



VOLUME

III

Hidráulica

Jorge Rodrigues e Luís Batista Nunes

Escola Nacional de Bombeiros

SINTRA - 2005



Hidráulica

Ficha Técnica

Título

Hidráulica
(vol. III)

Colecção

Manual de Formação Inicial do Bombeiro

Edição

Escola Nacional de Bombeiros
Quinta do Anjinho – Ranholas
2710-460 Sintra
Telef.: 219 239 040
Fax: 219 106 250
E.mail: edicao@enb.pt

Texto

Jorge Rodrigues
Luís Batista Nunes

Comissão de Revisão Técnica e Pedagógica

Carlos Ferreira de Castro
F. Hermínio Santos
J. Barreira Abrantes
Luis Abreu
Sónia Rufino

Ilustração

Osvaldo Medina
Ricardo Blanco
Victor Hugo

Fotografia

Rogério Oliveira
Victor Hugo

Grafismo e maquetização

Victor Hugo Fernandes

Impressão

Gráfica Europam, Lda.

ISBN: 972-8792-11-5
Depósito Legal n.º 174177/01
Setembro de 2005
Tiragem: 12.000 exemplares
Preço de capa: € 10,00 (pvp)
€ 5,00 (bombeiros)



VOLUME

III

Hidráulica

Prefácio

3

O Volume III do Manual de Formação Inicial do Bombeiro aborda o importante domínio da Hidráulica, enquanto área do conhecimento que estuda o movimento da água, recorrendo às leis da mecânica dos fluidos.

O abastecimento e aplicação de água no combate a incêndios implica um conjunto de processos, mais ou menos complexos, que é indispensável que os bombeiros conheçam.

Por outro lado, face ao risco que representa para as populações, as águas residuais são abordadas neste volume, no ponto de vista do seu isolamento em rede, tanto no interior como no exterior dos edifícios.

Apesar do pesado investimento que representa, a Escola Nacional de Bombeiros prossegue a edição dos volumes que integram o Manual de Formação Inicial do Bombeiro, enquanto projecto estratégico para a construção de um credível e sustentado modelo de formação, dirigido a todos os bombeiros portugueses.

Este desígnio justifica todos os esforços, nomeadamente de natureza financeira, bem como impõe uma redobrada determinação na concretização do rumo traçado.

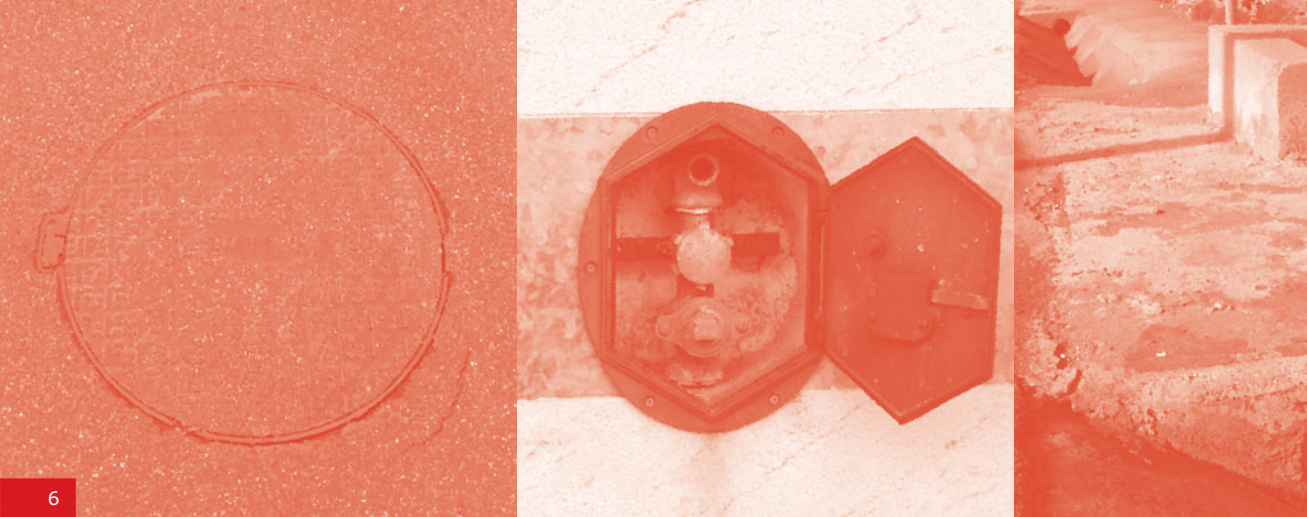
Duarte Caldeira

Presidente da direcção da E.N.B.



Sumário

- 1 Introdução 9
- 2 Propriedades da água 10
- 3 Noção de pressão 11
- 4 Noção de caudal 14
- 5 Abastecimento público de água 16
- 6 Abastecimento de água no combate a incêndios 24
- 7 Instalações hidráulicas para serviço de incêndios 38
- 8 Bombas centrífugas 43
- 9 Redes de águas residuais 47
- Bibliografia - Glossário - Índices 55





VOLUME

III

Hidráulica

Siglas

7

ETA Estação de tratamento de águas

ETAR Estação de tratamento de águas residuais

RIA Rede de incêndio armada

RGSPDADAR Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de
Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais



1 Introdução

Os bombeiros utilizam, no combate a incêndios, a água como agente extintor por excelência.

Com efeito, a sua abundância, baixo custo e a grande capacidade de absorver calor, tornam a água muito eficaz na extinção de incêndios, pelo que é o agente extintor que mais se emprega no seu combate.

Por isso, importa não só conhecer as suas características como agente extintor, aspecto abordado no Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores, mas também o seu comportamento quando é movimentada através dos sistemas e equipamentos necessários aos bombeiros para a aplicar no combate a incêndios.

A hidráulica estuda o movimento da água, por exemplo, no seu transporte através de condutas e mangueiras ou na sua elevação, recorrendo às leis da mecânica de fluidos.

No presente volume serão estudados os conceitos fundamentais de hidráulica e os aspectos mais importantes necessários ao conhecimento, por parte dos bombeiros, do comportamento da água em movimento, particularmente em instalações onde se encontre sob pressão, visando a sua aplicação no combate a incêndios.

Serão ainda abordados aspectos respeitantes às redes de águas residuais, bem como às infra-estruturas e equipamentos que as recolhem e encaminham.

2 Propriedades da água

A água (fig. 1) pode existir no estado sólido (gelo), líquido ou gasoso (vapor de água). No combate a incêndios a água é, normalmente, utilizada sob a forma líquida, podendo, no entanto e em determinadas situações, ser aplicada no estado de vapor.

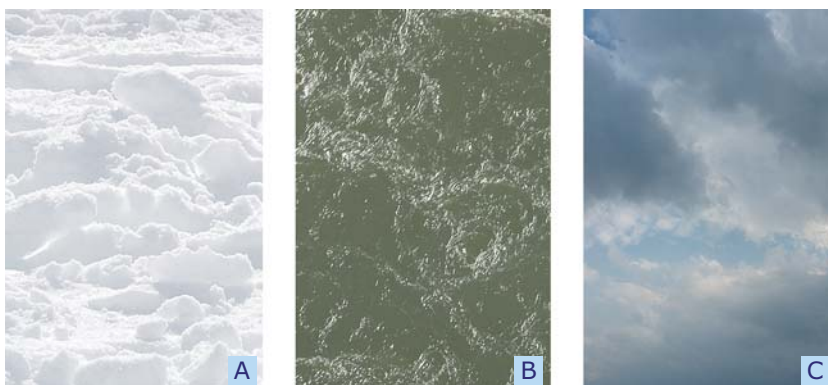


Fig. 1 A água pode existir em três estados físicos.
A – Estado sólido; B – Estado líquido; C – Estado gasoso.

Se se deitar um determinado volume de água numa proveta graduada e depois se deitar essa mesma quantidade de água num copo graduado, concluí-se que a água que tinha a forma da proveta toma, naturalmente, a forma do copo.

Assim se concluí que a água no estado líquido não tem forma própria, tomando sempre a do recipiente que a contém (fig. 2), sendo no entanto o seu volume invariável.

No estado líquido e à pressão normal (1 atmosfera = 1,033 kg/cm²) a sua temperatura pode variar entre 0 °C e 100 °C.

A temperaturas inferiores a 0 °C a água passa do estado líquido ao estado sólido, aumentando de volume.

A temperaturas superiores a 100 °C a água passa do estado líquido ao estado gasoso. Uma dada quantidade de água ao vaporizar-se aumenta o seu volume cerca de 1700 vezes.

À temperatura ambiente, a água é um líquido pesado (o seu peso específico é de 1000 kg/m³), praticamente incompressível e relativamente estável.



Fig. 2 A água ocupa a forma do recipiente que a contém.
A – Vaso graduado; B – Copos graduados; C – Proveta graduada.

Recorde-se que a capacidade da água para a extinção de incêndios resulta essencialmente do facto de poder absorver grande quantidade de calor, até passar ao estado gasoso (vapor de água).

Assim, por exemplo, cerca de quatro litros de água, até passarem a vapor, podem absorver o calor resultante da combustão de, aproximadamente, 1/2 kg de madeira.

3 Noção de pressão

Pressão é o quociente entre uma força e a secção (superfície) sobre a qual está aplicada.

A pressão pode exprimir-se em diversas unidades, por exemplo: quilograma por centímetro quadrado (kg/cm^2), bar (bar), atmosfera (atm), milímetros de mercúrio (mmHg) ou Pascal (Pa).

Considere-se um objecto com a forma de um prisma quadrangular, com o peso de 100 g, em que a área da face menor é de 10 cm² e a da maior é de 20 cm² (fig. 3).

Se esse objecto se apoiar na sua face menor, a pressão que ele exerce sobre a superfície onde se apoia é de 100 g/10 cm², ou seja, 10 g/cm².

Porém, se esse objecto se apoiar na sua face maior, a pressão que ele exerce sobre a superfície de apoio diminui, passando a ser de 100 g/20 cm², ou seja, 5 g/cm².

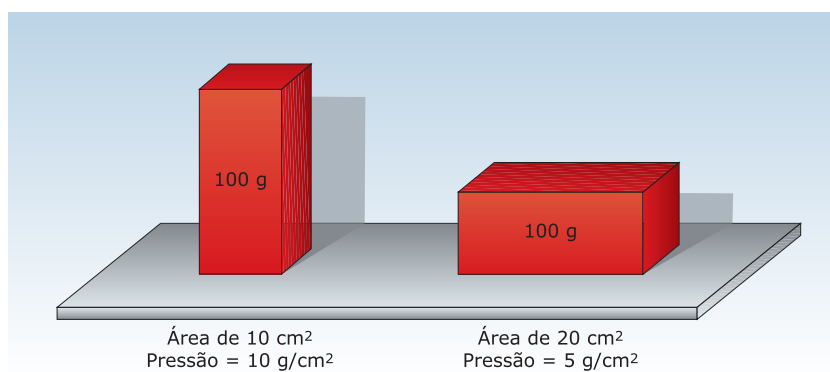


Fig. 3 Um mesmo objecto exerce pressões diferentes segundo a superfície em que se apoia.

Os líquidos exercem pressão sobre a superfície dos recipientes que os contêm. Quando estão em repouso essa pressão designa-se por **pressão hidrostática**.

Existe um conjunto de princípios que rege a pressão nos líquidos, dos quais se destacam:

- A pressão de um líquido exerce-se sempre perpendicularmente à superfície do recipiente que o contém (fig. 4-A);
- A pressão num ponto no seio de um líquido exerce-se igualmente em todas as direcções (fig. 4-B);
- A pressão de um líquido contido num recipiente aberto é proporcional à altura da coluna desse líquido e proporcional à sua densidade⁽¹⁾ (fig. 4-C);
- A pressão que um líquido exerce sobre o fundo do recipiente que o contém é independente da forma desse recipiente (fig. 4-D).

⁽¹⁾ Consultar o Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores.

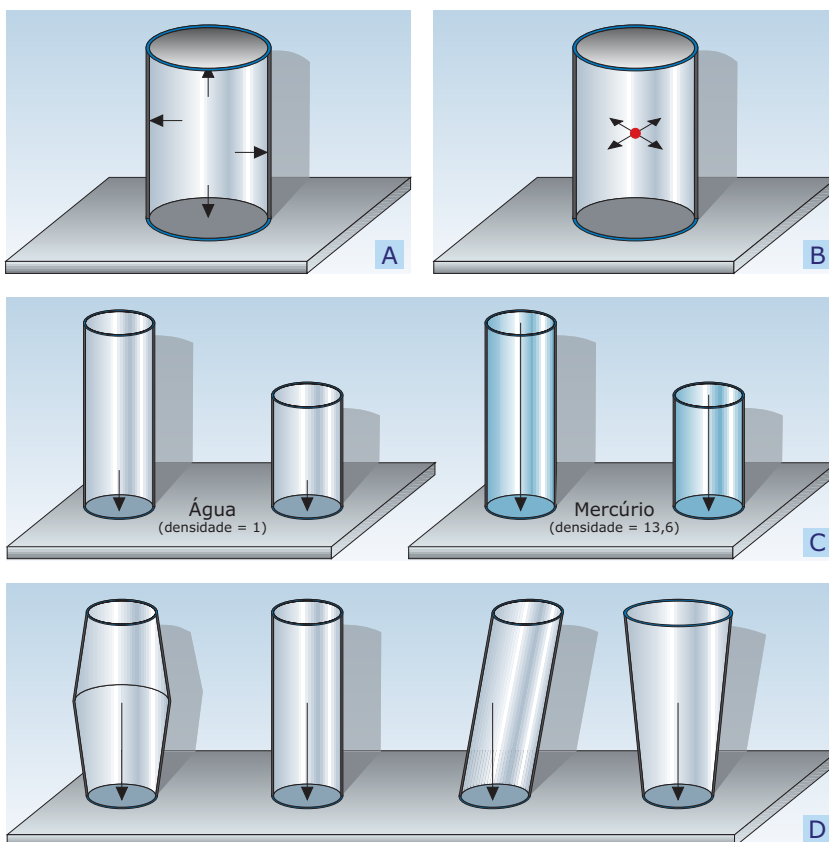


Fig. 4 Ilustração dos princípios de pressão nos líquidos.

