(H)$ = perda de carga unitária (mca/m);

V = velocidade média do escoamento (m/s);

D = diâmetro do conduto (m/s);

L = comprimento do conduto (m);

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²);

f = coeficiente de perda de carga, obtido pelo Diagrama de Moody.

O coeficiente de perda de carga f é um adimensional que depende basicamente do regime de escoamento.

As perdas localizadas ocorrem devido à descontinuidade do conduto, chamada singularidade, que gera turbulência adicional e maior dissipação de energia. Exemplos de singularidades são: cotovelo,

⁹ Com o intuito de estabelecer leis que possam reger as perdas de carga em condutos, já há cerca de dois séculos, estudos e pesquisas vêm sendo realizados. Atualmente a expressão mais precisa e utilizada universalmente para análise de escoamento em tubos, e que foi proposta em 1845, é a conhecida equação de Darcy-Weisbach.

Disponível em:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%A7%C5%8es_expl%C3%ADcitas_para_o_fator_de_atrito_de_Darcy-Weisbach.

¹⁰ Disponível em: <http://bioen.okstate.edu/Darcy/Portuguese/HistoriaDarcy-Weisbach.htm>

válvulas, curva, joelho, tê, redução, registro. Essas perdas podem ser obtidas pelo Comprimento Equivalente, conforme foi descrito.

4.8 BOMBA DE INCÊNDIO

A bomba de incêndio tem a finalidade de efetuar o deslocamento de água no interior das tubulações.

4.8.1 CARACTERÍSTICAS

A bomba de incêndio entra em funcionamento mediante acionamento manual – botoeira tipo liga-desliga próximo aos hidrantes – ou automático –

através de chave de fluxo para reservatórios elevados ou pressostatos/manômetros para reservatórios subterrâneos, no nível do piso ou semi-enterrados.



Fig. 17 - Bomba de incêndio

As bombas de incêndio deverão possuir motor elétrico ou a explosão – este obrigatório para proteção de tanques de líquidos e gases combustíveis ou inflamáveis.

