

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E
CONSTRUÇÃO CIVIL

NOTAS DE AULAS
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Profa. Tereza Denyse P. de Araújo

Setembro 2003

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

1. INTRODUÇÃO
2. INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA
3. INSTALAÇÃO DE ÁGUA QUENTE
4. INSTALAÇÃO DE GÁS
5. INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS
6. MATERIAIS
7. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. INTRODUÇÃO

Instalações hidráulicas dizem respeito às instalações de dutos condutores de fluidos. O tipo de instalação varia dependendo do fluido e de sua finalidade. Os casos mais comuns, erroneamente considerados como sendo os únicos tipos de instalações hidráulicas, são: o abastecimento de água (fria e quente) e o sistema de esgoto (Figura 1). Contudo, a variedade é muito maior, existem ainda o sistema de prevenção de incêndio, o recolhimento de águas pluviais e a distribuição de gás. Contudo, nem sempre foi tão fácil contar com o tipo de estrutura como ela é hoje conhecida, ou seja, o sistema hidráulico possuía, em muitos lugares, um sentido diferente.

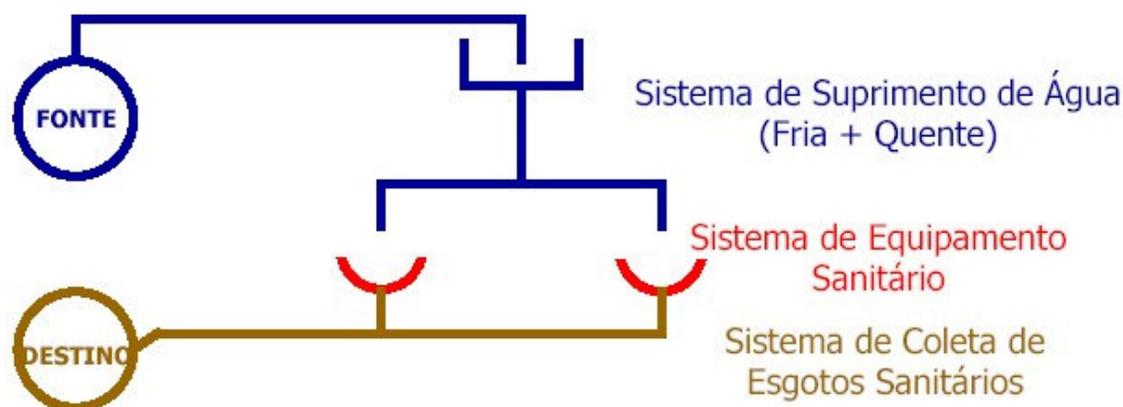


Figura 1. Sistema de predial de água e sanitário.

O sistema de águas pluviais foi visto nas notas de aula referente ao mesmo, enquanto o sistema de esgoto será visto nas notas de aula referente às instalações sanitárias. Contudo, o projeto das instalações hidráulicas e sanitárias se constitui, na prática, um mesmo projeto, o qual deverá ser feito por profissional habilitado, na forma da lei, e deverá obedecer às normas da ABNT e as disposições legais do estado e dos municípios.

O projeto é constituído de folhas de desenho, memorial descritivo e justificado, memorial quantitativo, memória de cálculo e legenda., não esquecendo que as folhas de desenho devem conter o nome da firma ou profissional responsável (nome, assinatura, CREA, escalas e ART).

Estas instalações devem ser projetadas de tal forma que possam, no futuro, efetuar facilmente reparos que se façam necessários. As tubulações não poderão ser embutidas em pilares, colunas, vigas, sapatas, ou qualquer outro elemento estrutural.

2. INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA

Este tipo de instalação tem como objetivo o abastecimento de água potável, tal como encontrada, para uso na alimentação e na higiene das pessoas. É regida pela NBR-5626/82 – Instalações Prediais de Água Fria e compreende os encanamentos, hidrômetros, conexões, válvulas, equipamentos, reservatórios, aparelhos e peças de utilização que permitem o suprimento, medição, o armazenamento, o comando, o controle e a distribuição de água aos pontos de utilização, que são: torneiras, chuveiros, bidês, vasos sanitários, pias, etc.

O sistema de suprimento de água é, simplificada, formado por um sistema de abastecimento e um sistema de distribuição.

2.1. Sistema de Abastecimento

Este abastecimento pode ser feito por distribuidor público ou fonte particular (nascentes, poços, etc.), garantindo sempre as solicitações de consumo e a permanente potabilidade da água.

A tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento e a instalação predial (aparelho medidor) é chamada de **ramal predial** (Figura 2), sendo que a ligação da instalação é executada pela concessionária local.

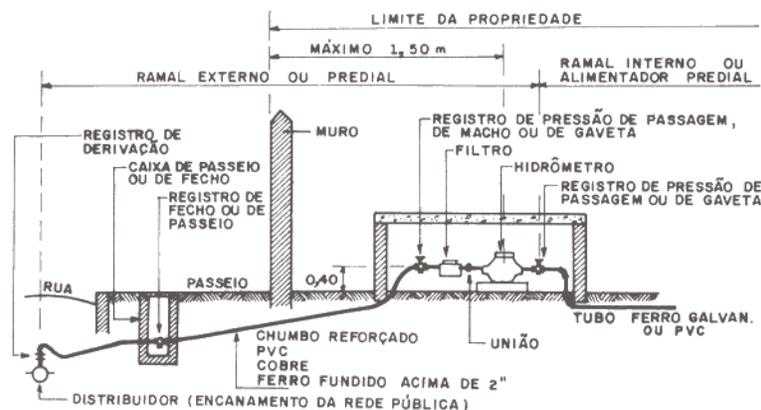


Figura 2. Ramal predial.

2.2. Sistema de Distribuição

Este sistema é formado pelo conjunto de tubulações que conduzem a água até os pontos de consumo terminais, podendo ser considerados três casos:

- **Sistema direto de distribuição (SD - Figura 3)** – a alimentação da rede interna de distribuição do prédio é feita por ligação com o distribuidor público, sem qualquer reservatório. Isso supõe uma continuidade do abastecimento da rede pública, abundância de água e pressão suficiente. Pode-se então dizer que a rede interna é uma extensão da rede pública e ascendente.

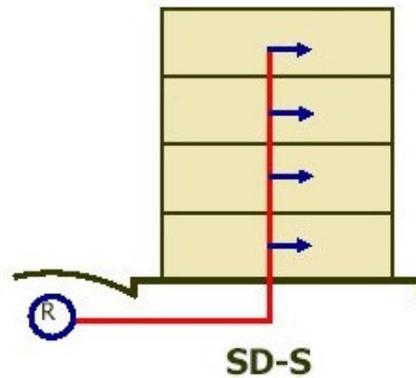


Figura 3. Sistema direto de distribuição.

- **Sistema indireto de distribuição (SI - Figura 4)** – a rede interna adota reservatórios para fazer frente à intermitência ou irregularidade no abastecimento de água e às variações de pressões na rede pública. Este sistema pode ser sem bombeamento ou com bombeamento. No primeiro, a pressão da rede pública é suficiente para abastecer um reservatório colocado na parte mais alta de um prédio de três pavimentos (RS) e a alimentação é descendente; no segundo, além da pressão ser insuficiente para abastecer um reservatório elevado, ocorre descontinuidade do abastecimento, forçando o emprego de dois reservatórios, um inferior (RI) e outro superior. A água é então bombeada do reservatório inferior para o reservatório elevado de onde a distribuição é descendente, ou seja, por gravidade (G).

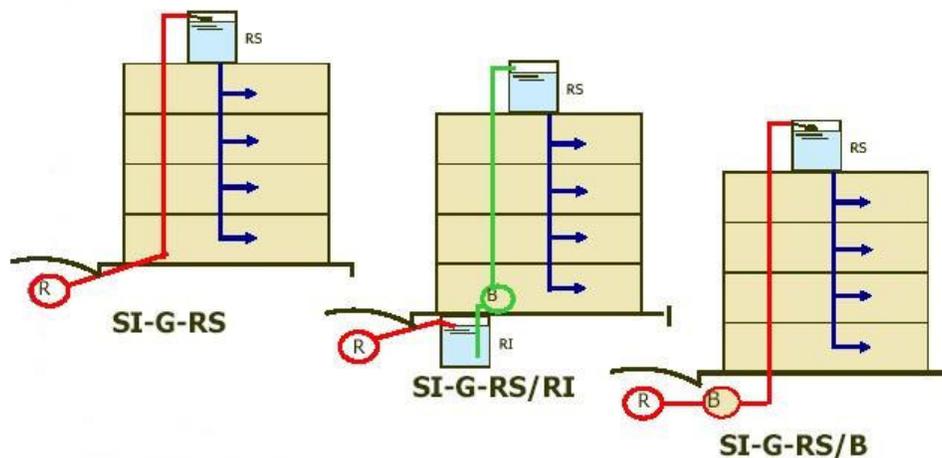


Figura 4. Sistema indireto por gravidade.

- **Sistema de distribuição hidropneumático (Figura 5)** – este tipo de sistema dispensa o reservatório superior. Um reservatório metálico é utilizado, onde a água é mantida pressurizada (TP) e alimentará diretamente os aparelhos de consumo. Sua instalação é cara, sendo recomendada somente em casos especiais.

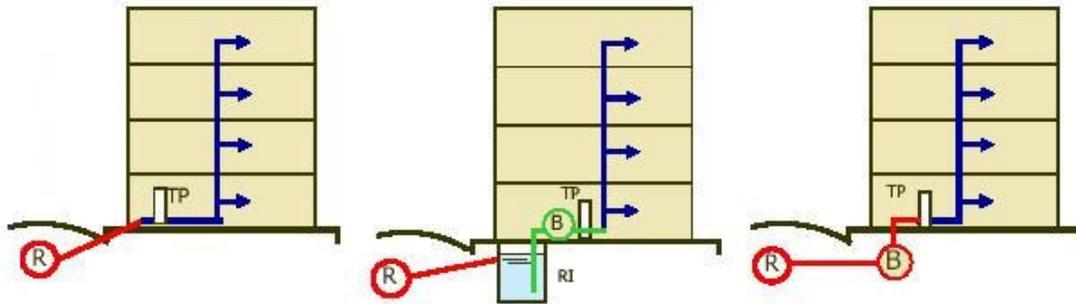


Figura 5. Sistema de distribuição hidropneumático.

2.3. Elementos do Sistema Predial de Água Fria

O sistema predial (Figura 6) é formado pelos seguintes elementos:

- **Subsistema de alimentação:** ramal predial, cavalete/hidrômetro e alimentador predial;
- **Subsistema de reservação:** reservatório inferior, estação elevatória e reservatório superior;
- **Subsistema de distribuição interna:** barrilete, coluna, ramal e sub-ramal.