A atmosfera exerce uma força sobre a superfície terrestre. A força por unidade de área, devida à coluna de ar que se estende desde a superfície terrestre ao limite exterior da atmosfera, chama-se **pressão atmosférica**.

O valor da pressão atmosférica normal é de $1,033 \text{ kg/cm}^2$ (igual a 1,013 bar ou 1 atm), sendo equivalente à de uma coluna de mercúrio (Hg) com uma altura de 760 mm, isto é, a 760 mm Hg.

A pressão normal é também equivalente a uma coluna de água com uma altura de 10,33 m, isto é, a cerca de 10 m de coluna de água.

Acima do nível do mar a pressão atmosférica diminui com a altitude, ou seja, quanto maior a altitude menor é a pressão atmosférica, porque a densidade do ar e a altura da camada de atmosfera vão diminuindo.

A pressão é medida por aparelhos denominados **manómetros** (fig. 5). No caso da pressão atmosférica designam-se por barómetros.

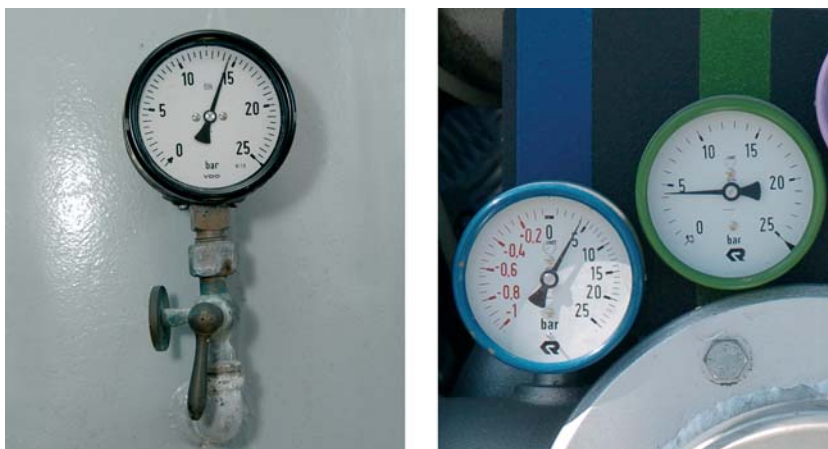


Fig. 5 Exemplos de manómetros.

4 Noção de caudal

Caudal (ou débito) é o volume de líquido que se escoar, por exemplo num tubo ou conduta em cada unidade de tempo.

O caudal exprime-se em metro cúbico por hora (m^3/h), litro por minuto (l/min) ou litro por segundo (l/s). A unidade que os bombeiros mais utilizam, na prática, para medir caudais é o l/min.

Se numa conduta de secção S a água se escoar com a velocidade V , o caudal Q será representado pela seguinte expressão:

$$Q = S \times V$$

Analisando a expressão acima referida pode concluir-se que quanto maior for a velocidade de escoamento maior será o caudal para a mesma secção.

O caudal de água numa conduta (ou numa mangueira) sem derivações é sempre o mesmo em qualquer ponto dessa conduta, independentemente da sua secção. No entanto, se a secção diminuir, a velocidade da água aumenta, conforme se ilustra na figura 6.

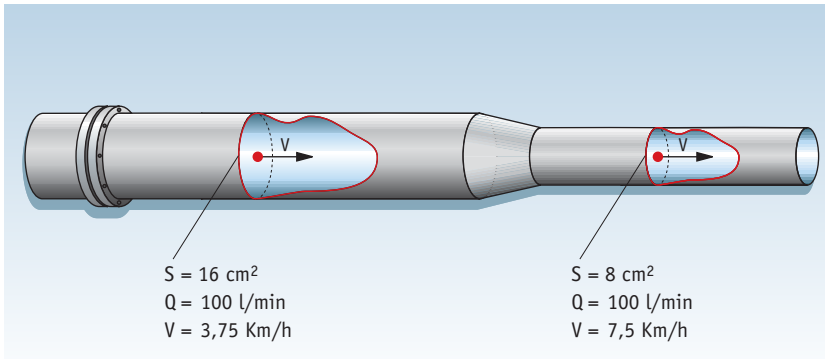


Fig. 6 Exemplo da relação entre caudal, velocidade e secção da conduta.

Quando uma conduta (ou uma linha de mangueira) tem derivações, o caudal de água na conduta principal é igual à soma dos caudais nas derivações, conforme se ilustra na figura 7.

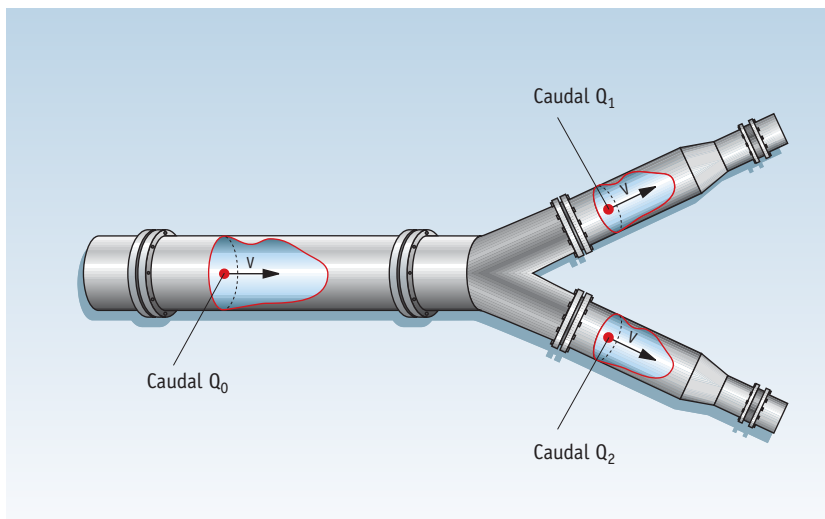


Fig. 7 Numa derivação o caudal inicial decompõe-se: $Q_0 = Q_1 + Q_2$.

5.1. Descrição do sistema de abastecimento

A água, elemento essencial para a vida humana, é disponibilizada à maioria das habitações, edifícios e instalações industriais, por sistemas públicos de abastecimento.

Conforme se representa esquematicamente na figura 8, o sistema público de abastecimento é composto, essencialmente, por:

- Fontes de abastecimento (captação) de água;
- Sistemas de bombagem (ou equivalentes) para garantir a movimentação da água;
- Instalações de tratamento;
- Condutas adutoras, de grande diâmetro, para transporte da água até às estações;
- Meios de armazenamento (reservatórios de água);
- Rede de distribuição aos diversos consumidores (condutas de menores diâmetros).

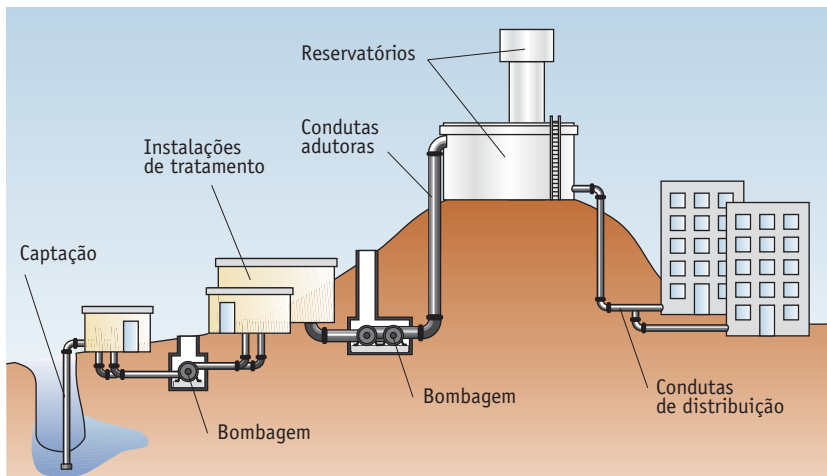


Fig. 8 Esquema de princípio do sistema público de distribuição de água.

De entre as principais fontes de abastecimento destacam-se os pontos de água naturais, isto é, todos aqueles que existem na Natureza sem terem sofrido, directa ou indirectamente, a intervenção humana. São exemplos de pontos naturais os rios, lagos, ribeiros, ribeiras e nascentes.

Utilizam-se, igualmente, pontos de água onde a intervenção humana proporcionou a sua disponibilização em condições de ser aproveitada para abastecimento público. De entre estes pontos de água artificiais destacam-se as barragens e os furos de captação de água do subsolo.

A água é transportada dos locais de captação (pontos de água naturais ou artificiais) até aos diferentes locais de consumo pelas chamadas condutas adutoras (condutas de grande diâmetro).

Esse transporte é garantido, essencialmente, por estações de bombagem (ou estações elevatórias), equipadas de modo a garantir o caudal de água necessário ao consumo.

A água sofre ainda processos de tratamento, destinados a garantir que é própria para o consumo humano, efectuados em estações de tratamento (ETA). Estas estações estão frequentemente localizadas junto aos depósitos de água.

Estes reservatórios são os locais onde a água é armazenada para garantir o abastecimento, mesmo nos períodos em que o caudal de consumo é superior ao da captação. De acordo com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR), esses reservatórios devem dispor de uma reserva para serviço de incêndio, em função do risco de incêndio da zona onde se inserem.

Finalmente, a água chega aos diversos consumidores através de uma rede de distribuição.

Nas localidades, a distribuição de água é feita à generalidade dos domicílios, edifícios e instalações industriais. Para isso, são instaladas ao longo dos arruamentos normalmente sob os passeios (a profundidades que não devem ser inferiores a 0,80 m), canalizações (condutas) de vários diâmetros (habitualmente com $\varnothing \geq 60$ mm), por onde circula a água para abastecimento dos vários consumidores.

Essa rede de distribuição (fig. 9) é constituída por **canalizações gerais** dispostas em troços, com válvulas de seccionamento, designadas por **torneiras de zona**, destinadas a cortar o abastecimento a cada troço, se necessário.

Existem ainda torneiras de ligação de zonas destinadas a controlar o abastecimento entre troços distintos das canalizações gerais, nomeadamente quando se pretende um reforço de abastecimento a um deles.



Fig. 9 Esquema de uma rede pública de distribuição de água.

Todos os edifícios e diversos equipamentos isolados (chafarizes, tomadas de água para serviço de incêndios, etc.) servidos pela rede de distribuição estão ligados ao respectivo troço das canalizações gerais através de uma canalização dedicada (privativa), designada por **ramal de ligação**.

No início desse ramal está normalmente montada uma válvula de seccionamento. Por vezes, essa válvula encontra-se fechada (por deficiência ou descuido), o que pode interferir nas operações de socorro.

5.2. Distribuição de água aos edifícios

O abastecimento de água a um edifício (fig. 10-A) processa-se através do respectivo ramal de ligação, que dispõe de uma válvula para corte do seu abastecimento, designada por **torneira de suspensão** (ou torneira de curva), localizada na via pública o mais próximo possível do ponto de ligação entre o ramal e a canalização geral.

Na fachada do edifício ou num dos muros que o delimitam, existe frequentemente uma torneira de passagem destinada a cortar o abastecimento a todo o edifício. Normalmente essa **torneira de passagem** está inserida numa boca de incêndio de fachada (fig. 10-B).

Dentro do edifício, existe uma canalização comum, designada por **tronco principal**, de onde derivam as canalizações dedicadas a cada um dos diferentes consumidores, designadas por **ramificação domiciliária**.

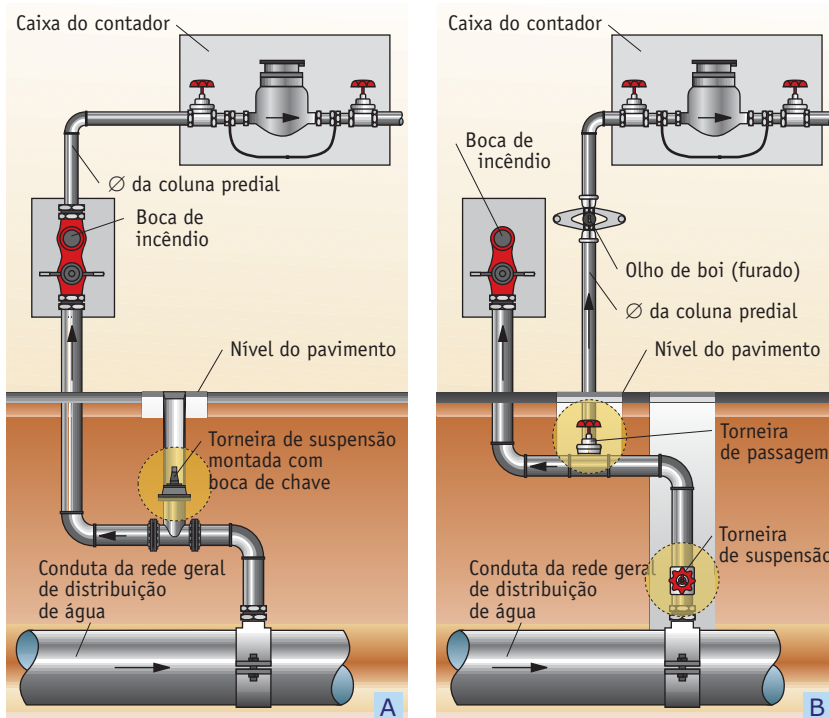


Fig. 10 A – Abastecimento de água a um edifício em conduta comum à boca de incêndio.
B – Com separação da conduta de alimentação da boca de incêndio.