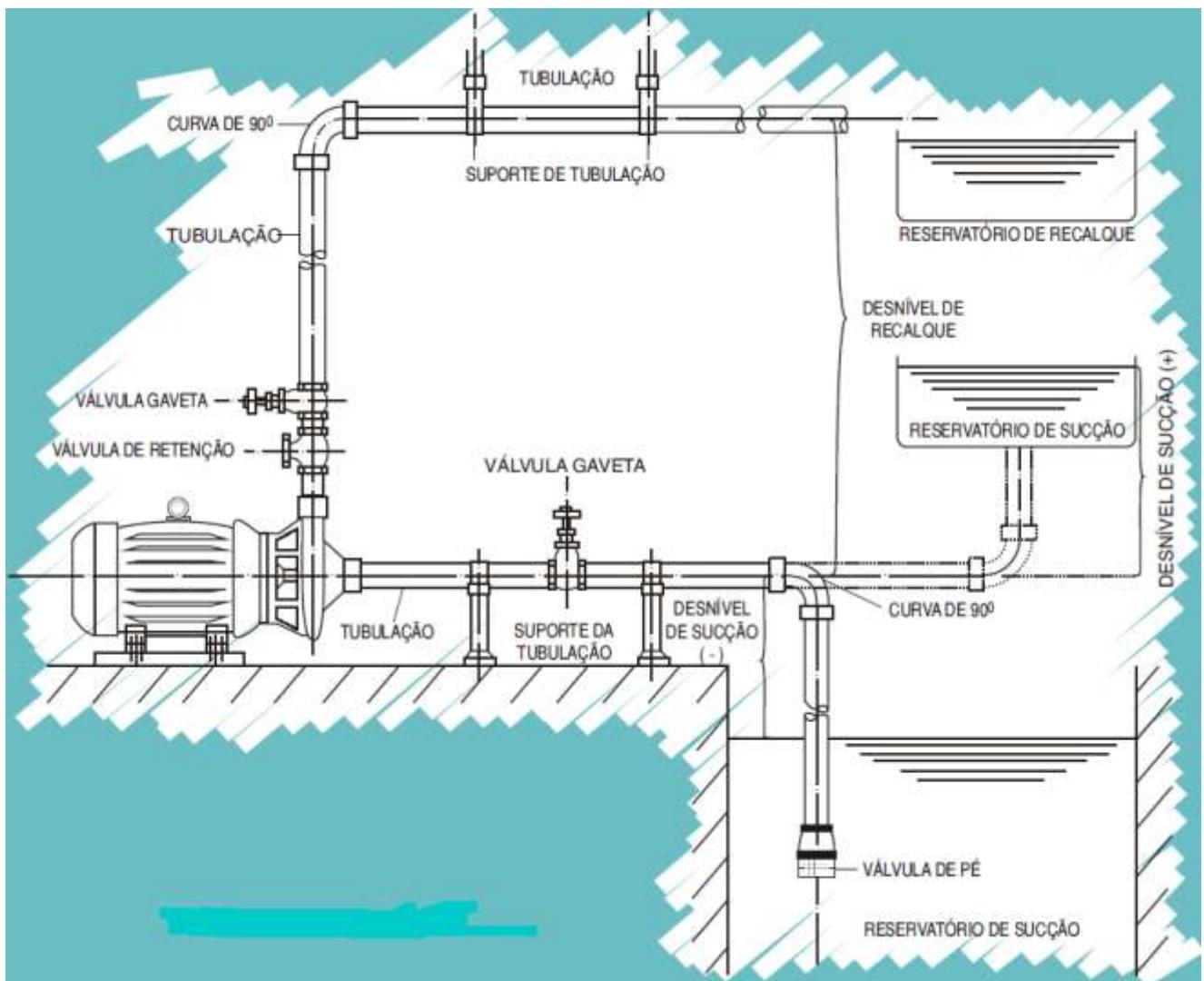


Fig. 18 - Detalhe de instalação da bomba de incêndio

4.8.2 DIMENSIONAMENTO

Para o cálculo da potência necessária, utiliza-se a equação 11:

$$N = \left(\gamma \cdot Q \cdot H \right) / 75 \cdot \eta$$

(11)

Sendo:

N = potência (CV);

γ = peso específico da água (1000 kg/m³);

Q = vazão (m³/s);

H = altura manométrica (m);

η = rendimento (decimal);

O rendimento é obtido através da curva característica (exemplo – vide gráfico 1), na qual toma-se o ponto de trabalho (Q, H), e aproximadamente obtém-se um rendimento de 77%.