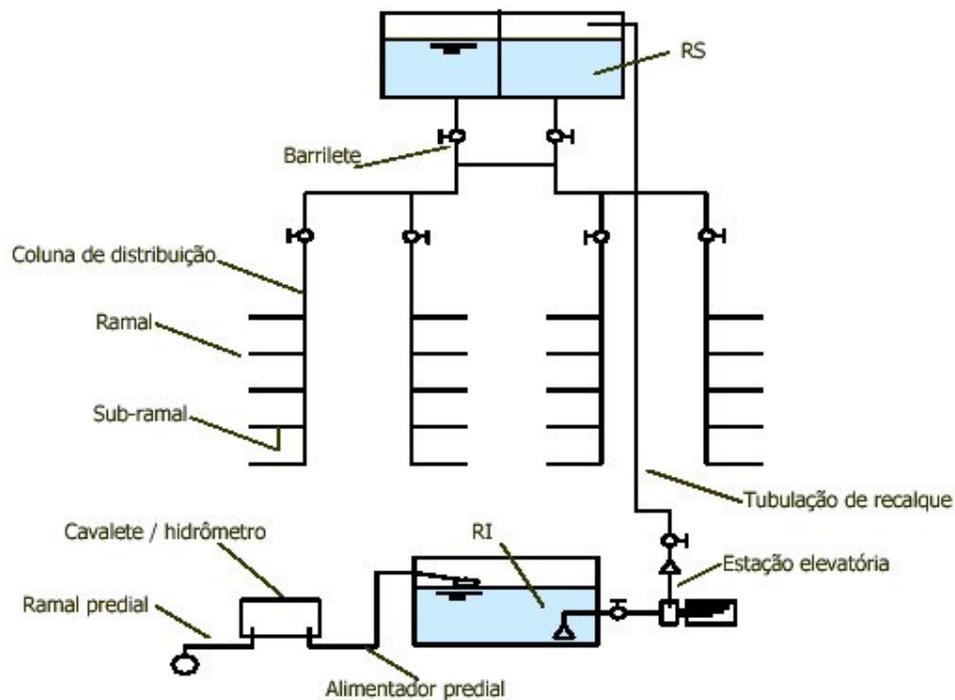


Figura 6. Elementos de um sistema predial.

2.3.1. Hidrômetro e Cavalete

Hidrômetro é o aparelho que mede o consumo de água, devendo ser instalado em local adequado. O aparelho é fornecido, instalado e conservado pelo serviço de águas do município. Contudo, o usuário deve preparar a instalação para recebê-lo, que consiste no cavalete e no

abrigo. O primeiro é construído com tubo de ferro galvanizado e o segundo em alvenaria (Figura 7), completamente revestida.

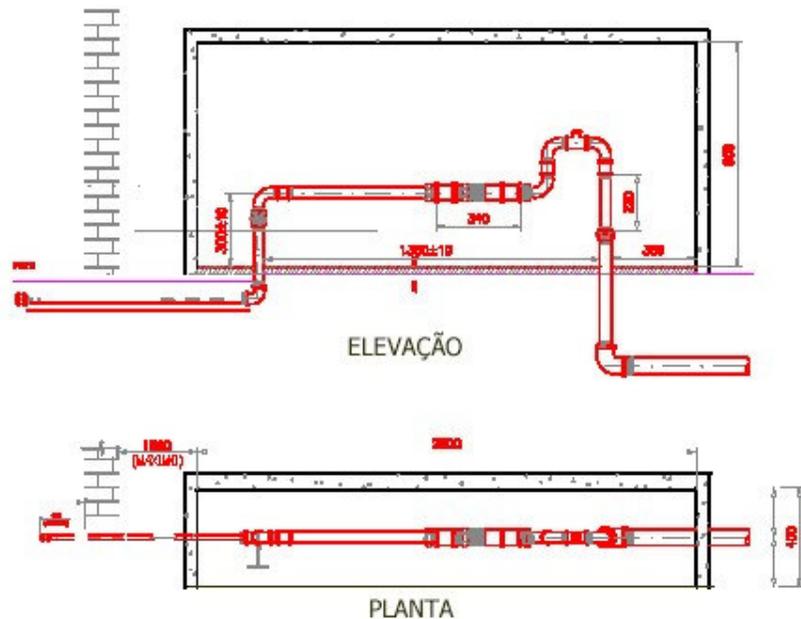


Figura 7. Cavalete e hidrômetro.

2.3.2. Reservatórios

Os reservatórios podem ser inferiores (Figura 8) ou superiores (Figura 9). A NBR-5626/82 estabelece que o volume total a ser armazenado nestes reservatórios não pode ser inferior ao consumo diário, recomendando que não ultrapasse a três vezes o mesmo. Em geral, costuma-se adotar:

- Volume igual ao consumo diário, acrescido de 20 % como reserva de água para combate a incêndio, para reservatório superior;
- Volume uma vez e meia ou até duas vezes a previsão de consumo diário, para reservatório inferior;
- **Reservatórios inferiores** - os seguintes cuidados devem ser observados:
 - Não é permitido enterrar este tipo de reservatório, sendo que a altura máxima de terra junto às paredes do reservatório não deve ser superior à cota da laje do fundo.
 - O afastamento mínimo é de 60 cm para permitir a inspeção.
 - Devem ser no mínimo dois e estanques (separados e independentes), com paredes lisas, tampa removível e cantos abaulados.
 - Devem ser dotados de extravasores (ladrão), os quais devem obedecer as seguintes condições: diâmetro maior do que a entrada; 20 cm no mínimo acima do nível máximo; ter descarga livre e visível a 15 cm no mínimo de qualquer receptáculo; ter canalização de limpeza (saída lateral); ter fundo inclinado para a tubulação de limpeza; capacidade maior do que 60 % do total; localizado em posição de fácil acesso;

recalque econômico; existência de áreas destinadas ao conjunto motor-bomba; facilidade de constatação de fugas e vazamentos.

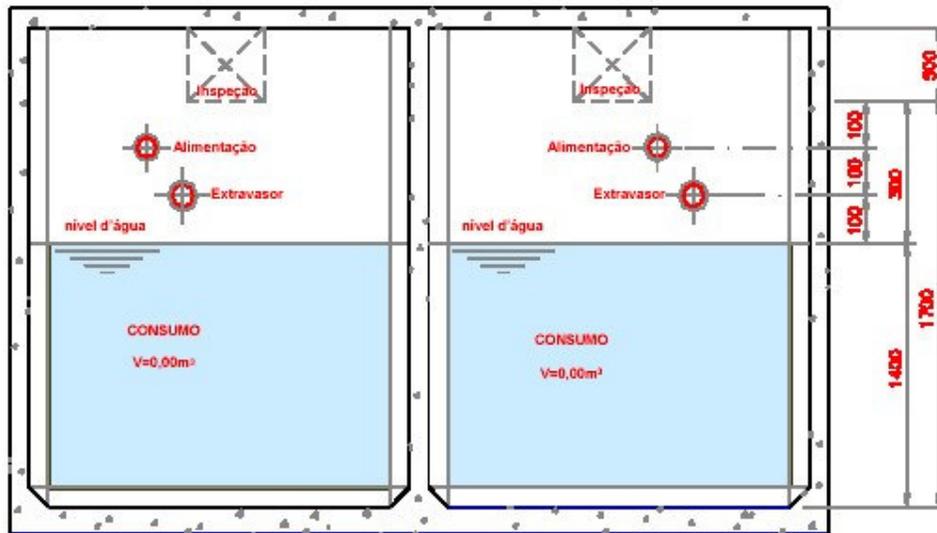


Figura 8. Reservatório inferior.

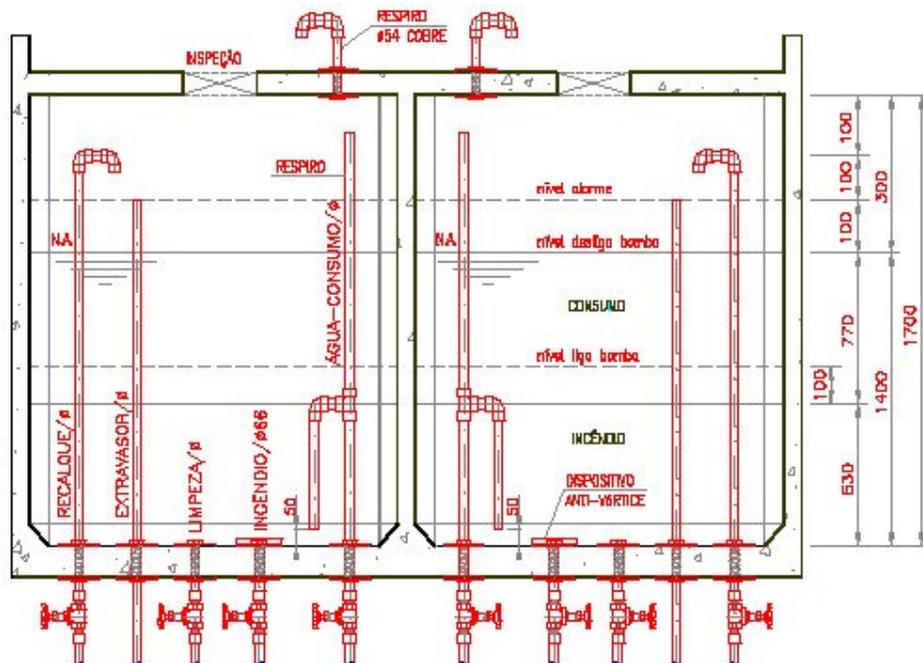


Figura 9. Reservatório superior.

- **Reservatórios superiores** - os seguintes cuidados devem ser observados:
 - Podem ser de fibrocimento ou de concreto-armado.
 - Materiais empregados na impermeabilização não devem transmitir à água substâncias que possam poluí-la.
 - A tampa de cobertura deve ser impermeabilizada e dotada de cimento para as bordas.

- Reservatórios de fabricação normalizada devem ser providos obrigatoriamente de tampa que impeça a entrada de animais e corpos estranhos, preservando os padrões de higiene e segurança ditados pelas normas.
- Se houver mais de um reservatório, a alimentação será independente; mesmo que a interligação seja feita por barrilete, deverá cada entrada ter uma torneira de bóia e registro de gaveta.

2.3.3. Instalação Elevatória

É o conjunto de tubulações, equipamentos e dispositivos destinados a elevar a água para o reservatório de distribuição. Neste caso, o reservatório inferior deve ter uma área conveniente para serem alojados dois conjuntos de bomba-motor (Figura 10), não devendo estar em área de circulação do prédio. Por outro lado, o comando e a manutenção devem ser o mais simples possível.

As canalizações são ligadas ao conjunto motor-bomba para recalcar a água, mantendo um comando imediato. Cada conjunto deve ser independente, para funcionar separadamente, contudo, a canalização de recalque para o reservatório superior deve ser única, a fim de minimizar a possibilidade de vazamentos. Nestas canalizações devem ser usados canos de ferro galvanizado pesado, sem costura, para diâmetros de até 2"; acima deste diâmetro, devem-se usar canos de ferro fundido.

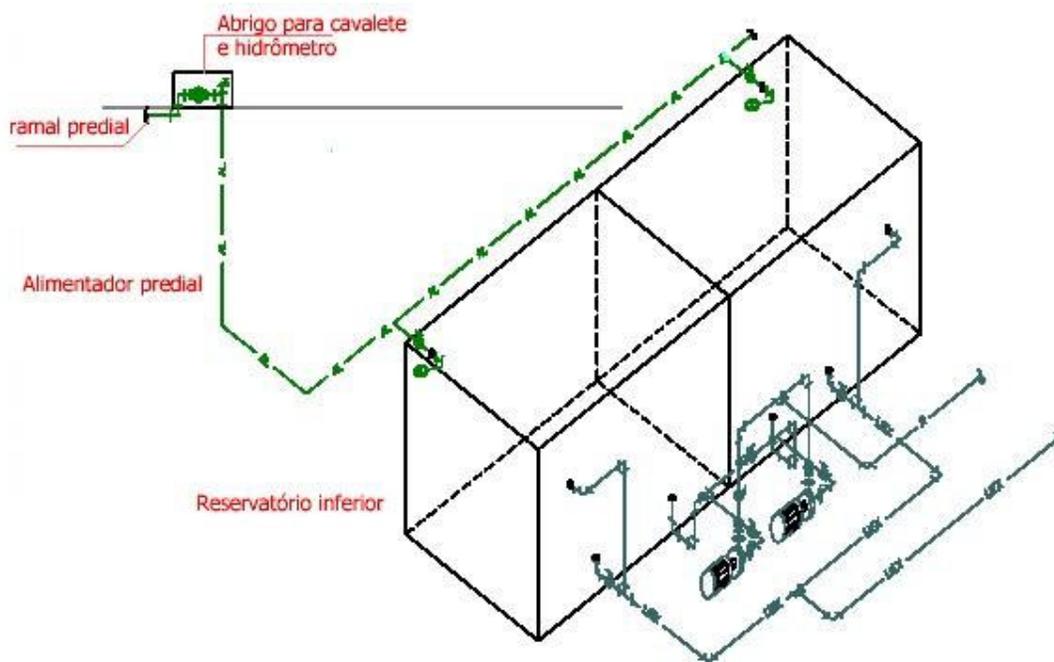


Figura 10. Reservatório inferior e instalação elevatória.