Em cada ramificação domiciliária existe uma válvula de corte de abastecimento ao respectivo consumidor, designada por **torneira domiciliária**⁽¹⁾. Cada consumidor dispõe ainda, no fim da respectiva ramificação domiciliária, de um contador e respectiva **torneira de segurança**, único equipamento dos descritos que pode ser manobrado pelo consumidor.

5.3. Distribuição de água para serviço de incêndio

O sistema público é igualmente utilizado para o abastecimento de água para serviço de incêndio, quer para os veículos de bombeiros, quer para instalações hidráulicas privativas de serviço de incêndio⁽²⁾.

A água para serviço de incêndio está disponível na rede pública com valores de pressão não inferiores a 1 kg/cm² (100 kPa) nem superiores a 6 kg/cm² (600 kPa).

Em vários pontos das canalizações gerais da rede pública de distribuição, derivam tubagens (ramais de ligação) que alimentam os equipamentos destinados a abastecer os veículos de bombeiros em caso de incêndio.

Esses equipamentos são designados por **hidrantes** e podem ser de dois tipos:

- Bocas de incêndio;
- Marcos de incêndio (ou marcos de água).

A regulamentação em vigor⁽³⁾, RGSPDADAR, estipula que os marcos de água tendem a substituir as bocas de incêndio, cabendo à entidade gestora (câmara municipal – serviços municipalizados), ouvidos os corpos de bombeiros locais, definir a sua localização em função do risco de incêndio da zona urbana onde se inserem.

As **bocas de incêndio** (fig. 11) não são mais do que saídas da rede de distribuição de água, destinadas a ser utilizadas pelos bombeiros, encontrando-se geralmente nas paredes dos edifícios ou em muros que os delimitam. São protegidas por portas fechadas (portinholas), das quais os bombeiros possuem as respectivas chaves.

⁽¹⁾ Tradicionalmente também designada por «olho de boi», dada a forma da sua protecção.

⁽²⁾ As instalações hidráulicas privativas para serviço de incêndio serão descritas sumariamente no capítulo 7 do presente Volume.

⁽³⁾ Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Cada boca de incêndio possui uma torneira macho (sem volante). As saídas das bocas de incêndio possuem diâmetros de 45 mm ou de 38 mm⁽¹⁾ e estão protegidas por tampões. Uma boca de incêndio deve estar ligada à canalização geral por tubagem de diâmetro nunca inferior a 40 mm.

Se a boca de incêndio está inserida no sistema de abastecimento de água incorpora, como se referiu, a respectiva torneira de passagem e encontra-se permanentemente em carga. Por esse motivo, quando os bombeiros necessitam de utilizar esse tipo de boca de incêndio devem fechar a água na torneira de passagem, antes de retirar o tampão da boca de incêndio para lhe ligar a mangueira de abastecimento.



Fig. 11 Boca de incêndio típica.

Outras bocas de incêndio encontram-se na extremidade do ramal de ligação que as serve em exclusivo, pelo que normalmente não se encontram em carga. Porém, por precaução, deve sempre verificar-se se a água está fechada antes de se retirar o tampão para ligar uma mangueira.

Os hidrantes mais potentes, em termos de caudal de água que disponibilizam, são os **marcos de incêndio**.

Os marcos de incêndio utilizados em Portugal são de diversos tipos, mas todos eles devem estar ligados à canalização geral, por tubagem cujo diâmetro depende do tipo de marco (fig. 12), mas nunca inferior a 90 mm.

⁽¹⁾ Estas saídas são, normalmente, roscas macho pelo que é necessário recorrer a adaptações para as junções *storz* das mangueiras dos bombeiros.

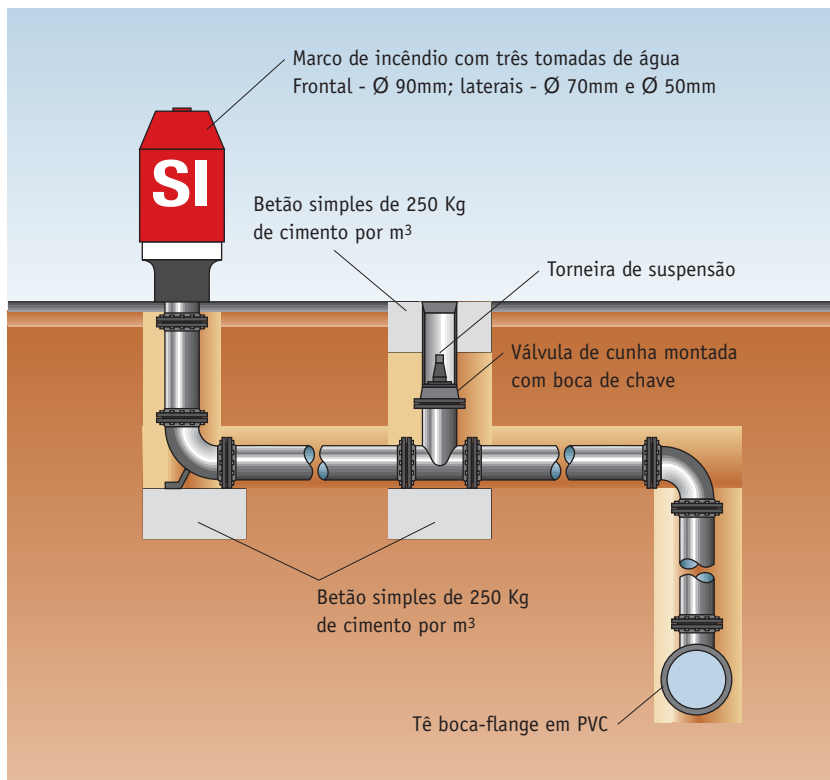


Fig. 12 Esquema de ligação de um marco de incêndio.

Dispõem normalmente de três saídas (fig. 13), como, por exemplo, nos seguintes tipos⁽¹⁾:

- «Alba – 1970», mais antigo – duas saídas laterais de 45 mm e um saída frontal de 90 mm;
- «Pont-a-Mousson» – duas saídas laterais (uma de 45 mm e outra de 70 mm) e um saída frontal de 90 mm;
- «Fresaco» – duas saídas laterais (uma de 60/50 mm e outra de 65/70 mm) e um saída frontal de 90 mm.

Existem outras tomadas de água – as **bocas de rega** – que, não sendo dedicadas ao serviço de incêndio, também podem ser utilizadas no abastecimento dos veículos dos bombeiros.

⁽¹⁾ Atenção que a grande maioria dos marcos de incêndio existentes necessita de adaptadores para *storz*, a fim de permitir a utilização de mangueiras dos bombeiros.

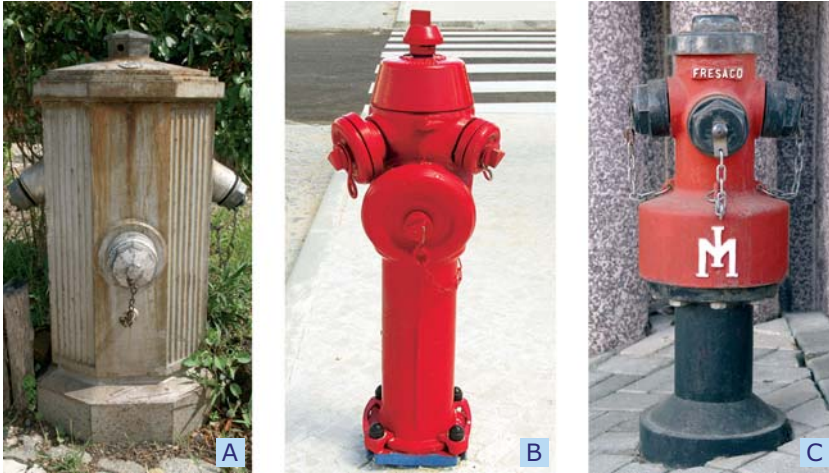


Fig. 13 Marcos de incêndio mais vulgares. A – «Alba», B – «Pont-a-Mousson». C – «Fresaco».

As bocas de rega (fig. 14) possuem uma saída que poderá ser adaptada às mangueiras de 45 mm de diâmetro, normalmente protegida por um tampão. Estão inseridas em caixas nos passeios e dispõem de uma válvula de corte normalmente fechada. Devem estar ligadas à canalização geral, por tubagem de diâmetro nunca inferior a 20 mm. Por isso disponibilizam, em regra, um caudal inferior ao das bocas de incêndio.



Fig. 14 Boca de rega típica.

Abastecimento de água no combate a incêndios

6.1. Generalidades

A utilização de água em quantidade para o combate a incêndios implica o recurso a processos, mais ou menos complexos, constituídos essencialmente por:

- Abastecimento;
- Bombagem;
- Transporte;
- Aplicação.

6.2. Abastecimento e bombagem

O abastecimento de água aos veículos directamente envolvidos numa operação de combate a incêndio é uma operação fundamental para o sucesso da intervenção.

Os veículos de combate a incêndio, nos quais se baseiam as linhas de mangueira, dispõem de depósitos com capacidade limitada, pelo que o seu abastecimento de água é uma das operações mais importantes, a desenvolver logo desde o início da operação de combate.

Esse abastecimento aos veículos envolvidos directamente no combate a um incêndio pode ser proveniente de duas fontes:

- De pontos de água, naturais ou artificiais, designados por **mananciais de água**;
- De hidrantes ligados à rede pública ou em instalações hidráulicas dedicadas ao serviço de incêndios, designados por **tomadas de água**.

Os **mananciais de água** necessitam de uma operação de bombagem⁽¹⁾ (fig. 15) no ponto de abastecimento para garantir a sua elevação e/ou o transporte até aos veículos a abastecer, isto é, os directamente envolvidos no combate ao incêndio.

⁽¹⁾ A respectiva manobra está descrita no Volume XIV – Manobras de Mangueiras e Motobombas.



Fig. 15 Operação de bombagem a partir de um manancial.

As tomadas de água (hidrantes e bocas de rega) são caracterizadas por disponibilizarem água com uma certa pressão o que permite o seu transporte, ainda que a curta distância (normalmente poucas dezenas de metros), pelo que dispensam, em muitos casos, o recurso a bombagem (fig. 16) nas operações de abastecimento.



Fig. 16 Na maioria dos casos o abastecimento a partir de uma tomada de água pode efectuar-se directamente aos veículos.

Quando os pontos de abastecimento (mananciais ou tomadas de água) se encontram a distâncias superiores a cerca de 50 m dos veículos de combate a abastecer, é necessário recorrer a operações complementares para garantir o abastecimento, nomeadamente:

- Vaivém de veículos tanque;
- Manobra de trasfega entre bombas.

O **vaivém de veículos tanque** (fig. 17) é, em regra, utilizado quando a distância entre o ponto de abastecimento e os veículos de combate a abastecer é superior a 200 m.

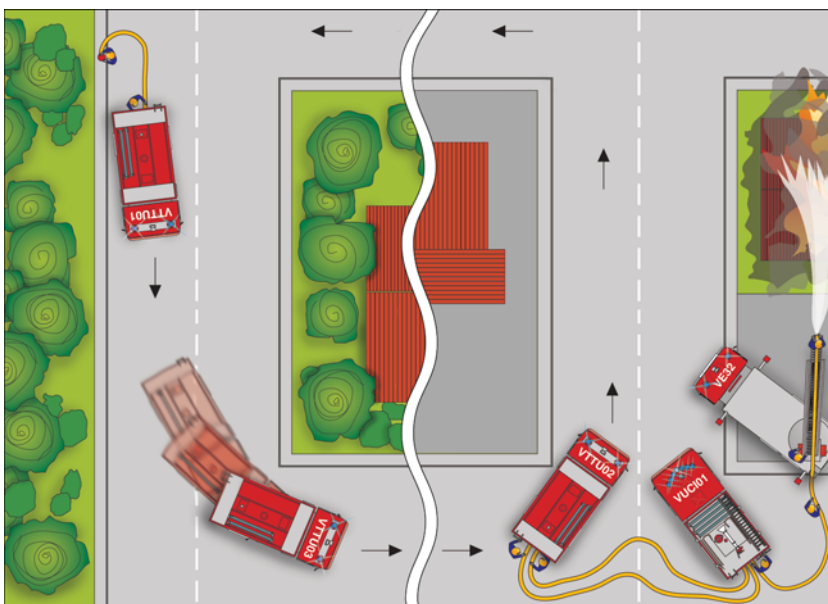


Fig. 17 Esquema de princípio de um vaivém de veículos tanque.