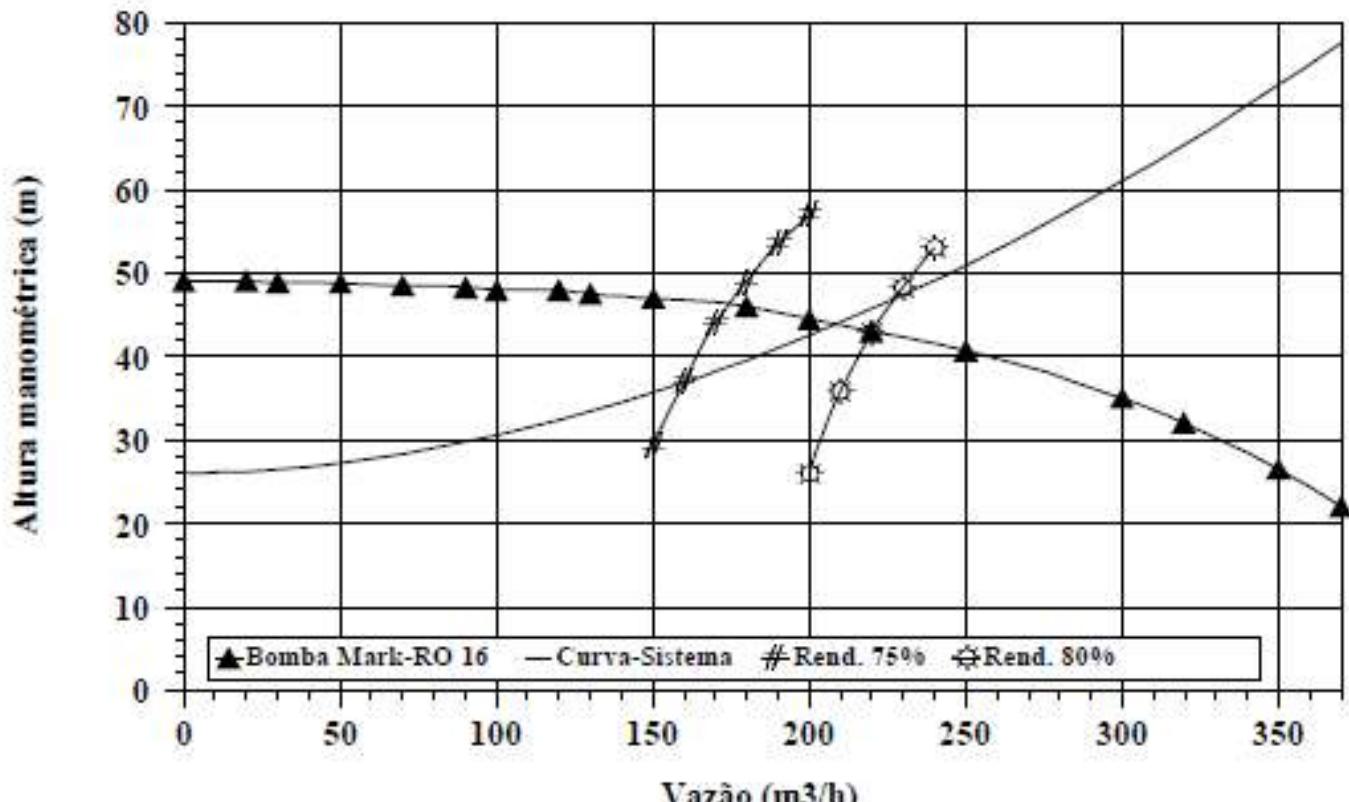


Gráfico 1 - Curvas características da bomba Mark-Peerless, modelo RO 16¹¹

Para o perfeito funcionamento da bomba hidráulica deverá ainda ser efetuado o cálculo do NPSHdisponível e do NPSHrequerido para se evitar a cavitação. Cavitação é um fenômeno semelhante à ebulação, que pode ocorrer na água durante um processo de bombeamento, provocando estragos, principalmente no rotor e palhetas e é identificado por

ruídos e vibrações.

4.9 RESERVATÓRIO D'ÁGUA

O reservatório d'água é um compartimento construído na edificação para armazenamento de água para o sistema de hidrantes.

¹¹ Fonte: http://www.editora.ufla.br/BolTecnico/pdf/bol_29.pdf

4.9.1 CARACTERÍSTICAS

O reservatório de água poderá ser construído na edificação, em concreto armado, metal apropriado ou qualquer outro material que apresente resistência mecânica às intempéries e ao fogo.



Fig. 18 - Reservatório d' água

Destina-se a armazenar uma quantidade de água (reserva de incêndio) que, efetivamente, deverá ser fornecida para o uso exclusivo de combate a incêndios. Quanto à localização, os reservatórios podem ser elevados, no nível do solo, semi-enterrados ou subterrâneos, devendo ser observadas as exigências previstas nas Normas Técnicas (NBR 13714/2000) quanto às suas características construtivas e localização. Os reservatórios devem estar – dentro das possibilidades – em local acessível aos veículos do Corpo de Bombeiros. A capacidade da reserva de incêndio deverá ser suficiente para garantir o suprimento dos pontos de hidrantes, considerados em funcionamento simultâneo, durante o tempo previsto nas especificações técnicas.

4.9.2 DIMENSIONAMENTO

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:

$$V = Q \cdot t$$

(12)

Sendo:

Q = vazão total do sistema aplicado (L/min);

t = tempo mínimo aceito de funcionamento (min);

V = volume da reserva - Litros (L);

O volume da reserva de incêndio, em algumas legislações e/ou especificações técnicas, poderá estar definida em tabela (vide Quadro 5). Exemplo: Instrução Técnica no 22/2004 do CB/PMESP¹².

¹² Fonte: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/hidrantes.pdf>

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA I DO DECRETO ESTADUAL N° 46.076/01				
	A-2,A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/M ²), D-2, D-3 (até 300 MJ/M ²), D-4 (até 300 MJ/M ²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/M ²), 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	D-1 (acima de 300 MJ/m ²), D-3 (acima de 300 MJ/m ²), D-4 (acima de 300 MJ/m ²); B-1; B-2; C-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²), C-3, F-5, F-6, F-7, F-9, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²)	C-2 (acima de 800 MJ/m ²), F-1 (acima de 300 MJ/m ²); F-10, G-5, I-2 (acima de 800 MJ/m ²), J-3 (acima de 800 MJ/m ²), L-1 e M-1	I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 R.I. 5 m ³	Tipo 2 R.I. 8 m ³	Tipo 3 R.I. 12 m ³	Tipo 3 R.I. 16 m ³	Tipo 3 R.I. 20 m ³
Acima de 2.500 até 5.000 m ²	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. 25 m ³	Tipo 4 R.I. 35 m ³
Acima de 5.000 até 10.000 m ²	Tipo 1 R.I. 12 m ³	Tipo 2 R.I. 18 m ³	Tipo 3 R.I. 25 m ³	Tipo 4 R.I. 35 m ³	Tipo 5 R.I. 55 m ³
Acima de 10.000 até 20.000 m ²	Tipo 1 R.I. 18 m ³	Tipo 2 R.I. 25 m ³	Tipo 3 R.I. 35 m ³	Tipo 5 R.I. 48 m ³	Tipo 5 R.I. 80 m ³
Acima de 20.000 até 50.000 m ²	Tipo 1 R.I. 25 m ³	Tipo 2 R.I. 35 m ³	Tipo 3 R.I. 48 m ³	Tipo 5 R.I. 70 m ³	Tipo 5 R.I. 110 m ³
Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 R.I. 35 m ³	Tipo 2 R.I. 47 m ³	Tipo 3 R.I. 70 m ³	Tipo 5 R.I. 100 m ³	Tipo 5 R.I. 140 m ³