A queda de água no reservatório superior é controlada por uma torneira de bóia, que desliga automaticamente o conjunto motor-bomba, existindo um sistema análogo de controle no reservatório inferior.

No recalque, as peças são: redução, válvulas de retenção, junta elástica de acoplamento e registro de comando tipo gaveta.

2.3.4. Subsistema de Distribuição Interna

- **Barrilete** (Figura 11) - conjunto de tubulações que se origina no reservatório e do qual se derivam as colunas de distribuição. No projeto, este pode ser usado um sistema unificado ou central ou um sistema ramificado.

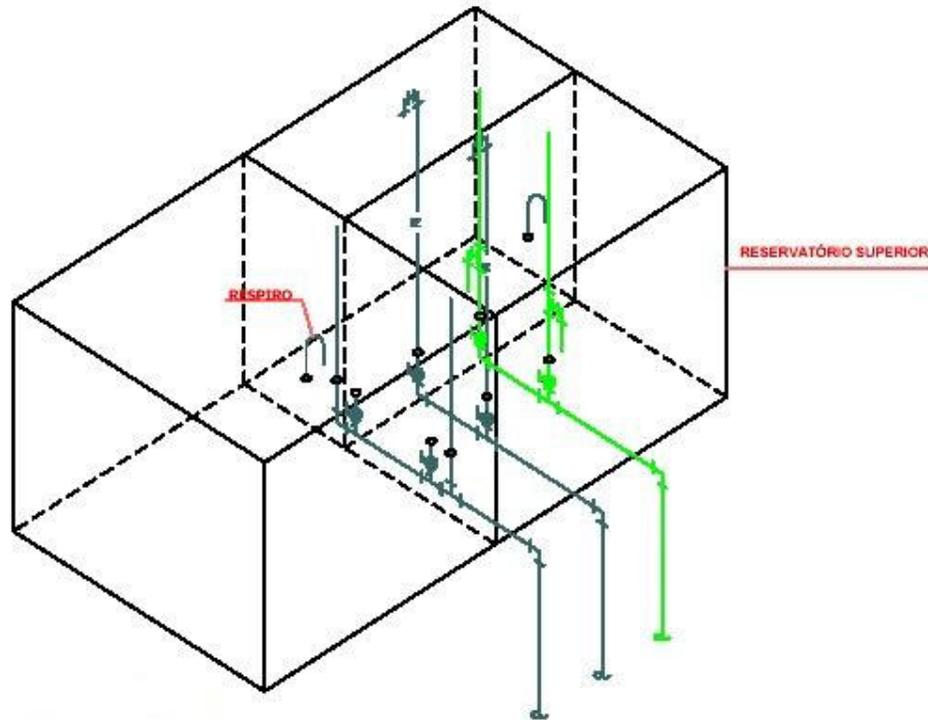


Figura 11. Reservatório superior e barrilete.

No sistema unificado (Figura 12), do barrilete partem diretamente todas as ramificações, cada uma correspondendo a uma coluna de alimentação. São colocados dois registros para isolar cada reservatório e cada ramificação tem seu próprio registro.

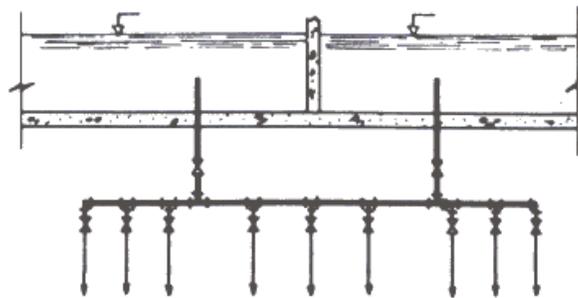


Figura 12. Barrilete unificado.

No sistema ramificado (Figura 13), do barrilete saem os ramais que, por sua vez, dão origem a derivações secundárias para as colunas de alimentação. O registro é colocado na parte superior da coluna, ou no ramal do barrilete próximo à descida da coluna. Esse sistema é usado, em geral, por razões de economia de encanamento, porém dispersa os pontos de controle por registros. Tecnicamente, não é considerado tão bom quanto o unificado.

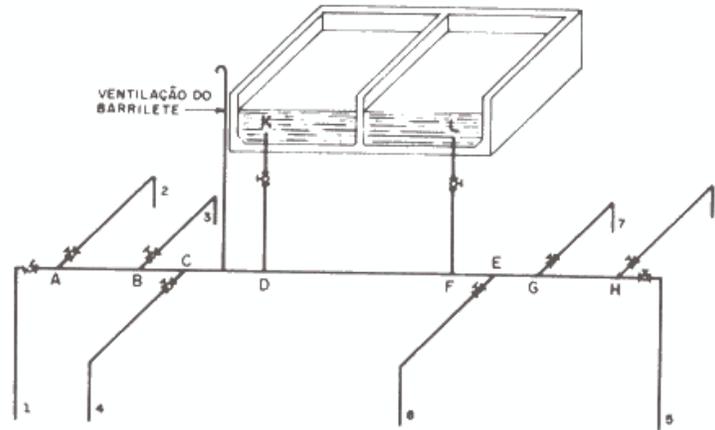


Figura 13. Barrilete ramificado.

- **Coluna de distribuição** – tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar os ramais.
- **Ramal** – tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais.
- **Sub-ramal** – tubulação que liga o ramal à peça de utilização ou à ligação do aparelho sanitário.

Estes elementos podem ser vistos na Figura 6.

3. INSTALAÇÃO DE ÁGUA QUENTE

As instalações de água quente representam uma necessidade nas instalações de determinados aparelhos e equipamentos, além de proporcionar conforto e higiene em aparelhos sanitários de uso comum. Assim, estas instalações destinam-se a banhos, higiene, utilização em cozinhas, lavagem de roupas e a finalidades médicas e industriais.

A temperatura com que a água deve ser fornecida depende do uso a que se destina. As temperaturas mais usuais são:

- Uso pessoal em banhos ou para a higiene: 35 a 50°C;
- Em cozinhas (dissolução de gorduras): 60 a 70°C;
- Em lavanderias: 75 a 85°C;
- Em finalidades médicas: 100°C ou mais.

As instalações de água quente podem ser divididas em:

- **Instalações industriais** – a água quente atende as exigências das operações inerentes aos processos empregados na indústria, sendo que o consumo, a pressão e a temperatura da água são estabelecidos em função da natureza, finalidade e produção dos equipamentos que dela irão necessitar.

- **Instalações prediais** – são as instalações que servem a peças de utilização, aparelhos sanitários ou equipamentos, visando a higiene e o conforto dos usuários, cujas exigências são estabelecidas pela NBR-7198/93 – Instalações Prediais de Água Quente.

3.1. Modalidades de Aquecimento

A água pode ser aquecida por um dos seguintes sistemas:

- **Individual ou local** – o sistema alimenta um único aparelho. É o caso do aquecedor a gás localizado no banheiro ou na cozinha.
- **Central privado (domiciliar - Figura 14)** – o sistema alimenta vários aparelhos de uma só unidade. É o caso de uma residência onde existe um equipamento para a produção de água quente, de onde partem alimentadores para as peças de utilização nos banheiros, cozinha e áreas de serviço.

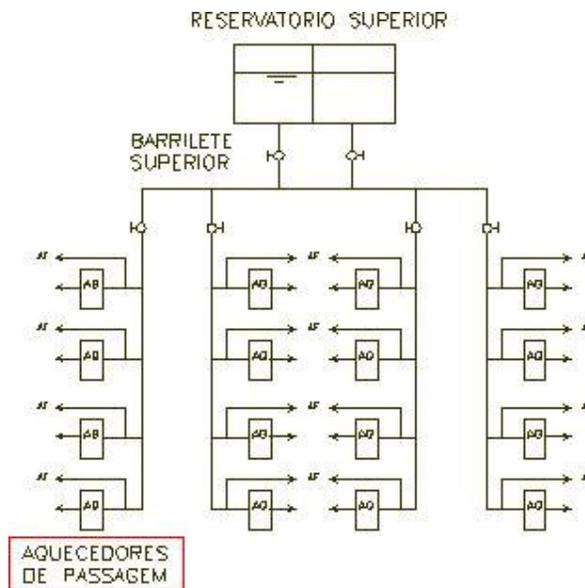


Figura 14. Sistema central privado.

- **Central coletiva** (Figura 15) – o sistema alimenta conjuntos de aparelhos de varias unidades (prédios de apartamentos, hospitais, hotéis, escolas, quartéis, etc.).

3.2. Produção de Água Quente

A água pode ser aquecida de diversas fontes térmicas, as quais podem ser:

- **Combustíveis sólidos:** madeira, carvão vegetal e mineral, etc.
- **Combustíveis líquidos:** álcool, querosene, gasolina, óleo, etc.
- **Combustíveis gasosos:** gás de rua, gás engarrafado (GLP – gás liquefeito de petróleo), gás natural, etc.
- **Energia elétrica:** aquecimento de resistência elétrica, com a passagem de corrente, pelo efeito Joule (chuveiro elétrico).
- **Energia solar:** por meio de aquecedores solares

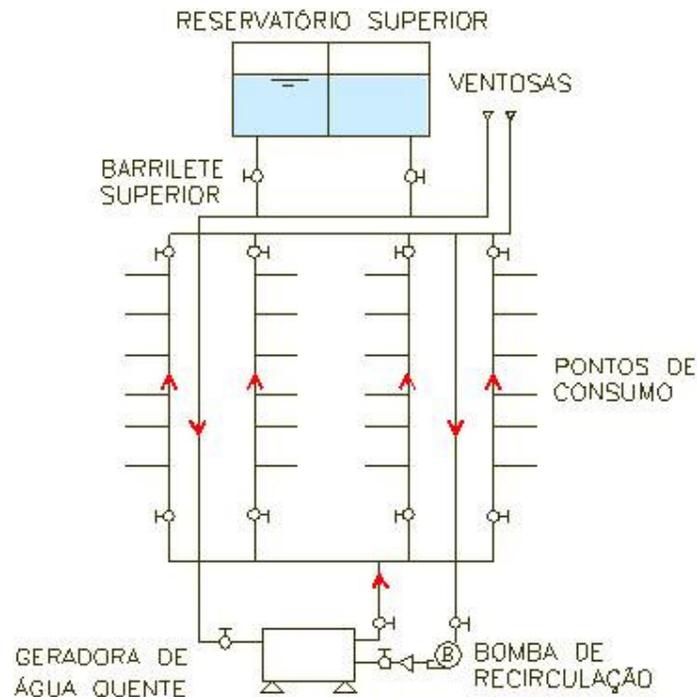


Figura 15. Sistema central coletiva.

- **Vapor:** por meio do vapor de caldeira, cujo vapor é conduzido a uma serpentina imersa na água ou misturando-o com água.
- **Ar quente:** resultante de fornos industriais ou por meio de serpentinhas próximas ao forno.
- **Aproveitamento de água de resfriamento:** de compressores, motores diesel, etc.