A manobra de vaivém é muito delicada e necessita de uma boa coordenação e disponibilidade de veículos tanque em número suficiente para ser bem sucedida. Por vezes implica, ainda, a utilização de tanques desmontáveis, instalados junto aos veículos de combate, para garantir um armazenamento de água suficiente quando a duração dos vaivém é grande face aos caudais de água necessários.

Quando a distância entre o ponto de abastecimento e os veículos de combate a abastecer está entre 50 e 200 m é prático efectuar o transporte de água através de linhas de mangueira (normalmente duas ou mais linhas de 70mm de diâmetro), recorrendo à associação de bombas em cadeia. Essa operação, representada esquematicamente na figura 18, designa-se por **manobra de trasfega entre bombas**.

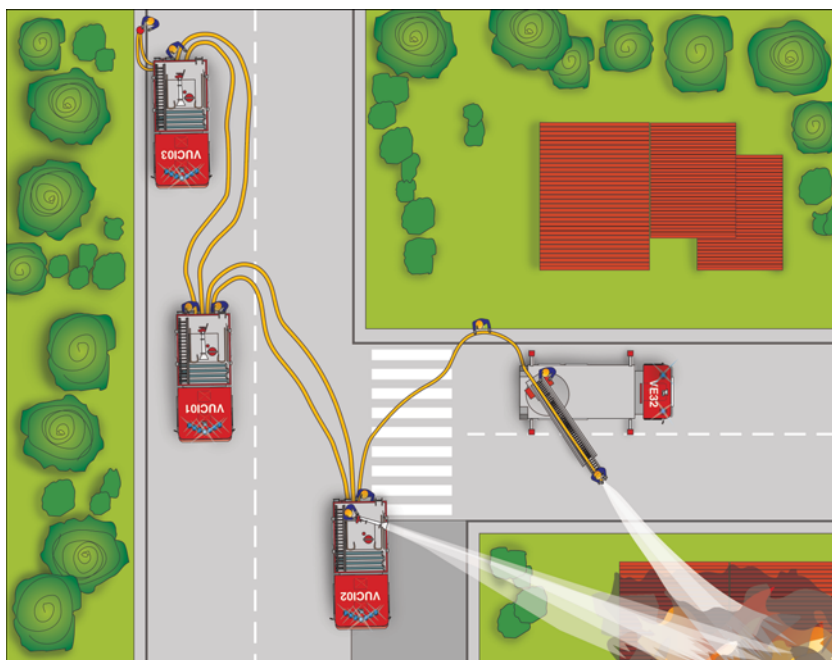


Fig. 18 Esquema de princípio de uma manobra de trasfega entre bombas.

6.3. Transporte de água

O transporte de água entre os veículos de combate e os locais de aplicação ou entre os veículos (ou motobombas) envolvidos numa manobra de abastecimento por trasfega entre bombas é garantido pelas bombas (ou motobombas) envolvidas. Esse transporte processa-se, normalmente⁽¹⁾, através de linhas de **mangueira**.

⁽¹⁾ Nalguns casos o transporte de água entre o veículo de combate a incêndios e o local de aplicação pode processar-se através de canalizações fixas de edifícios ou instalações industriais pertencentes a instalações hidráulicas privativas para serviço de incêndio, descritas sumariamente no capítulo 7 do presente Volume.

As mangueiras⁽¹⁾ são tubos flexíveis ou semi-rígidos, de borracha ou de fibras sintéticas, destinados ao transporte de água ou de outro agente extintor. São dois os tipos característicos de mangueiras usadas para água (fig. 19):

- Mangueiras semi-rígidas de média e de alta pressão;
- Mangueiras flexíveis de baixa pressão.

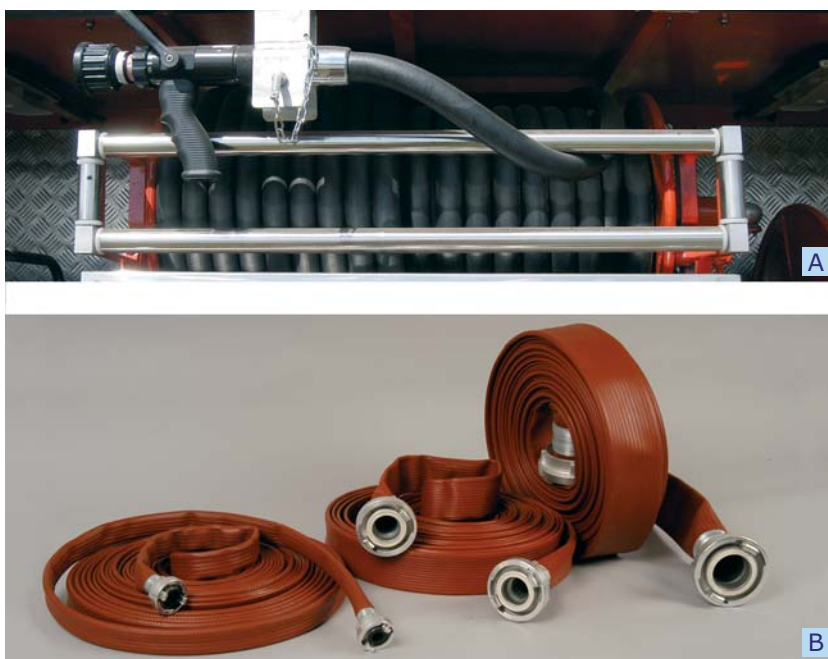


Fig. 19 Exemplos de vários tipos de mangueiras. A – Semi-rígida; B – Flexíveis.

As mangueiras semi-rígidas, cujos diâmetros podem ser de 25 ou 32 mm, apresentam-se montadas em carretéis e estão ligadas permanentemente à instalação hidráulica do veículo, prontas a ser utilizadas.

Assim, a sua utilização é fácil quando a distância ao foco de incêndio é inferior ao comprimento do carretel (normalmente não superior a 60 m) e não existem muitos obstáculos entre o veículo e o ponto de aplicação da água. Apresentam a limitação do caudal disponível ser relativamente baixo, o que só aconselha a sua utilização em focos de incêndio nascentes de pouca intensidade, nomeadamente ao ar livre.

⁽¹⁾ Consultar Volume XIV – Manobras de Mangueiras e Motobombas.

As mangueiras flexíveis encontram-se nos veículos de combate a incêndio, normalmente enroladas lança a lança, aptas a ser transportadas e montadas⁽¹⁾.

Porém, alguns veículos dispõem de vários lanços de mangueira flexível previamente ligados entre si e acamados (não enrolados) de modo a que, mais rapidamente, se possam utilizar⁽²⁾.

A montagem progressiva de mangueiras flexíveis é um método rápido, em especial se existem obstáculos, como sucede no caso do combate a incêndios no interior de um edifício, pois os lanços são montados um após outro à medida das necessidades.

O recurso a mangueiras flexíveis apresenta ainda a vantagem de se poder efectuar desdobramentos ou associações de linhas de mangueira.

Os desdobramentos mais usuais são os seguintes:

- Uma linha de mangueira de 70 mm em duas linhas de 45 mm;
- Uma linha de mangueira de 45 mm em quatro linhas de 25 mm.

Os **disjuntores** (fig. 20) são peças metálicas que permitem o desdobramento de uma linha de mangueira em duas (ou mais) linhas de menor diâmetro.



Fig. 20 Exemplos de disjuntores.

⁽¹⁾ No Volume XIV – Manobras de Mangueiras e Motobombas, descrevem-se as manobras de estabelecimento de linhas de mangueira flexíveis e semi-rígidas.

⁽²⁾ Trata-se de um tipo de transporte de mangueiras flexíveis de inspiração norte-americana, onde é muito popular.

Os disjuntores têm a vantagem de possuírem válvulas que permitem cortar a água numa das linhas de mangueira que dele derivam, sem cortar a água da(s) restante(s). Este sistema é útil, por exemplo, quando numa das linhas que divergem de um disjuntor se pretende associar mais lanços de mangueira, sem interromper a actuação da(s) outra(s).

Os disjuntores utilizam-se, principalmente, nas linhas de mangueira para combate, conforme se ilustra na figura 21.



Fig. 21 Disjuntor de 70 \times 2 x 45.

As associações de linhas de mangueira mais usuais são as seguintes:

- Duas linhas de mangueira de 70 mm para uma linha de 100 mm;
- Quatro linhas de mangueira de 45 mm para uma linha de 100 mm;
- Duas linhas de mangueira de 45 mm para uma linha de 70 mm.

Essas associações são efectuadas recorrendo a **conjuntores** (fig. 22), peças metálicas que permitem a associação de duas (ou mais) linhas de mangueira numa linha com mangueiras de maior diâmetro.

Os conjuntores dispõem de válvulas anti-retorno que permitem a sua utilização com um número de mangueiras a alimentá-lo inferior ao número total de entradas.



Fig. 22 Exemplos de conjutores.

Os conjutores utilizam-se, principalmente, nas linhas de mangueira para abastecimento, conforme se ilustra na figura 23.



Fig. 23 Exemplos de utilização de conjutores.

Um outro acessório utilizado nas linhas de mangueira é a **redução** (fig. 24-A), que permite a passagem de um calibre maior para um menor, pois é uma peça metálica destinada a servir de ligação entre as saídas de marcos de incêndio e de bombas de incêndio ou, mais raramente, para unir mangueiras de calibres diferentes.

Quando se pretende tapar furos ou pequenos rasgões que se produzem nas mangueiras, quando em trabalho, evitando maiores perdas de água, utiliza-se um outro acessório hidráulico designado por **estancador** (fig. 24-B).



Fig. 24 Exemplos de acessórios hidráulicos. A - Redutores; B - Estancadores.

6.4. Perdas de carga

As faces interiores das paredes de uma mangueira (ou de uma conduta), não são perfeitamente lisas, pois apresentam sempre asperezas e rugosidades, que vão provocar atrito ou dificuldades na passagem da água.

Este aspecto está na origem do que se costuma designar por **perdas de carga** que ocorrem quando a água se encontra em movimento na mangueira.

Estas perdas de carga verificam-se ao longo dos troços contínuos das mangueiras (ou das condutas), assim como em todos os acessórios que existam no troço a percorrer pela água (curvas, válvulas, disjuntores, etc.). As primeiras designam-se por perdas de carga contínuas e as segundas por perdas de carga localizadas.

■ Considere-se a instalação hidráulica baseada num depósito elevado que alimenta dois marcos de incêndio, exemplificada na figura 25.

Em repouso (fig. 25-A), a pressão nos dois pontos da conduta, que estão ao mesmo nível, é igual pois não existem perdas de carga em linha. Porém, a pressão na conduta horizontal é superior à da saída do depósito, pois existe um desnível (h) entre esse depósito e a conduta horizontal.

Com a água em movimento (fig. 25-B), a pressão nos dois pontos da conduta, que estão ao mesmo nível, diminui face à situação de repouso pois existem perdas de carga. Pelo mesmo motivo, a pressão num ponto da conduta horizontal mais próximo do depósito é superior à de um ponto dessa conduta mais afastado do depósito.

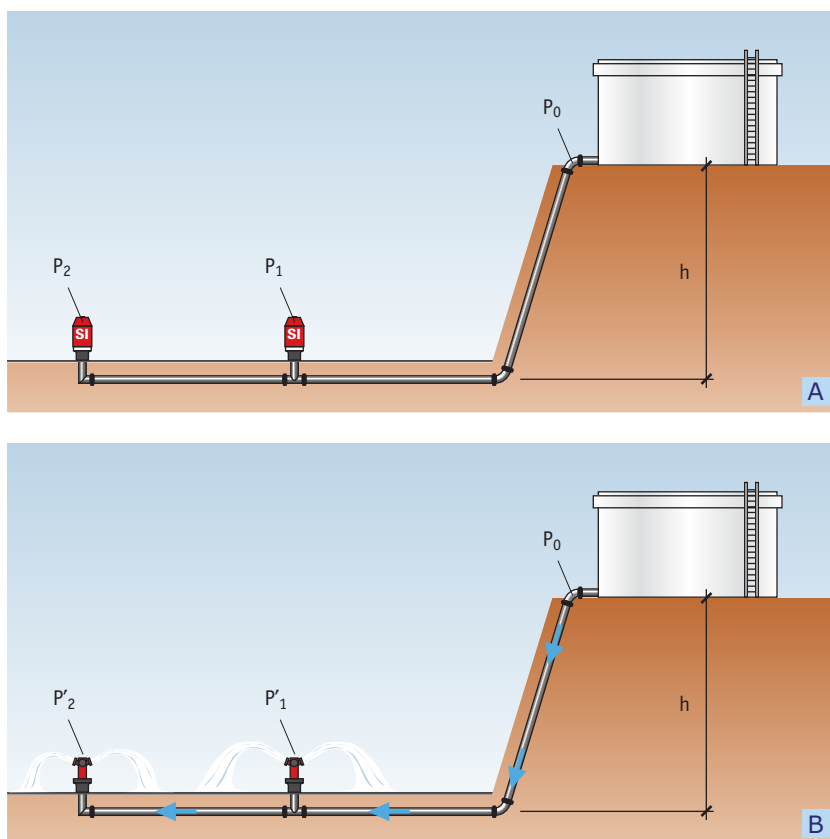


Fig. 25 Verificam-se sempre perdas de carga quando há movimento de água.