Quadro 5 - Tipo de sistemas e volume da reserva de incêndio (m3)

4.10 REGISTRO DE RECALQUE

O sistema deve ser dotado de registro de recalque, consistindo em um prolongamento da tubulação, com diâmetro mínimo de 65 mm (nominal) até as entradas principais da edificação, cujos engates devem ser compatíveis com os utilizados pelo Corpo de Bombeiros.

Quando o engate estiver no passeio, este deverá ser enterrado, ou seja, em caixa de alvenaria, com tampa. A introdução de DN 65 mm de (mínimo) e com tampão tem de estar voltada para cima em ângulo de 45 graus e posicionada, no máximo, a 15 cm de profundidade em relação ao piso do passeio. O volante de manobra da válvula deve estar situado no máximo

50 cm acima do nível do piso acabado.

O dispositivo de recalque pode ser instalado na fachada da edificação, ou em muro da divisa com a rua, com a introdução voltada para rua e para baixo em ângulo de 45 graus, e a uma altura entre 60 cm e um metro em relação ao piso do passeio. Em alguns casos é aceito como recalque o hidrante de acesso à edificação.



Fig. 19 - Tampa do Registro de Recalque

5 CONCLUSÃO

Para determinação da vazão e pressão da bomba de incêndio e o volume da reserva de água para combate a incêndio do sistema de hidrantes, é preciso considerar a natureza da ocupação da edificação e o risco. Antes de iniciar o cálculo hidráulico, entretanto, é importante verificar qual a Norma Técnica ou Legislação que se deseja atender, bem como as fórmulas hidráulicas correspondentes.

Por exemplo: pode-se levar em conta a legislação federal – NBR 13714/2000, a estadual – Decreto no 46.076/2001/SP, ou a municipal – Código de Obras do Município, Especificações do Seguro ou outras, como as do Ministério do Trabalho ou normas internacionais. Caso seja necessário o atendimento de diversas Normas Técnicas ou Legislações, recomenda-se adotar os parâmetros mais rígidos.

Com base na Norma Técnica ou Legislação adotada teremos os valores de referência para iniciarmos o cálculo – pressão e vazão dos hidrantes mais desfavoráveis, quantidade de hidrantes a serem calculados, tempo mínimo de funcionamento da bomba de incêndio para atender o sistema, volume mínimo da reserva de incêndio, tipos de esguichos, diâmetro dos esguichos, diâmetro das mangueiras ou comprimento máximo de mangueiras.

É obrigatório submeter o sistema da edificação à manutenção preventiva periódica, de modo a assegurar que o sistema esteja constantemente em condições ideais de funcionamento. Um plano de manutenção deve ser elaborado pelo projetista, de forma a garantir a preservação de todos os componentes do sistema. Após a instalação do sistema, toda a tubulação deve receber uma lavagem interna, para remoção de detritos e, em seguida, devem ser levados a efeito os procedimentos para aceitação do sistema.

DIDACTICS OF HYDRAULIC APPROACH APPLIED TO THE HYDRANT SYSTEM SIZING PROPERTY

ABSTRACT

This work is related to research on principles of hydraulics applied to the design of system hydrants buildings. It seeks to demonstrate the importance of studying the hydraulic system for the design of fire hydrants, as well as for the development of standards and specifications relating to the subject. This ratio is targeted to influence the activities of fire safety, as: prevention, protection and fighting. Being highlighted the necessity of teaching hydraulic fire in training and development courses for professionals who will serve in the activities of fire safety in buildings and areas of risk, which will assist in effective actions to reduce accidents.

Keywords: Calculation. Education. Hydraulics. Fire. Safety.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11861/1998 – Mangueira de incêndio – requisitos e métodos de ensaio. Brasília, 1998.

_____. **NBR 12779/1992 – Inspeção, manutenção e cuidados em mangueiras de incêndio.** Brasília, 1992.

_____. **NBR 13714/2000 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** Brasília, 2000.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n.22 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** São Paulo, 2001.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto no 46.076, de 31 de Agosto de 2001. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco para os fins da Lei n. 684, de 30 de setembro de 1975 e estabelece outras providências.

SUSEP, Superintendência de Seguros Privados. Circular n. 006/92. Rio de Janeiro, 1992.