3.3. Observações

- Os encanamentos devem ser, de preferência, de cobre recozido com conexões de bronze ou latão;
- Não empregar tubos e conexões de PVC, pois possuem elevado coeficiente de dilatação linear;
- Tubos de ferro maleável galvanizado apresentam pouca resistência à corrosão;
- Tubulações embutidas devem estar sempre isoladas da alvenaria (camada espessa de argamassa de nata de cal e amianto em pó);
- Tubulações aparentes devem estar isoladas por meio de calhas de material isolante: produtos à base de vermiculita, lã de rocha ou lã mineral, silicato de cálcio hidratado com fibras de amianto e silicato de magnésio hidratado.

4. INSTALAÇÃO DE GÁS

Esta instalação se destina a distribuir o gás no interior dos prédios, para fins de aquecimento e para consumo em fogões, aquecedores de água e equipamentos industriais. O gás, atualmente, é distribuído de duas formas:

- **Gás de rua ou gás encanado:** pode ser obtido pelo craqueamento catalítico da nafta, um subproduto do petróleo, ou pela destilação do carvão mineral, ou pode ser proveniente de poços petrolíferos (gás natural), sendo uma instalação extremamente cômoda para os usuários.
- **Gás liquefeito de petróleo (GLP):** é uma mistura dos gases propano e butano que é fornecida liquefeita para o consumidor, em embalagens adequadas (botijões, garrafas, cilindros).

4.1. Modalidades de Instalação de GLP

A seguir, serão mostradas as modalidades mais usuais de instalação de GLP.

4.1.1. Residência de Porte Pequeno e Médio

Neste caso, não há rede de distribuição de gás, podendo ser usado um botijão de 13 kgf para alimentar o fogão, o aquecedor da cozinha, e outro botijão para o aquecedor do banheiro. Ambos os botijões são colocados externamente a casa e pode, cada um, ter um botijão de reserva. As ligações vão da válvula do botijão ao aparelho a que servem (Figura 16).

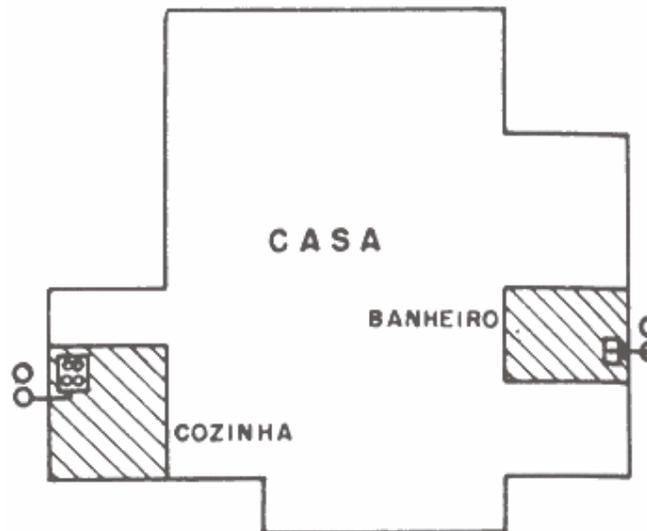


Figura 16. Instalação de bujões de GLP em uma casa.

4.1.2. Residência de Grande Porte

A instalação de distribuição alimenta cozinha, banheiros e área de serviço, podendo ser usado quatro botijões de 13 kgf, ou cilindros de 45 kgf cada, funcionando dois em paralelo e os outros dois ficam de reserva (Figura 17).

4.1.3. Prédio de Apartamentos

Podem ser adotadas duas soluções:

- **Instalação individual:** é feita por apartamento, cada qual com seu botijão de gás (13 kgf) instalado em locais de contato direto com o exterior.
- **Instalação coletiva** (Figura 18): o gás GLP é armazenado em uma bateria de cilindros de 45 kgf ou de 90 kgf cada, ou em tanques de capacidade equivalente, devendo sempre

haver um de reserva. Estas devem ser colocadas em áreas externas, de fácil acesso e desimpedidas, podendo-se enterrar o tanque, se necessário.

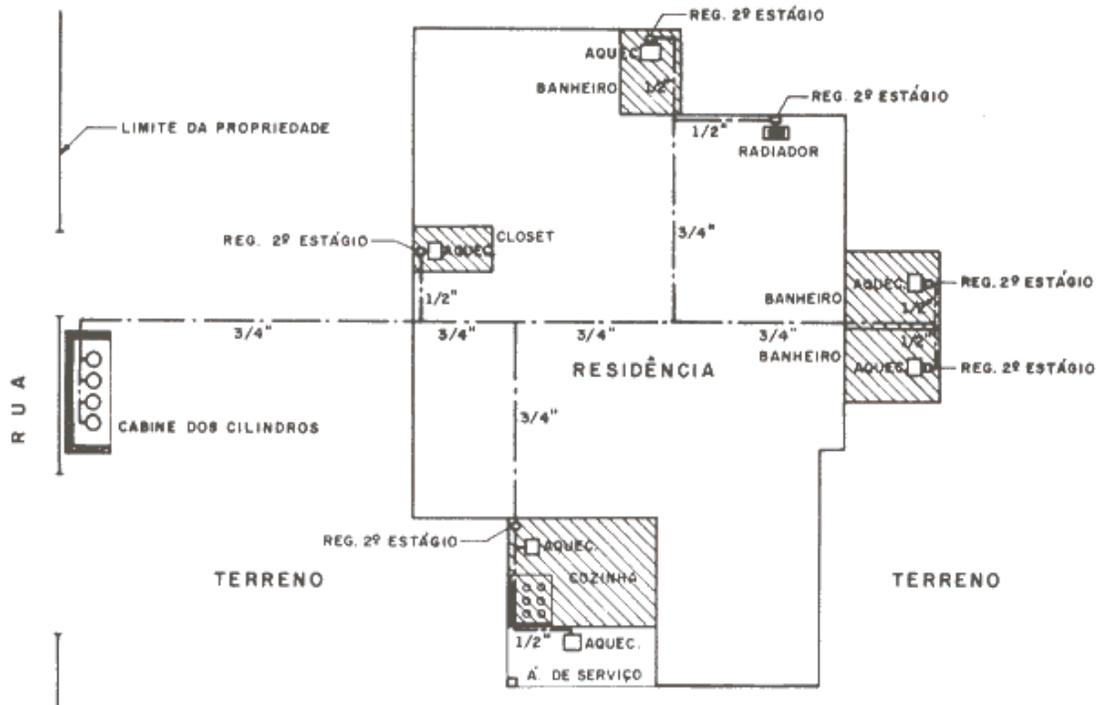


Figura 17. Instalação de bujões de GLP em residência de grande porte.

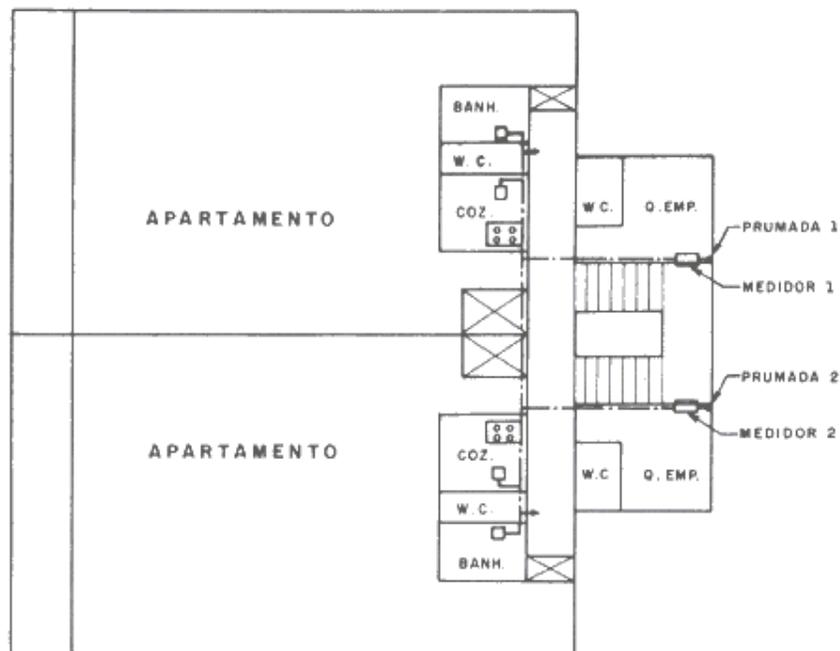


Figura 18. Instalação de bujões de GLP em prédio de apartamentos.

4.1.4. Exigências

- Os cilindros dos botijões devem estar afastados, no mínimo, 1,5 m de tomadas, interruptores, chaves elétricas, ou qualquer aparelho sujeito à centelha ou chama;
- As cabines para instalação externa de cilindros devem ser de material incombustível e devem estar afastadas, no mínimo, 1 m de portas, janelas, ou outras aberturas do prédio;
- A base dos cilindros deve ficar em um nível mais alto do que o do terreno;
- Em torno da cabine, pelo menos, 1,20 m de largura (Figura 19), deve ser mantida sem qualquer tipo de instalação em um nível mais baixo (fossas sépticas, caixas de inspeção, ralos, canaletas, caixas de gordura, etc.).

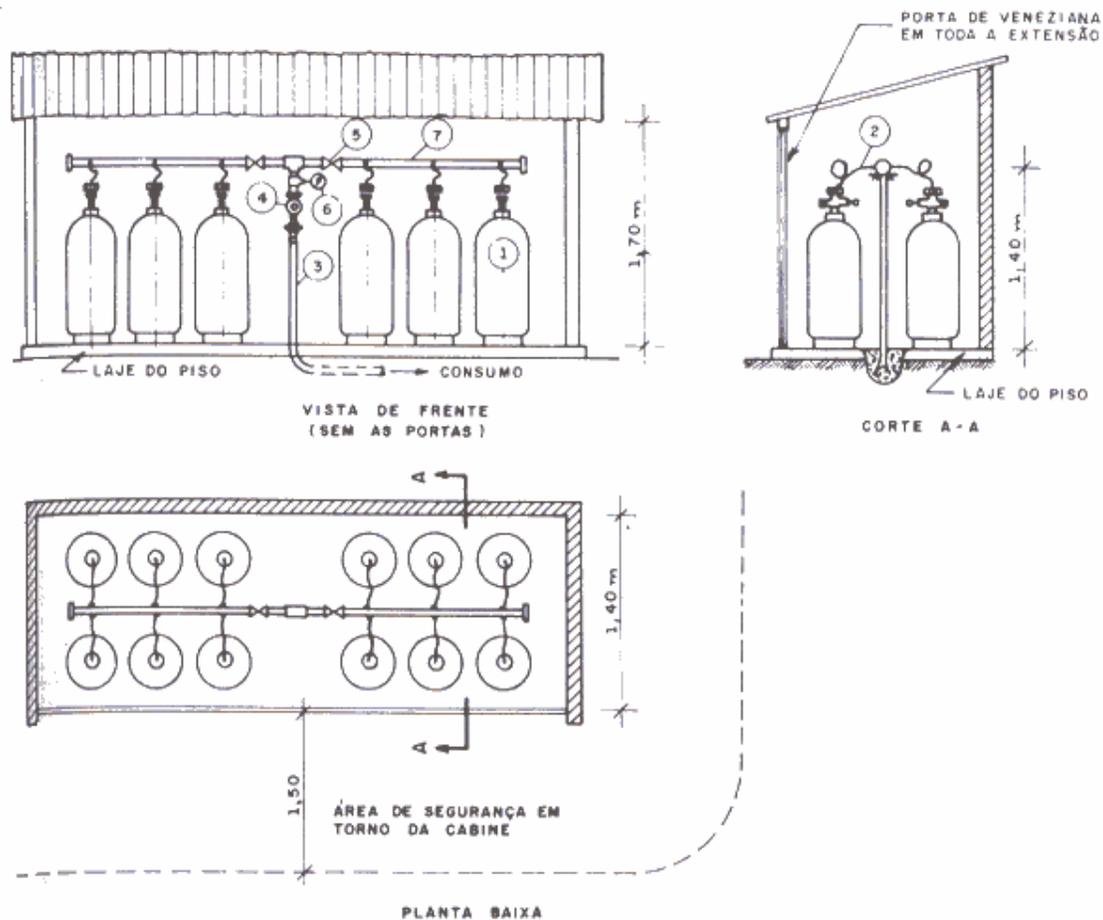


Figura 19. Cabine para 12 cilindros de capacidade de 45 kgf cada.

5. INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

A instalação de proteção e combate a incêndios tem como função principal a salvaguarda de bens e vidas humanas, que podem ser destruídos na catástrofe de um incêndio, cujas conseqüências são imediatas e sinistras.

As instalações, neste caso, compreendem a detecção de início de incêndio e a debelação deste com presteza, evitando que o mesmo se propague e restringindo os danos e prejuízos que as pessoas possam ter. Estas instalações são regulamentadas pelas seguintes entidades:

- Departamento Nacional de Seguros Privados e Capitalização – DNSPC.
- Norma Regulamentadora NR-23.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.
- Instituto de Resseguros do Brasil
- Códigos de Segurança do Corpo de Bombeiros de cada estado.

5.1. Classes de Incêndio

Segundo o Código de segurança contra Incêndio e Pânico do Rio de Janeiro, os incêndios são classificados em quatro classes, a saber:

- **Classe A** - compreende os incêndios em corpos combustíveis comuns: papel, madeira, fibras, etc., que, quando queimam, deixam cinzas e resíduos e queimando em superfície e profundidade.
- **Classe B** - são os incêndios em líquidos petrolíferos e outros líquidos inflamáveis, tais como a gasolina, óleo, tintas, etc., os quais, quando queimam, não deixam resíduos e queimam unicamente em função de sua superfície.
- **Classe C** - compreende os incêndios em equipamentos elétricos que oferecem riscos ao operador, tais como: motores, geradores, transformadores, reatores, televisores, rádios, etc.
- **Classe D** - são os incêndios em metais piróforos e suas ligas, os quais entram em combustão em contato com o ar, produzindo centelhas e até explosões quando pulverizados e atritados. Estes metais são magnésio, sódio, potássio, alumínio, etc.

5.2. Métodos de Extinção do Fogo

Cientificamente, o fogo é chamado de combustão, o qual é definido como a reação química entre o combustível e o oxigênio do ar (comburente), em face de uma fonte de calor. Se um destes elementos (combustível, oxigênio, calor) for suprimido, o fogo será eliminado. Existem três formas de eliminar a combustão:

- Por **resfriamento**, quando se retira o calor do material. Para isso, usa-se um agente extintor que reduza a temperatura do material em chamas;
- Por **abafamento**, quando se elimina o comburente (oxigênio) da queima, fazendo com que ela enfraqueça até apagar-se;
- Por **isolamento**, quando se retira o combustível, havendo duas opções de ação: primeiro, retirar o material que está queimando, a fim de evitar que o fogo se propague; segundo, retirar o material que está próximo ao fogo, efetuando um isolamento para que as chamas não tomem grandes proporções.

5.3. Agentes Extintores

As principais substâncias com que se apaga um incêndio dependem da natureza do material cujo incêndio se deseja debelar. Os agentes mais empregados são: água (H₂O), espuma, CO₂ (gás carbônico) e pó químico seco. A Tabela 1 fornece elementos para a escolha dos meios de combate ao incêndio em função dos produtos cujo incêndio deve ser extinto.

Tabela 1. Elementos para a escolha dos agentes extintores em função dos produtos cujo incêndio deve ser extinto.

	Água em jato denso. Extintores com carga “soda-ácido” ou “líquido”	Espuma	Neblina de água	Gás carbônico (CO ₂). Extintores e instalações fixas	Pó carbônico químico (Dry Chemical Powder). Extintores. Instalações fixas
Materiais sólidos, fibras têxteis, madeira, papel, etc.	Sim	Sim	Sim	Sim*	Sim*
Líquidos inflamáveis, derivados de petróleo	Não	Sim	Sim**	Sim	Sim
Maquinaria elétrica, motores, geradores, transformadores	Não	Não	Sim**	Sim	Sim
Gases inflamáveis, sob pressão	Não	Não	Não***	Não***	Sim

* Indicado somente para princípios de incêndio e de pequena extensão.
 ** Indicado somente após estudo prévio.
 *** Embora não indicado, existem possibilidades de emprego, após prévio estudo e consulta ao Corpo de Bombeiros e ao Departamento Nacional de Segurança e Higiene do Trabalho do Ministério de Trabalho.

5.3.1. Água

A água possui grande capacidade de absorver calor, o que a torna uma substância altamente eficaz no resfriamento de materiais e para apagar incêndios. Ela é a substância mais empregada no combate ao fogo, podendo ser utilizada sob as seguintes formas: **jato pleno, neblina e vapor.**

A água pode agir sob três formas:

- Por resfriamento, quando aplicada sob a forma de jato sólido ou neblina nos incêndios de Classe A;
- Por abafamento, quando aplicada sob a forma de vapor;
- Por diluição e emulsão, que é um processo pouco utilizado e aplicado apenas para o fogo em materiais inflamáveis, que são solúveis em água.

5.3.2. Espuma

Existem dois tipos: a espuma química e a espuma mecânica.

A **espuma química** é produzida juntando-se soluções aquosas de sulfato de alumínio e bicarbonato de sódio (com alcaçuz, como estabilizador). Sua razão média de expansão é de 1:10.

A **espuma mecânica** é produzida pelo batimento mecânico de água com extrato proteínico, uma espécie de sabão líquido concentrado. Sua razão de expansão é de 1:6. A espuma mecânica de alta expansão chega a 1:1000.

Estas espumas têm dupla ação, ou seja, agem por resfriamento, devido à água, e por abafamento, devido à própria espuma. Devido a isto, elas são úteis nos incêndios de Classe A e B, não devendo ser empregadas em incêndios de Classe C, porque contêm água.

5.3.3. Gás Carbônico

Gás insípido, inodoro, incolor, inerte e não condutor de eletricidade. Pesa cerca de 1,5 vezes mais do que o ar atmosférico e é armazenado, sob a pressão de 850 libras, em tubos de aço. Quando aplicado sobre os incêndios, age por abafamento, suprimindo e isolando o oxigênio do ar. É eficiente nos incêndios de Classes B e C, não dando bons resultados nos de Classe A.

O gás carbônico, como agente extintor, tem, poucas restrições, não devendo ser utilizado sobre superfícies quentes e brasas, materiais contendo oxigênio e metais pirofosfóricos. Pode causar a morte por asfixia, cegar, se lançado nos olhos, e produzir queimaduras na pele pelo frio.

- **Asfixia** - embora o CO₂ não seja tóxico, poderá causar desmaios e até morte por asfixia mecânica, quando estiver presente em ambientes confinados para extinção de incêndios;
- **Reinício de incêndios** - incêndios, aparentemente extintos com uso de gás carbônico, podem reiniciar-se caso permaneçam brasas vivas ou superfícies metálicas aquecidas;
- **Substâncias químicas** - o gás carbônico também não é eficaz como agente extintor de incêndios envolvendo substâncias químicas que contêm oxigênio;
- **Metais pirofosfóricos** - incêndios pirofosfóricos, tais como sódio, potássio, magnésio, titânio, zircônio e incêndios que envolvam hidratos de metais, não podem ser extintos com gás carbônico. Estas substâncias decompõem o CO₂.

5.3.4. Pó Químico Seco

O pó químico comum é fabricado com 95% de bicarbonato de sódio, micropulverizado, e 5% de estearato de potássio, de magnésio e outros, para melhorar sua fluidez e torná-lo repelente à umidade e ao empedramento.

Age por abafamento e, segundo teorias mais modernas, age por interrupção da reação em cadeia de combustão, motivo pelo qual é o agente mais eficiente para incêndios de Classe B. Não conduz eletricidade e pode ser usado em fogo de Classe C, contudo, deve-se evitá-lo em equipamentos eletrônicos onde, aliás, o CO₂ é mais indicado. Não dá bons resultados nos incêndios de Classe A.

O efeito do agente químico seco não é prolongado, caso existam, no local, fontes de re Reignição, como, por exemplo, superfícies metálicas aquecidas, o incêndio poderá ser reativado. Não deve ser usado em painéis de relés e contatos elétricos, como centrais telefônicas, computadores, etc.

A Tabela 2 mostra um resumo das propriedades dos agentes extintores.

Tabela 2. Resumo das propriedades dos agentes extintores.

AGENTES	PROPRIEDADES	
	Primária	Secundária
Água	Resfria	Abafa
Espuma	Abafa	Resfria
Pó Químico	Catálise Negativa	Abafa
CO ₂	Abafa	Resfria
Vapor	Abafa	Resfria

5.4. Sistemas Empregados

Os meios de proteção e combate ao incêndio podem ser:

- Extintores (NBR 12693);
- Sistemas automáticos de detecção e alarme (NBR 9441);
- Sistema de chuveiros automáticos (NBR 1135, NBR 6135, NBR 10897);
- Sistema de exaustão de fumaça;
- Rede de hidrantes (NBR 5667, NBR 13714);
- Sistema dilúvio (Water spray);
- Sistema micromist;
- Sistema de pressurização de escadas de emergência.

5.4.1. Extintores

A principal finalidade de um extintor de incêndio é combater, de maneira imediata, os pequenos focos de incêndios. Eles não substituem os grandes sistemas de extinção e devem ser usados como equipamentos para extinguir os incêndios no início, antes que se torne necessário lançar mão de maiores recursos.

O êxito no emprego dos extintores depende:

- a) de uma distribuição apropriada dos aparelhos pela área a proteger;
- b) de um sistema adequado e eficiente de manutenção;
- c) do treinamento contínuo do pessoal que deverá utilizá-los.

A existência e o emprego de extintores no início de um incêndio não devem justificar qualquer retardamento no toque do alarme geral e na mobilização de maiores recursos, mesmo quando se julgar que o foco poderá ser dominado rapidamente.

É importante que os extintores estejam localizados em lugares visíveis e de fácil acesso, devendo ser mantidos sempre prontos para utilização.

Os extintores podem ser de quatro tipos:

- **Aparelho do tipo água pressurizada** (Figura 20) - para aplicações em incêndios classe A;
- **Extintor carregado com dióxido de carbono - CO₂** (Figura 22) - para aplicações em incêndios classe C e recomendado em incêndios classe B, de pequenas proporções;
- **Aparelho do tipo pó químico seco** (Figura 23) - para aplicações em incêndios classe B e classe C;
- **Extintor de espuma química** (Figura 21) - para aplicações em incêndios classe A e classe B.

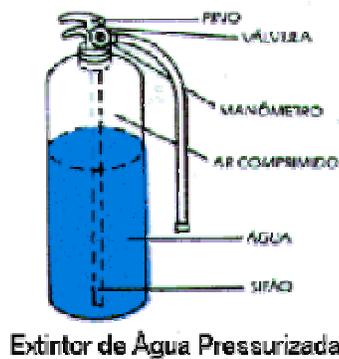


Figura 20. Extintor de água pressurizada.