A – Em repouso: $P_1 = P_2$; $P_1 > P_0$; B – Em movimento: $P'_1 < P_1$; $P'_1 > P'_2$.

As perdas de carga contínuas dependem das características das paredes interiores das mangueiras (ou das condutas), bem como do seu diâmetro e as perdas de carga localizadas dependem das características dos respectivos equipamentos hidráulicos.

Ambas, porém, aumentam com o caudal, para a mesma instalação de mangueiras (ou de condutas).

Existe ainda outro tipo de perdas de carga. Trata-se da perda de carga relacionada com a energia de posição de dois pontos, a alturas diferentes, numa linha de mangueira ou em condutas (fig. 26). Essas perdas de carga são independentes do caudal, pois têm apenas a ver com o desnível existente e correspondem, por cada elevação de 10 m, aproximadamente a uma diminuição de 1 kg/cm^2 (100 kPa ou 1 atm).

No sentido descendente existe, pelo contrário, um reforço de pressão (aumento de carga) na mesma proporção, isto é, um aumento de 1 kg/cm^2 por cada 10 m de desnível, aproximadamente.

O efeito do desnível adiciona-se ao das perdas de carga, devido ao movimento da água, inicialmente descritas.

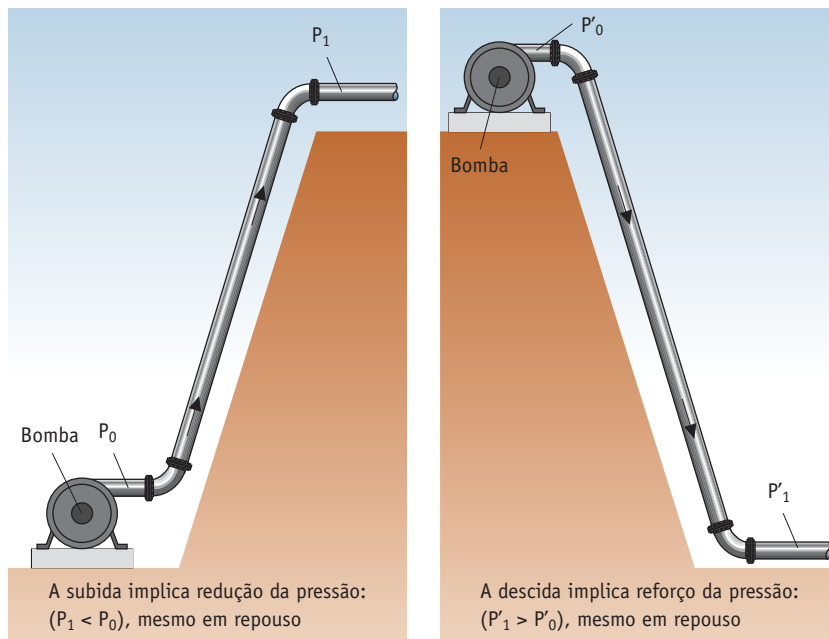


Fig. 26 Efeito do desnível nas pressões.

6.5. A aplicação da água

6.5.1. Formas de aplicação da água

Como se refere no Volume VII – Fenomenologia da Combustão e Extintores, a água é mais frequentemente aplicada no combate a incêndios na forma líquida e sem quaisquer aditivos. Pode ainda ser utilizada na formação de espuma mecânica, nas suas diferentes formas.

Em qualquer dos casos, a aplicação da água implica o recurso a equipamentos específicos, designados por agulhetas.

A água líquida pode ser aplicada⁽¹⁾ sob a forma de jacto ou pulverizada distinguindo-se, neste último caso, as situações de chuva (pressão na agulheta até 25 bar) e de nevoeiro (pressão na agulheta superior a 25 bar).

6.5.2. Agulhetas

As agulhetas são equipamentos, adaptados na extremidade das mangueiras, que servem para formar e dirigir a água, em jacto ou pulverizada. Devem satisfazer as seguintes características: ser eficazes, seguras, leves e fáceis de manejar.

As junções das agulhetas possuem os mesmos calibres normalizados das mangueiras, isto é, 25 mm, 45 mm e 70 mm.

Na figura 27 apresentam-se alguns dos modelos mais vulgares de agulhetas.



Fig. 27 Algumas das agulhetas mais vulgares.

⁽¹⁾ Nos Volumes X e XIII descrevem-se as diferentes táticas de aplicação da água no combate a incêndios.

6.5.3. Reacção da agulheta

A água que sai de uma agulheta desloca-se com uma dada energia, o que provoca um efeito de reacção que tende a impulsionar a agulheta do sentido oposto ao da saída da água.

Essa reacção é maior quando a agulheta é utilizada em jacto compacto, dado que todas as partículas de água se deslocam praticamente no mesmo sentido, exercendo forças que se adicionam e reforçam o efeito da reacção (fig. 28).

A reacção será tanto maior quanto maior for o caudal e a velocidade de saída da água. Portanto, é mais significativa numa agulheta de 70 mm, pois permite maior caudal.

Para a manobra de uma agulheta (de 70, 45 ou 25 mm) são necessários dois bombeiros.

Os bombeiros, ao manobrar uma agulheta, suportam a sua reacção mas podem ser apanhados de surpresa, em especial se o caudal aumentar bruscamente, por se ter fechado outra agulheta abastecida pela mesma bomba, por exemplo.

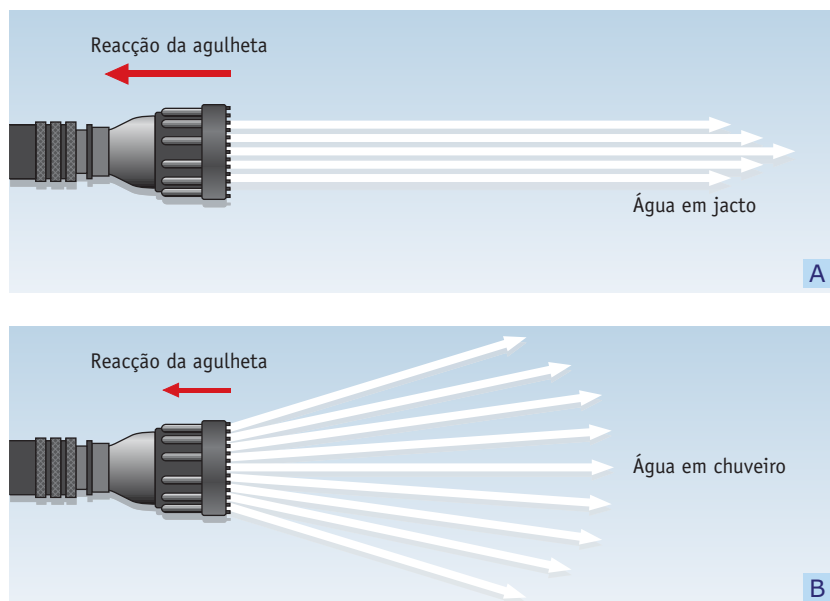


Fig. 28 A reacção da agulheta é maior em jacto (A) do que em chuva (B).

Outra situação em que é necessária atenção particular sucede quando se pretende mudar a direcção para aplicação do jacto noutra local, em especial nas agulhetas de maior calibre. Para além de se dever evitar mudanças bruscas de direcção, é recomendável que, antes desse tipo de movimentação, se passe a agulheta para a posição de pulverização (chuveiro = menor reacção), se mude de direcção e só depois se volte a operar em jacto.

6.5.4. Golpe de aríete

Quando uma dada quantidade de água se desloca, animada de velocidade, numa mangueira (ou numa conduta) e é parada de forma repentina, gera-se uma onda de choque que, bruscamente, provoca alterações de pressão em diversos locais da instalação hidráulica.

Designa-se por **golpe de aríete** (ou choque hidráulico) esse fenómeno que se manifesta em toda a instalação hidráulica, quando o caudal de água é bruscamente interrompido, através de alterações (elevações alternadas com diminuições) bruscas de pressão.

O golpe de aríete (fig. 29) surge, por exemplo, quando numa mangueira por onde, sob pressão, se escoava determinado caudal, se interrompe bruscamente o escoamento ao fechar-se repentinamente a agulheta.

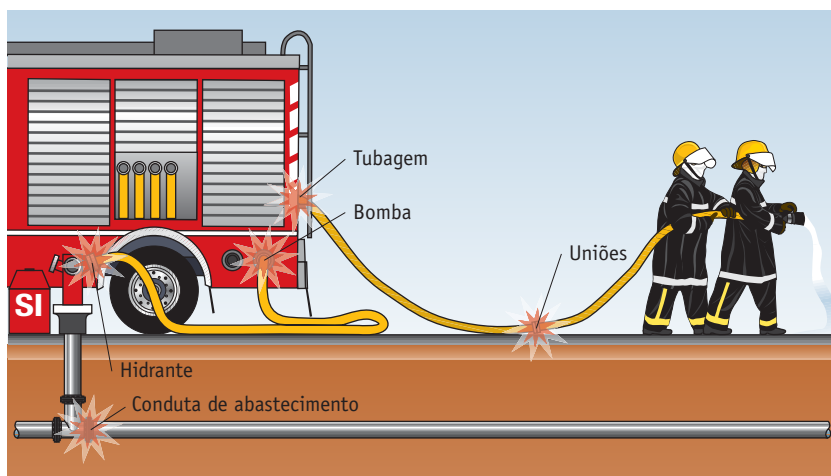


Fig. 29 O golpe de aríete sucede quando se fecha bruscamente uma válvula.

De referir que:

- Existem, nalguns casos (poucos), válvulas de segurança que evitam o golpe de aríete;
- Nas mangueiras, devido à sua elasticidade, o golpe de aríete é, normalmente, mais atenuado do que no caso de condutas rígidas.

Para evitar o golpe de aríete, os bombeiros devem fechar a água, sempre de forma lenta e gradual, nas válvulas dos equipamentos que utilizam (agulhetas, saídas das bombas ou disjuntores). Este procedimento é tanto mais importante quanto maior for o caudal que está a ser utilizado.

7 Instalações hidráulicas para serviço de incêndios

7.1. Generalidades

Como foi referido, a rede pública de abastecimento de água pode apoiar as operações de combate a incêndios dos bombeiros, principalmente através do abastecimento aos seus veículos.

Porém, no caso de edifícios de grande porte, de certos estabelecimentos que recebem público ou de instalações industriais, o abastecimento da rede pública não é suficiente. Com efeito, muitas dessas situações implicam o recurso a instalações hidráulicas privadas para serviço de incêndio para garantir, quer um nível de protecção adequado quer uma primeira intervenção por parte dos ocupantes desses locais ou, ainda, para facilitar a intervenção dos bombeiros.

De entre essas instalações hidráulicas privadas para serviço de incêndio, destacam-se as seguintes:

- Instalações de extinção automática por água (*sprinklers*);
- Redes de incêndio armadas (RIA);

- Colunas secas e húmidas;
- Combinações das instalações anteriores.

7.2. Sistema de extinção automática (*sprinklers*)

O sistema de *sprinklers* destina-se ao combate automático de incêndios e é utilizado, normalmente, em fábricas e armazéns.

Este sistema (fig. 30), usualmente instalado junto ao tecto da zona a proteger, é constituído por uma rede de condutas, mantida em carga na maioria dos casos, às quais estão ligados os equipamentos pulverizadores (*sprinklers*), convenientemente espaçados e distribuídos de modo a proteger toda a área coberta.

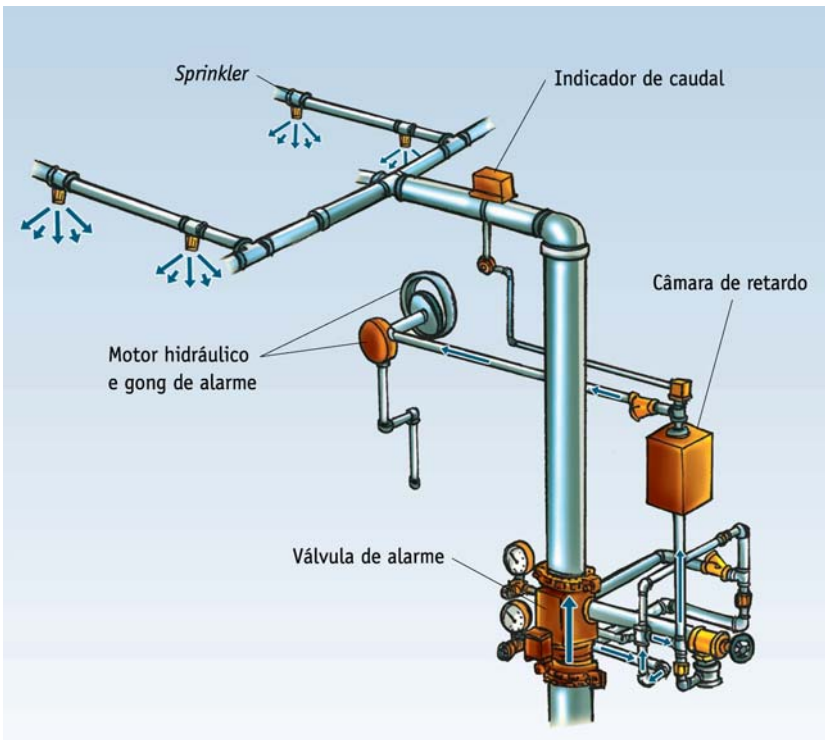


Fig. 30 Esquema de um sistema de *sprinklers*.

O *sprinkler* (fig. 31), propriamente dito, é um dispositivo destinado a espalhar a água na sua zona de influência e cuja saída se encontra obturada por uma ampola contendo gás ou líquido altamente expansível sob a acção do calor. O obturador também pode ser constituído por um elemento fusível.

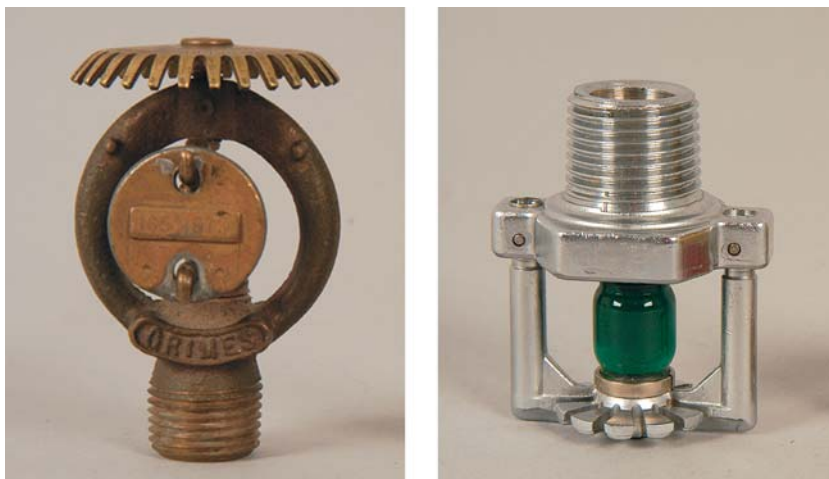


Fig. 31 Exemplos de cabeças de *sprinklers*.

Quando, na área protegida por um *sprinkler*, a temperatura ultrapassa determinado valor pré-estabelecido, o elemento obturador do *sprinkler* destrói-se e a água começa a jorrar nessa área. É também accionado um alarme, pelo que o sistema de *sprinklers* pode também ter a função de detecção de incêndios.

A acção dos *sprinklers* limita-se à zona onde se localiza o foco de incêndio, o que contribui para uma limitação dos eventuais danos causados pela água.

7.3. Rede de incêndios armada

Visando a primeira intervenção por parte dos ocupantes, em certos edifícios são instaladas redes de incêndio privadas, mantidas sempre em carga, que dispõem de bocas de incêndio guarnecidas com mangueiras e agulhetas.

Essa instalação hidráulica fixa para protecção contra incêndios é designada por **rede de incêndios armada** (RIA).

Em certos casos esta rede pode ser abastecida pelos bombeiros, dispondo de saídas não equipadas para a sua utilização, sendo designadas por **coluna húmida**, por oposição à coluna seca referida no ponto seguinte.

A RIA compreende um determinado número de bocas de incêndio normalizadas e armadas, respectivas canalizações e uma fonte de alimentação de água que deve garantir uma pressão de trabalho até cerca de 6 kg/cm^2 , podendo assumir o valor de $2,5 \text{ kg/cm}^2$, na boca de incêndio localizada na posição mais desfavorável.

Uma boca de incêndio armada (fig. 32) pode ter diâmetro de 25 mm, 45 mm ou 70 mm e compreende, normalmente, os seguintes elementos:

- Boca de incêndio normalizada (25 mm, 45 mm ou 70 mm);
- Lanço de mangueira com respectivas junções, instalado de modo a ser prontamente utilizado;
- Uma agulheta ligada ao lanço de mangueira;
- Chave de manobra;
- Carretel para enrolar a mangueira ou suporte para a acomodar.

Estes elementos da boca de incêndio armada estão, normalmente encerrados numa caixa própria.



Fig. 32 Exemplos de bocas de incêndio armada.

7.4. Colunas secas e húmidas

Em edifícios cuja altura seja superior a 20 metros ou com mais de três pisos abaixo do solo é normal instalar uma **coluna seca** por cada caixa de escada.

Essa coluna é constituída por uma canalização com, pelo menos, 70 mm de diâmetro que não está em carga (seca) e possui como saídas, nos diferentes pisos, bocas de incêndio de 45 mm devidamente protegidas, dispondo de válvulas de manobra e tampões (fig. 33).

Esta instalação possui uma tomada de abastecimento (de 70 mm)⁽¹⁾ situada na fachada dos edifícios, ao nível de acesso dos veículos de combate a incêndios dos bombeiros, que permite o acoplamento de mangueiras para a sua alimentação a partir desses veículos.

Esta instalação destina-se, portanto, ao uso exclusivo dos bombeiros, facilitando a sua intervenção no edifício, pois dispensa a manobra morosa de montagem de mangueiras pela caixa de escada para combate a incêndios em pisos elevados.

A utilização da coluna seca abastecida por um veículo de incêndios, processa-se normalmente ligando as mangueiras dos bombeiros na saída da coluna um (ou dois) pisos imediatamente inferiores ao do incêndio, lançando-se a partir daí as operações de combate.

A mesma funcionalidade pode ser obtida por recurso a **coluna húmida**, a qual não pode ter ligação à rede pública, dispondo de abastecimento autónomo.



Fig. 33 Coluna seca.

⁽¹⁾ Na maioria dos casos tem uma união roscada de 70 mm, sendo necessária a utilização de adaptador.

7.5. Abastecimento da RIA e dos *sprinklers*

As instalações hidráulicas privativas para serviço de incêndio mantidas em carga (RIA e sistema de *sprinklers*) devem ser alimentadas a partir de um reservatório de água próprio dotado de bombas para elevação da pressão.

Porém, em certos casos são alimentadas directamente da rede pública de abastecimento de água, o que não oferece garantias de um bom funcionamento do sistema, devido à eventual insuficiência de pressão ou mesmo falha de água.

Conforme já referido, poderão existir entradas de água situadas na fachada do edifício (junções siamesas), ao nível de acesso dos veículos dos bombeiros, destinadas a funcionar como meio suplementar de abastecimento (entrada de coluna húmida).

8 Bombas centrífugas

8.1. Generalidades

Bomba centrífuga é o tipo de bomba usualmente empregue no combate a incêndios.

A sua potência e dimensões relativas variam consoante o caudal e a pressão que se deseja obter, indo desde pequenas motobombas portáteis, passando pelas de média capacidade montadas em veículos e geralmente accionadas pelo seu motor, até às de grandes dimensões instaladas em centrais de bombagem para serviço de incêndio de instalações industriais, armazéns e grandes estabelecimentos que recebem público.

As bombas centrífugas (fig. 34) funcionam impulsionando a água que se encontra no seu interior, conferindo-lhe a pressão suficiente para a movimentar, através de mangueiras (ou de condutas), até aos pontos de utilização.

Para tal, necessitam conter água no seu interior (corpo da bomba) o que, no caso das utilizadas pelos bombeiros (bombas de veículos e motobombas), pode ser conseguido de várias formas:

- Se a bomba se encontra a um nível inferior ao de um depósito de água de um veículo, pode ser abastecida por gravidade a partir desse depósito;
- Se a bomba é alimentada directamente por instalação de mangueiras ligada a um hidrante ou a outra bomba (manobra de trasfega entre bombas), pode ser abastecida por esse processo desde que a água lhe chegue com alguma pressão;
- Se a bomba está poucos metros acima de um plano de água (manancial), pode ser abastecida desde que disponha de um sistema que permita o seu funcionamento em aspiração (sistema de ferra).



Fig. 34 Bombas centrífugas.

8.2. Funcionamento em aspiração

O funcionamento de uma bomba centrífuga em aspiração implica a existência de um processo que provoque a elevação da água até atingir o corpo da bomba, que se designa por **ferrar a bomba**.

Têm que ser instalados **chupadores** (ou absorvos) para se aspirar a água de um manancial (poço, tanque, cisterna, etc.).

Estes chupadores possuem vários lanços, designados por corpos de chupadores, que se ligam entre si, à entrada da bomba e ao ralo (fig. 35).



Fig. 35 Elementos para aspiração. A - Corpos chupadores; B - Ralo; C - Rede/cesto.

Os ralos são os elementos terminais da instalação de chupadores que devem ser mantidos permanentemente abaixo do plano de água a aspirar, mas não em contacto directo com o fundo e servem para impedir a introdução de lama, de lodo e de corpos sólidos nos chupadores, o que poderia avariar as bombas.

O processo de ferrar a bomba consiste em retirar o ar que se encontra no seu corpo e nos chupadores, mediante o recurso a um sistema de ferra, que pode funcionar manual ou automaticamente.

Então, a pressão atmosférica impulsiona a água no sentido ascendente através dos corpos de chupadores de onde foi previamente retirado o ar na fase inicial da aspiração (fig. 36). Quando a água atinge o corpo da bomba, completa-se o processo de ferra.

Por isso, os corpos de chupadores são mangueiras especiais perfeitamente estanques, devendo garantir-se que as uniões efectuadas entre si mantêm, também, essa estanquidade⁽¹⁾.

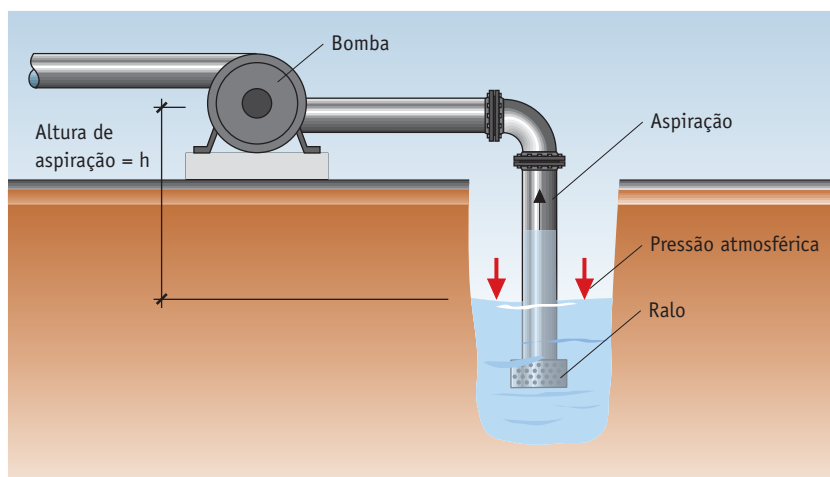


Fig. 36 Processo de ferra de uma bomba.

Uma vez ferrada a bomba, esta passa a impulsionar a água e a cumprir a sua função, funcionando também em compressão.

Define-se **altura de aspiração** como sendo a diferença de nível entre o plano de água e o corpo da bomba.

Como a pressão atmosférica normal corresponde a uma coluna de água com 10,33 m, a altura teórica de aspiração de uma bomba equivale a esses 10,33 m. No entanto, devido a vários factores, o valor máximo da altura real de aspiração varia entre 7 e 8 m.

8.3. Relação entre caudal e pressão numa bomba

Uma bomba em operação movimenta, à sua saída, um determinado caudal de água com uma dada pressão. À medida que aumenta o caudal disponibilizado por uma bomba, baixa a pressão e vice-versa.

⁽¹⁾ A manobra de montagem dos corpos de chupadores está descrita no Volume XIV – Manobras de Mangueiras e Motobombas.

Porém, não existe uma relação de proporcionalidade entre a pressão e o caudal à saída de uma bomba.

Por outro lado, a relação entre o caudal e a pressão à saída de uma bomba depende de vários factores, dos quais se destacam:

- As características da bomba, nomeadamente a sua potência;
- O regime de funcionamento da bomba (maior ou menor aceleração do motor que a movimentar);
- Se a bomba opera ou não em aspiração e, neste último caso, da altura de aspiração e do diâmetro dos chupadores.

9 Redes de águas residuais

9.1. Generalidades

Depois de usada em diversos fins (higiene, rega, indústria, etc.), a água torna-se imprópria, sendo necessário isolá-la para que não prejudique as populações. Surgem assim as redes de águas residuais (esgotos).

Nestas, distinguem-se as redes de águas residuais interiores dos edifícios, chamadas **redes de águas residuais interiores**, e as redes gerais de águas residuais para recolha dos esgotos dos aglomerados populacionais, designadas por **redes de águas residuais exteriores**.

9.2. Redes de águas residuais interiores

As redes interiores mais correntemente instaladas nos edifícios são as de águas residuais domésticas (esgotos) e pluviais.

As primeiras, recolhem o esgoto proveniente dos equipamentos sanitários (sanitas, chuveiros, bidés, bacias de cozinha, máquinas de lavar, etc.),

conduzindo-o às caixas de visita, por meio de tubos de queda. A partir dessas caixas o esgoto é encaminhado para a rede geral exterior, através do ramal de ligação (fig. 37).



Fig. 37 Esquema de rede pública de águas residuais (domésticas e pluviais).

A água das chuvas, recolhida em caleiras e algerozes, segue por tubos de queda para caixas de visita e daí para a rede geral de águas residuais exterior. Em construções mais antigas, são directamente lançadas no arruamento mais próximo.

Em muitas zonas, o esgoto doméstico é lançado em fossas sépticas, quando não existem nas proximidades redes de esgotos camarárias.