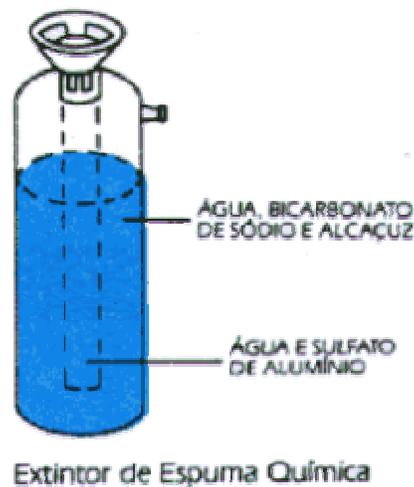


Figura 21. Extintor de espuma química.

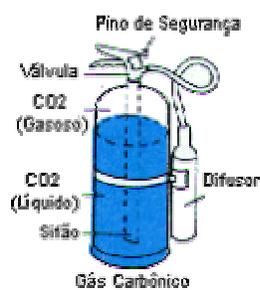


Figura 22. Garraão de gás carbônico.



Figura 23. Extintor de pó químico seco.

5.4.2. Sistemas de Detecção e Alarme

Este sistema tem a finalidade de detectar imediatamente o princípio de incêndio, através de sensores, pelos seus sintomas iniciais, que podem ser: gás de combustão invisível, fumaça, chama ou calor.

Os sensores são localizados em intervalos regulares e interligados a uma Central de Alarmes através de um sistema de fiação, permitindo, com isto, o controle do sistema e a identificação da área em sinistro. A detecção da área afetada é feita sem intervenção humana.

Dispositivos de atuação manual (acionadores manuais) também são incorporados ao sistema, permitindo a operação manual quando o princípio de incêndio é percebido antes da atuação automática. Cada setor da rede de detecção deverá dispor de pelo menos um acionador manual em local estratégico e em posição bem visível.

Estes sistemas são: detecção e alarme de incêndio pontual, detecção de alta sensibilidade e supressão de incêndio por agentes limpos.

- **Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio Pontual** – é composto por sensores de fumaça (Figura 24) e de temperatura (Figura 25) distribuídos pela área de risco e interligados a um painel de incêndio. Além de detectores, o sistema de detecção e alarme deve ser provido de acionadores manuais e indicadores audiovisuais. A central de detecção e alarme gerencia os eventos de incêndio e executa todos os procedimentos automáticos até a descarga do sistema de supressão. Por exemplo: caso um foco de incêndio ocorra sob o piso elevado, a central emitirá os alarmes sonoros, aguardará a confirmação do incêndio por um segundo detector, fará o desligamento do sistema de ar condicionado e alimentação elétrica de equipamentos e, por final, fará a descarga do agente limpo no interior do ambiente e entre piso.



Figura 24. Sensores de fumaça.



Figura 25. Sensores térmicos.

- **Detecção de Fumaça por Aspiração baseado a Laser de Alta Sensibilidade** - este sistema de detecção, denominado VESDA - *Very Early Smoke Detection*, garante que a ignição de incêndio seja identificada em níveis de sensibilidade imperceptíveis por sistemas de detecção pontual. O sistema possibilita, inclusive, que o pessoal de manutenção seja avisado sobre aquecimento de cabos (que geram fumaça invisível) e, conseqüentemente, reduzindo a nível muito baixo o risco de combustão.



Figura 26. Detectores de alta sensibilidade.

O sistema de detecção por aspiração pode ser usado apenas como redundante - apenas transmitindo à central de alarme os eventos por ele detectados - ou pode ser usado dentro do processo de ativação do sistema de supressão por agente limpo. Neste último caso, o incêndio deve ser confirmado pelos detectores de fumaça comuns, para evitar descarga em alarme falso (os níveis de fumaça detectados pelo VESDA são cerca de 20 vezes mais baixos - Figura 26).

- **Sistema de Supressão por Agente Limpo** - o sistema é composto de cilindros (Figura 27), que mantêm um agente limpo armazenado (gases), os quais serão descarregados na área em risco efetivo. O agente deve necessariamente inundar todo o volume do risco protegido atingindo as concentrações mínimas requeridas pelas normas.

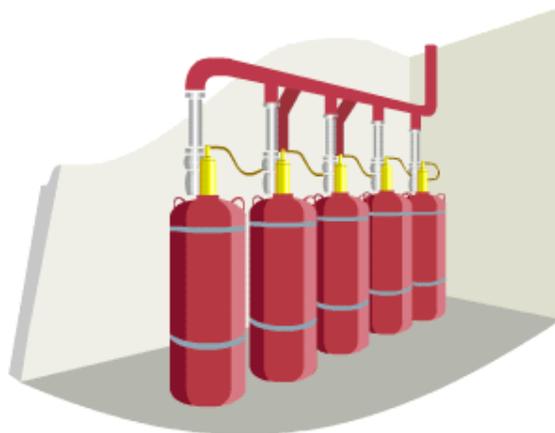


Figura 27. Sistema de supressão por agente limpo - bateria de cilindros.

A proteção mais efetiva exige a descarga nos volumes do ambiente (onde equipamentos estão presentes), entre piso (onde os cabos de alimentação elétrica estão presentes) e entre forro (onde todos os circuitos da rede de iluminação encontram-se instalados).

Esse tipo de sistema de combate a incêndio é muito usado na proteção de CPD's, áreas de telefonia e áreas de painéis elétricos ou eletrônicos, ou outras "áreas limpas", tais como laboratórios, pois combate o incêndio sem agredir os ocupantes destas salas ou os equipamentos nelas contida.

5.4.3. Sistema de Chuveiros Automáticos - Sprinklers

Para proteção automática contra incêndio nas edificações verticais, horizontais, comerciais, industriais, podem-se adotar os sistemas de chuveiros automáticos (sprinklers), onde existe a necessidade de proteção automática.



Figura 28. Sprinklers.

Este sistema (Figura 29) é constituído de tubulações fixas, que integra a rede subterrânea e aérea, onde são dispostos, regularmente, chuveiros ligados permanentemente a um ou mais reservatórios de abastecimento de água. Desta forma, em caso da ocorrência de incêndio, possibilita a aplicação da água de extinção automática diretamente sobre o local do sinistro, através do rompimento do selo sensor de temperatura instalado em cada chuveiro automático, permitindo assim a passagem da água e o acionamento simultâneo de um dispositivo de alarme.

O sistema inclui, além dos bicos (chuveiros), tubulações e conexões, um ou mais conjuntos de válvulas de governo, mecanismos para alarme e bombas de pressurização.

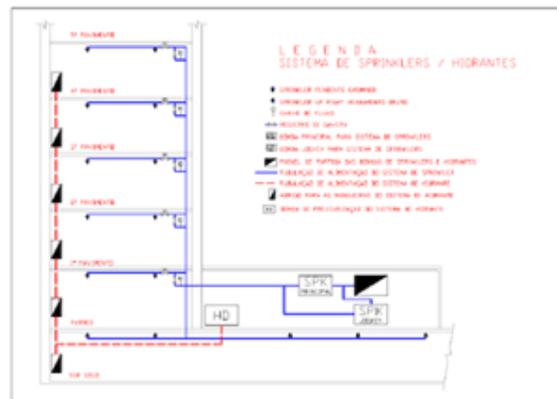


Figura 29. Sistema de sprinklers/hidrantes.

Para o monitoramento da rede de sprinklers, serão instaladas em determinados pontos estratégicos as chaves de fluxo para sinalização na central de alarme de incêndio, garantindo que o sistema seja monitorado 24 horas através de sistemas eletrônicos de segurança de alta tecnologia.

5.4.4. Controle e Exaustão de Fumaça em Edificações

Para facilitar a extração de fumaça, poderão ser utilizados “dumpers” de acionamento automáticos ou manuais, próprio para tetos de indústrias, galpões e shopping centers. Tal equipamento possibilita, com isso, a diminuição do tempo de revestimento de estruturas metálicas, pela diminuição da temperatura e aumento da velocidade de extração da fumaça do incêndio. Possibilita, ainda, a localização do incêndio e facilita as ações de combate pelo Corpo de Bombeiros.

Estes “dumpers” poderão servir também para controlar a ventilação normal da edificação. Toda instalação seguirá os critérios das normas internacionais, tendo em vista que ainda não existe norma nacional.

5.4.5. Rede de Hidrantes

Para proteção manual contra incêndio nas edificações verticais, horizontais, comerciais, industriais pode ser adotado o sistema de combate por hidrantes.



Figura 30. Mangueira.



Figura 31. Válvula globo angular.

Os pontos de hidrantes são instalados a partir da prumada geral de incêndio exclusiva para este fim. Para alimentação e pressurização do sistema de hidrantes, será utilizado um conjunto

de motor bomba, totalmente automatizado e interligado a um reservatório de água, que é exclusivo para a rede de hidrantes (Figura 29), compreendendo: abrigo metálico, mangueiras de incêndio (Figura 30), válvula globo angular (Figura 31), adaptadores, chaves (Figura 32) e tampões Storz e esguichos sólidos ou reguláveis (Figura 33).



Figura 32. Chaves STORZ.



Figura 33. Esguicho.

Os tipos básicos de sistema de hidrante são:

- **Rede em anel** - caracterizada pela existência de um circuito fechado, permitindo diâmetros menores da linha, melhor manutenção e com perda de carga menor. Por tudo isto, recomenda-se este tipo de instalação.
- **Rede aberta** - caracterizada pela existência de um circuito aberto, com diâmetros maiores, e não permite manutenção sem prejuízo da proteção. Neste sistema é utilizado um lance máximo de mangueiras de 30 metros (por válvula de hidrante), subdivididas em seções de 15 metros. O acoplamento da mangueira na válvula de hidrante é feito através de junta de engate rápido (STORZ) e os esguichos utilizados são do tipo regulável (jato sólido e neblina - Figura 34).



Figura 34. Tipos de jatos.

A este sistema podem ser acoplados carretéis de mangotinhos, como também, um canhão fixo que, em determinadas situações, pode ser dispensado o seu operador fixo.

- **Sistema de proteção por mangueiras semi-rígidas (mangotinhos)** – é um sistema constituído de abastecimento d'água, canalizações, válvulas, mangotinhos, esguichos e carretel, ou dispositivo equivalente, para, rapidamente, estender os mangotinhos.

Os mangotinhos são apresentados em carretel axial ou em forma de “8”, possuindo um comprimento máximo de 20 metros e diâmetro de $\text{Ø } \frac{3}{4}$ ” e é permanentemente conectado à fonte de alimentação. Na extremidade do mangotinho deve estar instalado um esguicho regulável (Figura 34).

- **Sistema fixo de espuma** – em geral, está adaptado a uma rede de hidrante, operando como uma extensão deste. Há um tanque de extrato de espuma, conectado na rede de

hidrante através de um proporcionador, que dosa a quantidade de extrato necessária a ser misturada na água. Essa mistura chega até aos diversos equipamentos com aspiração de ar (câmara de espuma, canhões monitores, esguichos lançadores, N.P.V., viaturas, sprinklers de espuma, spray de espuma, etc.).

5.4.6. Sistema de Dilúvio (*Water spray*)

O sistema de *Water Spray* tem como função possibilitar o combate automático de incêndio utilizando água fracionada, produzida por descarga em média ou alta velocidade, resultando em um forte impacto nos equipamentos e materiais protegidos, combatendo e impedindo o avanço do foco de incêndio para outras áreas. Este sistema compõe-se basicamente de uma rede de distribuição provida de bicos nebulizadores (spray – Figura 35), interligados a um conjunto moto bomba, que garante a pressurização do sistema.



Figura 35. Bico de *water spray*.