Em certas instalações industriais, existem redes de esgotos industriais, que são alvo de tratamento específico.

9.3. Redes de águas residuais exteriores

9.3.1. Caracterização

As redes gerais de águas residuais (exteriores) podem funcionar de três modos:

- Constituindo sistemas separados: um para as redes de esgotos domésticos e outro para os pluviais;
- De forma unitária, em que a rede geral recolhe os esgotos domésticos e os pluviais;
- Em sistema misto, onde há uma conjugação dos dois sistemas anteriores.

Com efeito, o desenvolvimento das cidades no século XIX, levou à ligação de esgotos domésticos às redes de esgotos pluviais (o que, naturalmente, implicou o uso de tubagens de maiores diâmetros). Como resultado, agravaram-se as possibilidades de contaminação da água, tornando-se necessário tratar as águas residuais domésticas.

Criaram-se para isso as estações de tratamento de águas residuais – ETAR (fig. 38).



Fig. 38 Estação de Tratamento de Águas Residuais – ETAR.

De facto, pela quantidade de matérias orgânicas transportadas, os esgotos domésticos constituem focos infecciosos. É assim evidente a necessidade de tratamento, que compreende várias fases, desde a remoção de «sólidos grosseiros» e gorduras, passando pelo retirar de sólidos suspensos decantáveis, até à remoção de matérias orgânicas em solução e suspensão.

Finalmente, as águas são lançadas em meios receptores, normalmente aquáticos (cursos de água, lagos, etc.) e os resíduos (lamas), aplicados na agricultura ou inutilizados (incinerados ou colocados em aterros sanitários).

Os colectores (canalizações de esgoto) estão normalmente implantados no meio dos arruamentos, em troços rectos, a profundidades geralmente superiores a 1,40 m, ligando as câmaras (ou caixas) de visita (fig. 39).

Em situações de maior complexidade são feitas caixas de visita de secção rectangular, em betão armado.

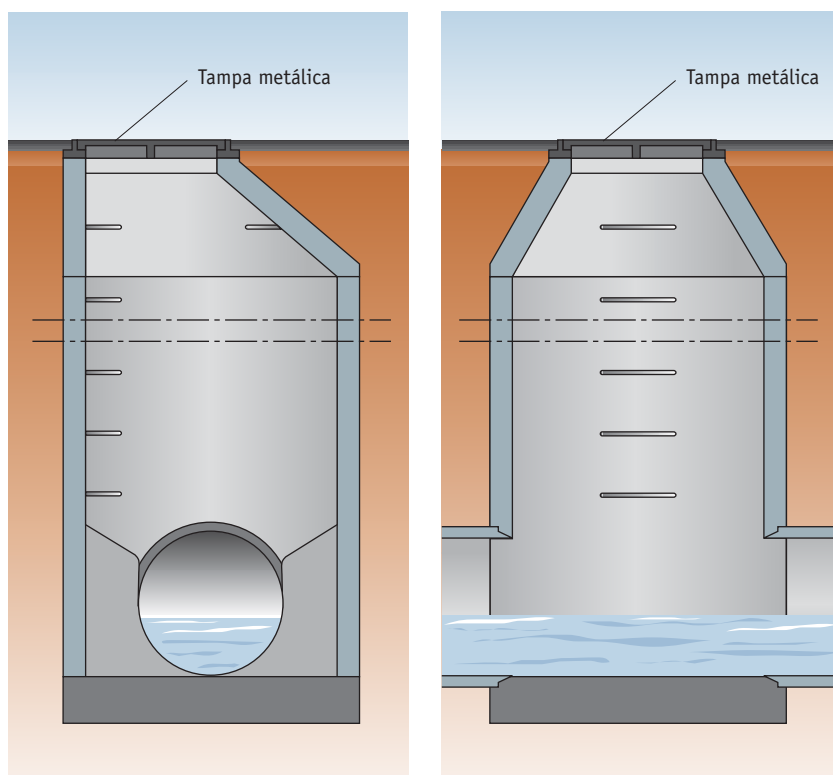


Fig. 39 Exemplo de uma câmara (ou caixa) de visita de esgotos.

9.3.2. Inundações

As redes pluviais compreendem equipamentos com sarjetas e sumidouros (fig. 40), ligados às caixas de visita, que recolhem as águas da chuva.



Fig. 40 Exemplo de sarjetas e sumidouros.

Se forem obstruídos por qualquer motivo, deixam de poder escoar as águas, situação que, naturalmente, provoca o alagamento das áreas circundantes.

Se as águas não se escoarem rapidamente poderá tentar-se o desentupimento das sarjetas ou dos sumidouros mais próximos, destapando-se, depois, uma ou outra caixa de visita, se a operação anterior não resultar plenamente, encaminhando-se as águas para estas. Concluídos os trabalhos, há que voltar a tapar a caixa de visita.

Como se viu anteriormente, as redes de águas residuais do interior das construções estão ligadas às redes públicas e nem sempre os esgotos domésticos (provenientes de casas de banho, cozinhas, etc.), estão separados dos esgotos da água das chuvas.

As inundações (fig. 41) surgem normalmente depois de grandes chuvadas e caracterizam-se por propiciarem o aparecimento de grandes concentrações de água num curto espaço de tempo. Nessas alturas, é frequente registarem-se entupimentos no sistema de recolha da água das chuvas.

Assim, em alturas de chuva intensa, surgem inundações, principalmente ao nível das caves e mesmo ao nível dos pisos térreos, nomeadamente em zonas ribeirinhas, pode ser necessário tapar as ligações aos colectores (de sanitas, ou outros aparelhos), com meios apropriados, como tampões de cortiça ou de madeira, sacos de linhaça, etc..



Fig. 41 Inundações por entupimento.

Em caso de grandes chuvadas, deverá actuar-se com cuidados redobrados, sobretudo quando as redes de esgotos forem unitárias e, portanto, de maior diâmetro.

9.3.3. Segurança

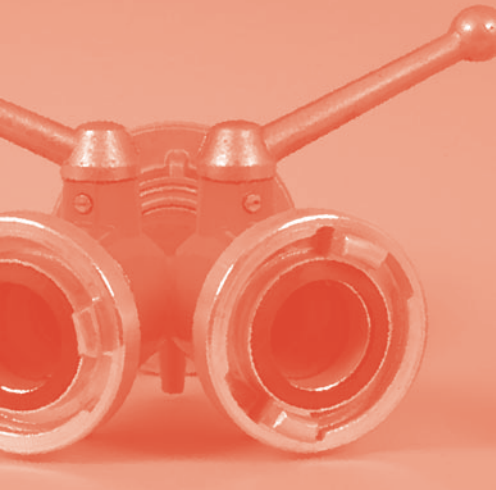
Nas redes de esgoto existem atmosferas tóxicas, sendo frequentes gases como o monóxido de carbono (CO), o metano (CH_4) e o ácido sulfídrico (H_2S), resultantes da decomposição de produtos orgânicos. Além de tóxicos, estes gases são combustíveis e os dois últimos altamente explosivos. Daí a necessidade de utilização de aparelhos de detecção e medida⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Consultar o Volume IX – Matérias Perigosas.

Tornando-se necessária uma intervenção, será aconselhável destapar as caixas de visita em redor do local, removendo as respectivas tampas, de forma a ventilar e iluminar o melhor possível a rede de esgotos, adoptando-se os cuidados normais para estes casos (ambientes tóxicos e explosivos).

Destaca-se a necessidade de:

- Utilizar vestuário e equipamento de protecção individual adequado, incluindo ARICA;
- Só aceder a esses locais em equipas com o mínimo de dois bombeiros;
- Utilizar aparelhos de detecção e medida;
- Ter o cuidado de só utilizar equipamentos eléctricos (lanternas) anti-deflagrantes;
- Não transportar rádios portáteis nem telemóveis para esses locais.



Bibliografia

■ Bibliografia de apoio

ABREU, Luís Eduardo Oliveira (2000) – *Abastecimento de Água nas Operações de Extinção*, Revista Técnica e Formativa ENB, n.º 13, Escola Nacional de Bombeiros, pp. 24-29.

AREAL, Américo (*data*) – Enciclopédia Estudo – I Volume – Curso de física – Sólidos e fluídos, Edições Asa

BLANES, Octávio, (1980) – Manual de instalações contra incêndios, Plátano Editora

CASTRO, Carlos Ferreira de e ABRANTES, José M. Barreira (2005) – *Manual de Segurança contra Incêndio em Edifícios*, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 438 p.

FERREIRA, Vicente e FARINHA, Brazão (1979) – *Tabelas técnicas*, Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Instalações de águas e esgotos em edifícios, Curso de Formação Profissional 508 – Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

INSTITUTO DE SEGUROS DE PORTUGAL – Regra Técnica n.º 3

LEÇA-COELHO, António, (1999) – *Águas e esgotos em urbanizações e instalações prediais*, 2.ª edição, Edições Orion.

Manual do Bombeiro Sapador (1983) – I Volume, Câmara Municipal de Lisboa.

NUNES, Luís B. (2002) – *A Água – um recurso precioso*, Revista Técnica e Formativa ENB, n.º 23, Escola Nacional de Bombeiros, pp. 36-40.

■ Bibliografia referenciada

ALVES, Armindo Branco Oliveira (2004) – «Manobras de Mangueiras e Moto-bombas», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. XIV, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 86 p.

CASTRO, Carlos Ferreira de e ABRANTES, José M. Barreira (2005) – «Combate a Incêndios Urbanos e Industriais», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. X, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2.ª ed., 86 p.

CASTRO, Carlos Ferreira de; SERRA, Gouveia; PAROLA, José; REIS, José; LOURENÇO, Luciano e CORREIA, Sérgio (2003) – «Combate a Incêndios Florestais», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. XIII, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2.ª ed., 93 p.

GUERRA, António Matos; COELHO, José Augusto e LEITÃO, Ruben Elvas (2003) – «Fenomenologia da combustão e extintores», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. VII, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 104 p.

SANTOS, Cristiano da Costa e NEVES, Heliodoro da Silva (2005) – «Matérias Perigosas», *Manual de Formação Inicial do Bombeiro*, Vol. IX, Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 99 p.

DECRETO REGULAMENTAR n.º 23/95, de 23 de Agosto – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

Glossário

- Absorvo** – Ver «Chupador»
- Agulheta** – Equipamento para adaptar na extremidade de uma mangueira, destinado a formar e dirigir a aplicação de água ou de outro agente extintor
- Altura de aspiração** – Distância, medida na vertical, entre o corpo de uma bomba e o nível da superfície livre da água a aspirar
- Aspiração** – Elevação de água impulsionada pela pressão atmosférica através de conduta de onde se retira o ar
- Betão** – Argamassa feita com a mistura de cimento (pó), areia, brita e água, nas porções adequadas
- Betão armado** – Betão onde se colocaram varões de aço de construção, dispostos de forma adequada
- Boca de incêndio** – Hidrante, normalmente com uma única saída, podendo ser ou não armado
- Boca de incêndio armada** – Hidrante que dispõe de uma mangueira munida de agulheta, com suporte adequado e válvula interruptora para a alimentação de água, inserido numa instalação hidráulica para serviço de incêndios privativa de um edifício ou de um estabelecimento
- Boca de rega** – Equipamento ligado ao sistema público de abastecimento de água, não dedicado aos bombeiros, mas que pode ser utilizado para reabastecer os seus veículos de combate a incêndios

- Bomba** – Equipamento destinado a impulsionar água através de canalizações ou linhas de mangueira. Em regra, pode ser igualmente utilizado para aspirar água
- Bombagem** – Operação efectuada por uma bomba
- Caixa de visita** – Caixa destinada a permitir a inspecção e desentupimento de colectores de águas residuais (esgotos)
- Canalização geral** – Conjunto de equipamentos hidráulicos incluídos na rede pública de distribuição de água
- Captação** – Operação (ou local) de recolha de água para abastecimento público
- Carretel** – Equipamento fixo, num veículo ou num edifício, com mangueiras enroladas para combate a incêndios
- Caudal** – Volume que passa, por unidade de tempo, numa determinada secção da corrente de um fluído (líquido ou gás). Exprime-se em l/min ou m³/h
- Chupador** – Mangueira especial, destinada a aspiração de água, instalada entre a entrada de uma bomba e o ralo, normalmente constituído por vários troços (corpos de chupador)
- Chuveiro** – Aplicação de água sob a forma pulverizada, para combate a incêndios, com pressão inferior a 25 bar
- Colector** – Tubagem onde os líquidos não circulam sob pressão, deslocando-se pela acção da gravidade
- Coluna húmida** – Tubagem fixa e rígida montada num edifício, permanentemente em carga, ligada a uma rede de água, exclusivamente destinada ao combate a incêndios
- Coluna seca** – Tubagem fixa e rígida montada, com carácter permanente, num edifício e destinada a ser ligada ao sistema de alimentação de água a fornecer pelos bombeiros e posta em carga no momento da utilização
- Conduta** – Tubo rígido destinado a transportar água, outro líquido ou um gás, numa instalação fixa. Normalmente o transporte é efectuado sob pressão
- Conjuntor** – Equipamento hidráulico usado pelos bombeiros para associar duas ou mais linhas de mangueira numa de maior diâmetro

- Corpo de chupador** – Mangueira especial, em que se pode dividir um chupador (ou absorvo), com rapidez e estanquidade suficientes para aspiração de água, dotada das respectivas junções
- Débito** – Ver «Caudal»
- Densidade** – Quociente entre a massa de uma determinada quantidade de substância e o volume que ela ocupa
- Disjuntor** – Equipamento hidráulico utilizado pelos bombeiros para desdobrar uma linha de mangueira em duas ou mais linhas de mangueira de menor diâmetro
- Estação de tratamento** – Conjunto de equipamentos integrado no sistema público de abastecimento de água, destinado a garantir a sua qualidade para o consumo público
- Estação elevatória** – Conjunto de equipamentos destinado a garantir as operações de bombagem necessárias ao sistema público de abastecimento de água
- Estancador** – Equipamento hidráulico utilizado pelos bombeiros para tapar furos ou rasgões em mangueiras, durante a operação de combate a incêndios
- Ferra** – Processo inicial da operação de aspiração, destinado a garantir que a água, que se encontra a um nível inferior à bomba, chegue ao seu corpo
- Golpe de aríete** – Alterações de pressão numa conduta ou linhas de mangueira provocadas pela interrupção brusca da passagem de água
- Hidrante** – Equipamento permanentemente ligado a uma tubagem de distribuição de água à pressão, dispondo de órgãos de comando e uma ou mais saídas, destinado à extinção de incêndios ou ao reabastecimento de veículos de combate a incêndios
- Jacto** – Aplicação de água de forma compacta para combate a incêndios
- Junção siamesa** – Conjunto de duas ou mais entradas de água na fachada de certos edifícios ou de instalações industriais, destinado ao abastecimento da sua rede privativa para serviço de incêndios

- Manancial** – Local acessível aos veículos dos bombeiros onde há disponibilidade de água para o seu abastecimento, mediante operação de bombagem em aspiração
- Mangueira** – Equipamento, flexível ou semi-rígido, destinado a conduzir, no seu interior, água ou outro agente extintor
- Manobra de trasfega entre bombas** – Manobra de abastecimento para combate a incêndios que consiste na interligação de bombas (ou motobombas) em série através de linhas de mangueira com comprimentos normalmente superiores a 50 m
- Manómetro** – Aparelho para medir a pressão
- Marco de água** – Hidrante, normalmente instalado na rede pública de abastecimento de água dispondo de várias saídas e destinado a reabastecer os veículos de combate a incêndios
- Marco de incêndio** – Ver «Marco de água»
- Motobomba** – Conjunto da bomba e respectivo motor que opera de forma autónoma relativamente aos veículos de bombeiros
- Perda de carga** – Redução de pressão numa mangueira ou conduta, motivada pelo atrito nas suas paredes, obstáculos à sua passagem ou diferença de nível
- Ponto de água** – Ver «Manancial»
- Pressão** – Grandeza física que corresponde à força que se exerce em cada unidade de superfície
- Pressão atmosférica** – Pressão que a atmosfera exerce sobre a superfície terrestre
- Ralo** – Equipamento hidráulico com que terminam os chupadores destinado a evitar que a lama, lodo e corpos sólidos sejam aspirados e danifiquem a bomba
- Ramal de esgoto** – Derivação que encaminha o esgoto de um edifício para o colector camarário
- Ramal de ligação** – Derivação para abastecimento de água a edifícios e equipamentos isolados a partir das canalizações gerais da rede pública de distribuição de água

- Ramificação domiciliária** – Derivação para abastecimento de água a cada consumidor no interior de um edifício, onde se liga o respectivo contador
- Reacção da agulheta** – Força que tende a impulsionar a agulheta do sentido oposto ao da saída da água
- Rede de distribuição** – Conjunto de condutas e outros equipamentos hidráulicos destinado ao fornecimento público de água
- Rede de incêndio armada** – Rede privativa de serviço de incêndios de um edifício ou instalação industrial que contém bocas de incêndio armadas
- Redução** – Equipamento hidráulico utilizado pelos bombeiros para ligar uma mangueira a outra de menor diâmetro
- Sistema de ferra** – Sistema componente de uma bomba (ou motobomba) destinado à operação de ferrar
- Sprinkler* – Dispositivo sensível ao calor, concebido para reagir a uma temperatura pré-determinada, libertando automaticamente um fluxo de água repartido uniformemente ao nível do solo, com forma, quantidade e área a irrigar devidamente especificadas. Este dispositivo é incluído em instalações automáticas destinadas à extinção de incêndios
- Tomada de água** – Equipamento, acessível aos veículos dos bombeiros, onde há disponibilidade de água para o seu abastecimento. São os hidrantes e as bocas de rega
- Torneira de passagem** – Válvula destinada a cortar o abastecimento público de água à totalidade de um edifício. Normalmente está incorporada numa boca de incêndio
- Torneira de segurança** – Válvula, existente na rede privada de um consumidor, destinada a cortar o abastecimento de água a esse consumidor
- Torneira de suspensão** – Válvula, existente na via pública, destinada a cortar o abastecimento de água a um ramal de ligação
- Torneira de zona** – Válvula, existente na via pública, destinada ao seccionamento de troços das canalizações gerais da rede pública de abastecimento de água

- Torneira domiciliária** – Válvula, existente no interior de um edifício (ramificação domiciliária), para corte do abastecimento de água a um dado consumidor
- Tronco principal** – Canalização comum, no interior de um edifício, de onde derivam as ramificações domiciliárias
- Tubo de queda** – Canalização de esgoto entre os equipamentos sanitários de um edifício e a caixa de visita da rede pública
- Vaivém de veículos tanque** – Manobra de abastecimento de água durante as operações de combate a incêndios que recorre à movimentação de veículos tanque entre os pontos de abastecimento e o teatro de operações
- Válvula anti-retorno** – Equipamento hidráulico destinado a evitar que a água se movimente no sentido oposto ao da sua utilização

Índice remissivo

A

Agulheta.....	35-37, 40, 57
Altura de aspiração	46, 47, 57
Aspiração	44-47, 57

B

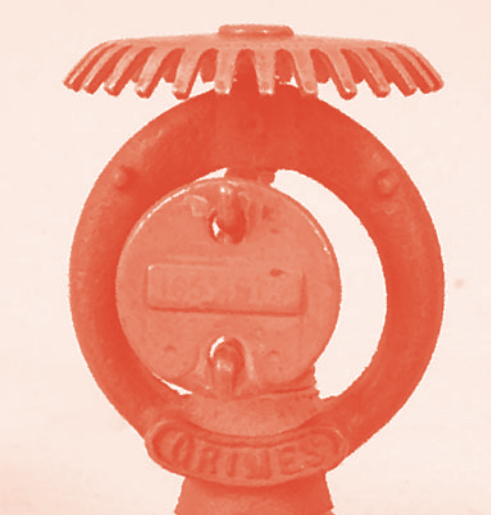
Betão armado	50, 57
Boca de incêndio.....	19, 21, 41, 57
Boca de incêndio armada.....	41, 57
Boca de rega.....	22, 23, 25, 57
Bomba	27, 32, 36, 43-47, 58
Bombagem.....	16, 17, 24, 25, 43, 58

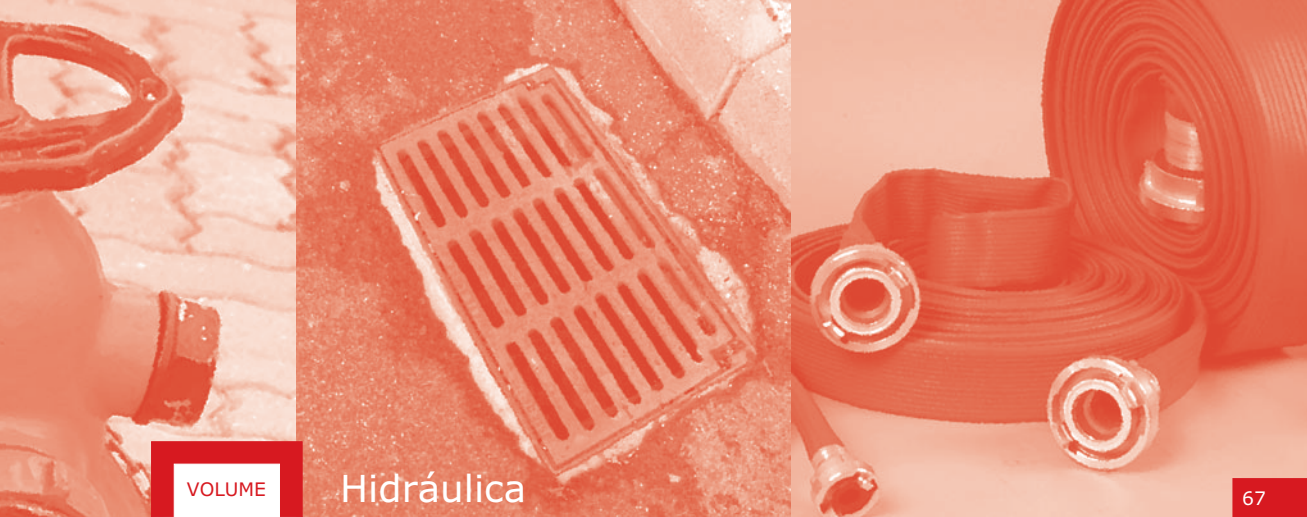
C

Caixa de visita	51, 58
Canalização geral.....	19, 21, 23, 58
Captação	16, 17, 58
Carretel	28, 41, 58
Caudal	14, 15, 17, 21, 23, 28, 34, 36-38, 43, 46, 47, 58
Chupador	44, 45, 47, 58
Chuveiro.....	35-37, 47, 58
Colector	50, 52, 58
Coluna húmida.....	41-43, 58
Coluna seca.....	41, 42, 58

Conduta.....	9, 14-19, 32-34, 37-39, 43, 58
Conjuntor.....	30, 31, 58
D	
Débito.....	14, 59
Densidade.....	12, 13, 59
Disjuntor.....	29, 30, 32, 38, 59
E	
Estação de tratamento.....	49, 59
Estações elevatórias.....	17, 59
Estancador.....	32, 59
F	
Ferra.....	44, 45, 59
G	
Golpe de aríete.....	37, 38, 59
H	
Hidrante.....	20, 21, 24, 25, 44, 59
J	
Jacto.....	35-37, 59
Junção siamesa.....	43, 59
M	
Manancial.....	25, 44, 60
Mangueira.....	15, 21, 24, 27-32, 34-38, 41-44, 46, 60
Manobra de trasfega entre bombas.....	26, 27, 44, 60
Manómetro.....	14, 60
Marco de água.....	20, 60
Marco de incêndio.....	20-22, 32, 33, 60
Motobomba.....	27, 43, 44, 60
P	
Perda de carga.....	34, 60
Ponto de água.....	17, 24, 60
Pressão.....	9-14, 20, 25, 28, 33-37, 41, 43-47, 60
Pressão atmosférica.....	13, 14, 45, 46, 60
R	
Ralo.....	45, 60
Ramal de esgoto.....	48, 49, 52, 60

Ramal de ligação.....	18, 19, 21, 48, 60
Ramificação domiciliária	19, 20, 61
Reacção da agulheta	36, 61
Rede de distribuição.....	16-18, 20, 61
Rede de incêndio armada	38, 61
Redução	32, 61
S	
Sistema de ferra	44, 45, 61
<i>Sprinkler</i>	38-40, 43, 61
T	
Tomada de água	25, 61
Torneira de passagem	19, 21, 61
Torneira de segurança.....	20, 61
Torneira de suspensão.....	19, 61
Torneira de zona.....	17, 61
Torneira domiciliária	20, 62
Tronco principal.....	19, 62
Tubo de queda.....	48, 62
V	
Vaivém de veículos tanque.....	26, 62
Válvula anti-retorno	30, 62





VOLUME

III

Hidráulica

67

Índice geral

Prefácio	3
Sumário	5
Siglas	7
1 Introdução	9
2 Propriedades da água.....	10
3 Noção de pressão	11
4 Noção de caudal	14
5 Abastecimento público de água.....	16
5.1. Descrição do sistema de abastecimento	16
5.2. Distribuição de água aos edifícios	19
5.3. Distribuição de água para serviço de incêndio	20
6 Abastecimento de água no combate a incêndios	24
6.1. Generalidades	24

6.2.	Abastecimento e bombagem	24
6.3.	Transporte de água	27
6.4.	Perdas de carga	32
6.5.	A aplicação da água	35
6.5.1.	Formas de aplicação da água	35
6.5.2.	Agulhetas	35
6.5.3.	Reacção da agulheta	36
6.5.4.	Golpe de aríete	37
7	Instalações hidráulicas para serviço de incêndios	38
7.1.	Generalidades	38
7.2.	Sistema de extinção automática (<i>sprinklers</i>)	39
7.3.	Rede de incêndios armada	40
7.4.	Coluna seca	42
7.5.	Abastecimento da RIA e dos <i>sprinklers</i>	43
8	Bombas centrífugas	43
8.1.	Generalidades	43
8.2.	Funcionamento em aspiração	44
8.3.	Relação entre caudal e pressão numa bomba	46
9	Redes de águas residuais	47
9.1.	Generalidades	47
9.2.	Redes de águas residuais interiores	47
9.3.	Redes de águas residuais exteriores	49
9.3.1.	Caracterização	49
9.3.2.	Cheias	51
9.3.3.	Segurança	52
	Bibliografia	55
	Glossário	57
	Índice remissivo	63