Os sistemas de *Water Spray* são normalmente utilizados para proteção de áreas com produtos químicos, transformadores, tanques de combustíveis e outros.

5.4.7. Sistema Micromist

O princípio de funcionamento deste sistema é idêntico ao sistema de *Water Spray*, porém sua descarga se dá em forma de neblina e com baixíssima vazão. Não requer muita água. Este sistema é utilizado normalmente para proteção de cabines de teste de motores, líquidos inflamáveis, grupos geradores e transformadores.

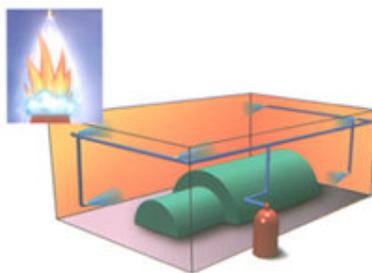


Figura 36. Instalação típica de um sistema micromist.

5.4.8. Sistema Automático de Pressurização de Escada de Emergência

O sistema de pressurização de escada de emergência trata-se de um sistema de ventilação mecânica, para a pressurização da escada de edifícios verticais, que insufla ar na caixa de escada mantendo uma pressão de 40 a 60 pa, com a finalidade de evitar a infiltração de fumaça, na eventualidade de incêndio.

O sistema compõe-se da instalação de um ventilador com motor elétrico, a ser montado em compartimento isolado. O ar externo será captado por veneziana (Figura 37) de tomada de ar externo provida de filtro de partículas (Figura 37). O insuflamento de ar para a escada de emergência será realizado diretamente na escada de emergência através do duto de descarga de ar, a partir do ventilador.



Figura 37. Filtros, dumpers e venezianas.

O sistema de pressurização poderá ser acionado manualmente ou através dos sistemas e dispositivos descritos a seguir:

- Automaticamente, através de sistema de detecção de incêndio;
- Manualmente, através de botoeira, instalada na portaria do edifício;
- Manualmente, diretamente no quadro elétrico do ventilador.

O balanceamento da pressão de ar requerida na escada será controlado através de “dumpers” (Figura 37) manuais devidamente dimensionados, a ser instalado na descarga do ventilador. Uma instalação típica deste sistema é mostrada na Figura 38.

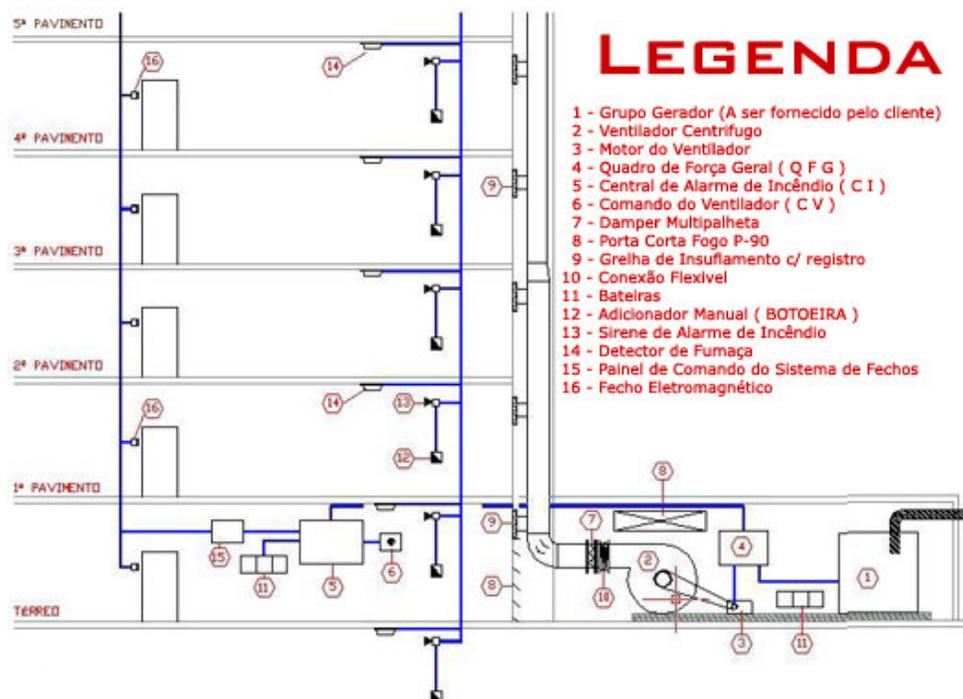


Figura 38. Instalação típica de pressurização de escada.

6. MATERIAIS

Numa instalação hidráulica, os materiais são classificados em tubos, conexões e válvulas, os quais abrangem uma grande variedade de tipos, dada a diversidade de fluidos encontrados e as amplas faixas de pressão e temperatura com que podem vir a operar. Por isso, serão abordados aqui os mais comumente usados, sugerindo que, para maiores detalhes, sejam consultados os catálogos dos fabricantes.

6.1. Tubos

Os tubos podem ser de plástico, de ferro fundido, de ferro galvanizado, de cobre, de chumbo e de cimento-amianto.

A escolha do material dos tubos depende principalmente das pressões de serviço (a pressão interna quando em funcionamento hidráulico) que as tubulações vão estar submetidas. Além dos diversos materiais, os fabricantes oferecem, para um mesmo material, diversas opções para pressões de serviço e de ruptura, em geral mediante condições normalizadas oficialmente. Esses tubos de diferentes resistências estão divididos em grupos geralmente denominados de classes. Por exemplo: PVC Classe 20 significa que este tubo deve trabalhar a uma pressão máxima de 10 kgf/cm^2 . Outros aspectos também podem ser bastante relevantes na especificação do tubo, tais como:

- facilidade de montagem (transporte, armazenagem, peso, corte, número de juntas e rapidez na sua execução, etc.);
- resistência aos esforços externos (reaterros, cargas, pancadas acidentais, etc.);
- funcionamento hidráulico, manutenção e durabilidade;
- custos de aquisição e montagem.

As juntas podem ser do tipo flexível ou elástica com anéis de borracha (as mais comuns, especialmente para tubulações enterradas), soldadas (para PVC embutidas e com adesivo próprio), soldadas com solda elétrica em tubulações de aço, e flangeadas (Figura 39), travadas ou mecânicas para tubos de ferro fundido. Tubos metálicos normalmente são empregados para trechos de alta pressão e, obrigatoriamente, para trechos expostos e sujeitos a cargas acidentais.

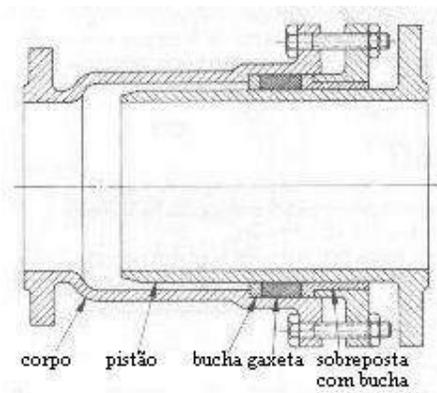


Figura 39. Junta de dilatação para tubos de ferro fundido com juntas de flanges.

6.1.1. Tubos de Plástico

Os tubos de plásticos podem ser divididos em dois tipos: tubos flexíveis e tubos rígidos.

Os tubos flexíveis são fabricados à base de polietileno e são mais bem aplicados no abastecimento de água de emergência e irrigação. Os tubos rígidos são fabricados a partir do polipropileno ou do cloreto de polivinila (PVC).

Possuem ótima resistência à corrosão, pois sendo compostos por matérias essencialmente não corrosivas, a tubulações de plástico, são, sem dúvida alguma, as que menos ficam sujeitas ao ataque da água e de terreno agressivos. Todavia, esta afirmação só é válida para temperaturas até 60°C no máximo. Vale salientar que esses tubos também são imunes à corrosão eletrolítica.

As suas paredes lisas beneficiam a sua capacidade de escoamento, sendo, sob as mesmas condições de trabalho e para o mesmo diâmetro, capaz de fornecer uma vazão 1,4 vezes maior que o ferro fundido. Em instalações de água, estes tubos podem ser:

- **Com ponta e bolsa, empregando anel de borracha (TPB-A);**
- **Com ponta e bolsa, para soldar (TPB-S)**, indicados em instalações prediais;
- **Com junta flangeada (TF)**, usados em instalações aparentes e onde é prevista a necessidade de desmontagens;
- **Com extremidades lisas**, para serem rosqueadas com o emprego de tarraxa e recebem conexões rosqueadas, ou sem rosca, para serem soldadas a conexões sem rosca.

Normalmente, as juntas são elásticas, sendo estas, para 60 e 300 mm de diâmetro, as mais comuns nos sistemas públicos de abastecimento de água. Essas juntas compõem-se de um anel de borracha que fica comprimido entre a ponta de um tubo e a bolsa do outro com o qual se une. Em geral, o fabricante passa as seguintes recomendações:

- Antes da execução da junta, cumpre verificar se a bola, os anéis de borracha e as extremidades dos tubos a ligar se acham bem secos e limpos (isentos de areia, terra, lama, óleo, etc.).
- Realizada a junta, deve-se provocar uma folga de, no mínimo, um centímetro entre as extremidades, para permitir eventuais deformações, o que será conseguido, por exemplo, imprimindo à extremidade livre do tubo recém-unido vários movimentos circulares.
- Em seguida, deve-se verificar a posição dos anéis que devem ficar dentro da sede para isso disposta. Qualquer material usado pode favorecer o deslocamento nos anéis de borracha, que deverão ter características que não afetem a durabilidade dos mesmos e dos tubos de PVC rígido.

As seguintes observações devem ser levadas em consideração no projeto, com tubulações de PVC:

- As tubulações não devem ser embutidas em elementos estruturais do edifício (vigas, pilares, lajes, sapatas).

- Levar em consideração a possibilidade de recalques ou dilatações e contrações das estruturas;
- Em instalações enterradas, a tubulação deve ficar, no mínimo, a 0,80 m de profundidade, se houver tráfego, e no mínimo a 0,60 m, nos demais casos;
- Em instalações submersas deve-se observar a natureza do fundo para as medidas de proteção adequadas. Se houver correntezas ou efeitos de mares, a tubulação deve ser fixada por meio de concreto especial. Sempre que for possível, deve-se enterrar a tubulação a fim de evitar os efeitos danosos à mesma.

A condução de líquidos sob pressões a altas temperaturas (sistemas de água quente) é feita com tubos CPVC (policloreto de vinila clorado). Esta matéria-prima é um derivado do PVC que suporta temperaturas de até 80°C, sendo que a sua obtenção é idêntica a do PVC, aumentando-se apenas a participação percentual de cloro no composto.

Em instalações embutidas em alvenaria, as aberturas devem ser feitas de forma a colocar os tubos e conexões livres de tensões, não se devendo forçar ou curvar os tubos para uma posição após a montagem. Este procedimento pode provocar a concentração de esforços em determinados pontos da tubulação, tendendo a rompê-la.

No embutimento em estruturas de concreto, devem ser previstos espaços livres para a sua instalação. Estes espaços devem ser aberturas de dimensões maiores do que o diâmetro das canalizações e devem ser deixados antecipadamente.

Em instalações aparentes, o comportamento dos tubos e conexões de CPVC não difere dos demais materiais, devendo ser fixados através de suporte e braçadeiras.

6.1.2. Tubos de Ferro Fundido

Os tubos de ferro fundido são largamente empregados nas redes de água, gás e esgotos sanitários, fabricados em diâmetros de 2”.

Os tipos de tubos de ferro fundido centrifugado, também conhecido ferro cinzento, são:

- **De alta pressão**, para água, ar comprimido, petróleo, etc. Podem ser de ponta e bolsa (juntas de borracha ou de chumbo) e de flanges;
- **De baixa pressão**, para água, esgotos e águas pluviais, em instalações prediais. São de ponta e bolsa.

6.1.3. Tubos de Ferro Galvanizado

Os tubos de ferro galvanizado são aplicados em instalações de água, gás, ar comprimido, etc. São encontrados em varas de 6 m e diâmetros internos que variam de ½” até 6”, tendo em uma extremidade rosa e, na outra, luva.

6.1.4. Tubos de Cobre

São tubos particularmente recomendados em instalações de água quente e água gelada, sendo uma excelente opção para instalações de água fria, quando os custos ou os recursos disponíveis assim o permitirem. Além disso, são muito usados em instalações industriais, seja nas instalações de frio e condicionamento de ar, seja nas de oxigênio, gás, vácuo, ar comprimido, etc.

Estas múltiplas aplicações se devem às propriedades do cobre, entre as quais se sobressai a ausência de formação de incrustações por oxidação; elevada condutibilidade térmica; regular resistência química; boa resistência mecânica; possibilidade de permitir a fabricação de tubos com margens de tolerância mínimas.

6.1.5. Tubos de Chumbo

Os tubos de chumbo têm seu emprego mais reduzido do que os demais. São mais usados em ramais prediais, nos rabichos para as ligações dos aparelhos e na ventilação sanitária. Atualmente, eles são proibidos para uso doméstico da água, devido à toxidez, sendo prejudicial à saúde.

6.1.6. Tubos de Cimento-Amianto

Estes tubos são utilizados em instalações de esgotos sanitários e águas pluviais e em redes de abastecimento de água. Apresentam várias vantagens para o seu emprego, dentre as quais estão a durabilidade, o peso reduzido, o baixo custo, facilidade de instalação, etc.

Os tubos de cimento-amianto são divididos em duas classes:

- **Classe A**, são os tubos do tipo “esgoto normal”, para aplicação em instalações prediais de esgotos sanitários, descidas de águas pluviais, descidas de lixo, etc.;
- **Classe B**, são os tubos do tipo “esgoto reforçado”, para aplicação em redes coletoras de esgoto ou quando há necessidade de suportar cargas maiores.

6.2. Conexões

As conexões são elementos de ligação de tubulações entre si e de tubulações a peças e equipamentos, permitindo sua montagem, mudança de direção, mudança de diâmetro, derivações e vedação de extremidades. As mais comuns são:

- curvas (mudanças de direção);
- têes (derivação simples);
- cruzetas derivação dupla;
- reduções (mudanças de diâmetro);
- luvas (ligação entre duas pontas);
- caps (fechamento de extremidades);
- junções (derivações inclinadas); etc.

Os materiais das conexões são os mesmos dos tubos e serão descritos a seguir.

6.2.1. Conexões de Plástico

Existem conexões de PVC para instalações de água e líquidos, que não atacam o PVC, e sistemas de irrigação. As conexões para água podem ser rosqueadas; lisas, para a soldagem com adesivo especial; e mistas, contendo uma extremidade lisa e outra rosqueada (Figura 40).



Figura 40. Conexões em PVC.

As conexões de CPVC (Figura 41) são compostas de peças especialmente projetadas para atender as diversas situações de montagem normalmente encontradas nas instalações de água quente. Foram dimensionadas com espessuras compatíveis com os tubos de CPVC e com dimensões adaptadas à finalidade das instalações, visto que ocupam pouco espaço físico. Podem ser do tipo rosqueado ou soldado.



Figura 41. Conexões em CPVC.

6.2.2. Conexões de Ferro Fundido

As conexões de ferro fundido podem ser do tipo bolsa e bolsa, e ponta e bolsa, podendo também ser flangeadas, compatíveis com o tipo de serviço a que se destinam.

6.2.3. Conexões de Ferro Galvanizado

As conexões de ferro galvanizado são empregadas para derivações, curvas, tamponamentos, uniões, registros, etc. de tubulações de galvanizadas ou de PVC rígido.

6.2.4. Conexões de Cobre

Estas conexões (Figura 42) são utilizadas para uniões de tubos de cobre, podendo ser estampadas em cobre ou fundidas em bronze. Podem possuir roscas ou não.

Quando possui roscas em uma das extremidades, destina-se a ligação de tubos de cobre a tubos de outros materiais, como por exemplo, o tubo de ferro galvanizado.



Figura 42. Conexões em cobre e bronze.

6.2.5. Conexões de Cimento-Amianto

As conexões de cimento-amianto são usadas para mudanças de direção, derivações com mesmo diâmetro ou de diâmetros diferentes, cruzamentos, sifonamentos, junções, terminais, etc.

6.3. Válvulas

Válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, controlar e interromper a descarga de fluidos nos encanamentos. Algumas garantem a segurança da instalação e outras permitem desmontagens para reparos ou substituição de elementos da instalação. Existe uma grande variedade de tipos de válvulas, e, em cada tipo, existem diversos subtipos, cuja escolha depende não apenas da operação a realizar, mas também das propriedades físicas e químicas do fluido, da pressão e da temperatura a que se achara submetido, e da forma de acionamento pretendida.

6.3.1. Classificação

Segundo a natureza do acionamento, as válvulas são classificadas como:

- **Acionadas manualmente**, estas podem ser:
 - **Volante**, de ação direta ou indireta; neste caso, as válvulas são acionadas por correntes quando estas se encontram em local elevado, fora do alcance do operador;
 - **Manivela**, acionadas por sistemas de engrenagens, reduzindo o esforço do operador.

As válvulas, quando destinadas à água e são de comando manual, são designadas por alguns com o nome de **registros**.

- **Comandadas por motores**, neste caso, as válvulas são muito grandes e se acham em posição de difícil acesso, longe do operador, ou ainda, quando são comandadas por instrumentos ou equipamentos de controle automático, os quais são colocados próximos ou afastados. Então as válvulas podem ser:
 - **Acionamento hidráulico**, geralmente as válvulas são comandadas por servomecanismos óleo-dinâmicos;
 - **Acionamento elétrico**, com motor e redutor de velocidade de engrenagens ligados à haste da válvula (usada em válvulas grandes); e com solenóide agindo pela ação de um eletroímã, que provoca o deslocamento da haste da válvula (empregada em válvulas de pequenas dimensões);
 - **Acionamento pneumático**, de tipo diafragma, que possibilita a abertura rápida sob a ação de ar comprimido, ou pelo efeito de vácuo.
- **Acionadas por forças provenientes do próprio líquido de escoamento**, funcionam quando nelas ocorre uma modificação no regime, ou, ainda, pela ação de molas ou pesos, quando tal modificação se verifica. São designadas por válvulas automáticas.

Outra classificação para as válvulas, que é muito comum, é a que diferencia entre as válvulas de bloqueio e as válvulas de regulagem.

- **Válvulas de bloqueio** destinam-se a funcionar completamente abertas ou completamente fechadas. Os tipos mais comuns são as válvulas ou registros de gaveta, as válvulas de esfera e as válvulas de macho.
- **Válvulas de regulagem** possibilitam um controle eficiente do escoamento e, também, o bloqueio total do líquido. Os tipos mais comuns são as válvulas de globo, registros de pressão, válvulas de agulha e válvulas de diafragma.

A seguir, as válvulas mais comuns serão vistas detalhadamente.

6.3.2. Registro de Gaveta

O registro de gaveta é caracterizado pelo movimento retilíneo alternativo de uma peça de vedação, a gaveta, ao longo de um assento ou sede. A perda de carga nessas válvulas, quando completamente abertas, é desprezível. Este motivo e o custo relativamente reduzido explicam seu largo emprego em instalações hidráulicas prediais, nos barriletes, ramais de água, elevatórias de água, ar comprimido e vapor.

Normalmente devem funcionar completamente abertos ou permanecerem totalmente fechados. Parcialmente abertos, produzem perda de carga elevada e sob certas condições, estão sujeitas à cavitação. Em algumas oportunidades, quando se pretende reduzir a descarga, alternando o ponto de funcionamento da bomba, são utilizados com abertura parcial, de modo a criarem a perda de carga necessária para conseguir uma determinada vazão.

Além de não serem aconselháveis de um modo geral para regulagem de vazão, há o inconveniente para certas aplicações. É que, em alguns tipos menos aperfeiçoados, sua estanqueidade não é perfeita, quando a pressão é elevada e a temperatura do líquido,

considerável. Assim, tornam-se totalmente inconvenientes para instalações em trechos com escoamento forçado, em que a pressão externa é superior a interna.

Os registros são produzidos com duas bolsas (Figura 43), duas pontas (Figura 44) ou dois flanges (Figura 45), de modo que possam ser adquiridos conforme o tipo de junta da tubulação em que o mesmo será instalado.

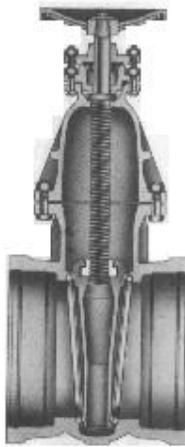


Figura 43. Registro de gaveta com bolsas.

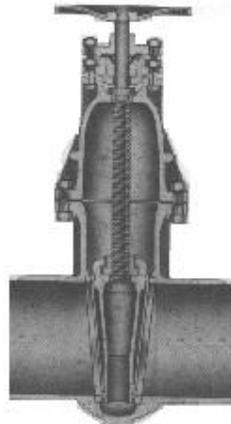


Figura 44. Registro de gaveta com pontas.

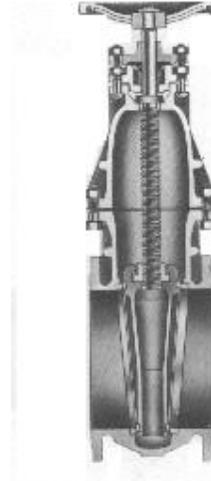


Figura 45. Registro de gaveta com flanges.

Em função do acionamento de manobras, são fornecidos com cabeçote (Figura 46) ou com volante (Figura 47). O registro com cabeçote, somente manobrado com uma chave T e que fica de posse do operador, é utilizado nos pontos de menor fiscalização, dificultando às pessoas estranhas movimentá-lo e o seu emprego é mais comum nas áreas das redes de distribuição.

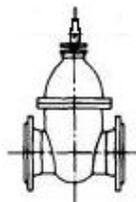


Figura 46. Registro de gaveta com cabeçote.

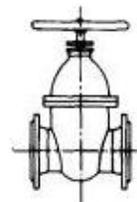


Figura 47. Registro de gaveta com volante.

O registro com volante dispensa a chave T e, na realidade, é um registro com cabeçote acrescido neste de um volante para manobras de fechamento ou abertura. É utilizado em instalações de superfície, nas tubulações aparentes que geralmente existem nas estações elevatórias e de tratamento.

Especificações indispensáveis para aquisição de registros de gaveta: classe de pressão (ou pressão de trabalho desejada); tipo de acionamento; tipo de extremidade; abreviatura; acessórios especiais de manobra ou para juntas.

Em relação ao solo, as válvulas de gaveta podem ser objeto de instalação na superfície, subterrânea, sob tampões ou em caixas ou câmaras de alvenaria. Já em relação à canalização os registros podem figurar em quatro posições: em pé, invertido ou deitado quando em

canalizações horizontais, e de lado em canalizações verticais. A posição de pé é a mais aconselhável, devendo-se evitar as outras posições, principalmente nos diâmetros acima de 300 m.

É fundamental que, na instalação, seja previsto a possibilidade de desmontagem e retirada do registro para reparos, manutenção ou substituição. Para que haja flexibilidade nestas operações, na Figura 48 são apresentadas algumas possíveis configurações de montagem de válvulas de gaveta em canalizações ponta e bolsa.

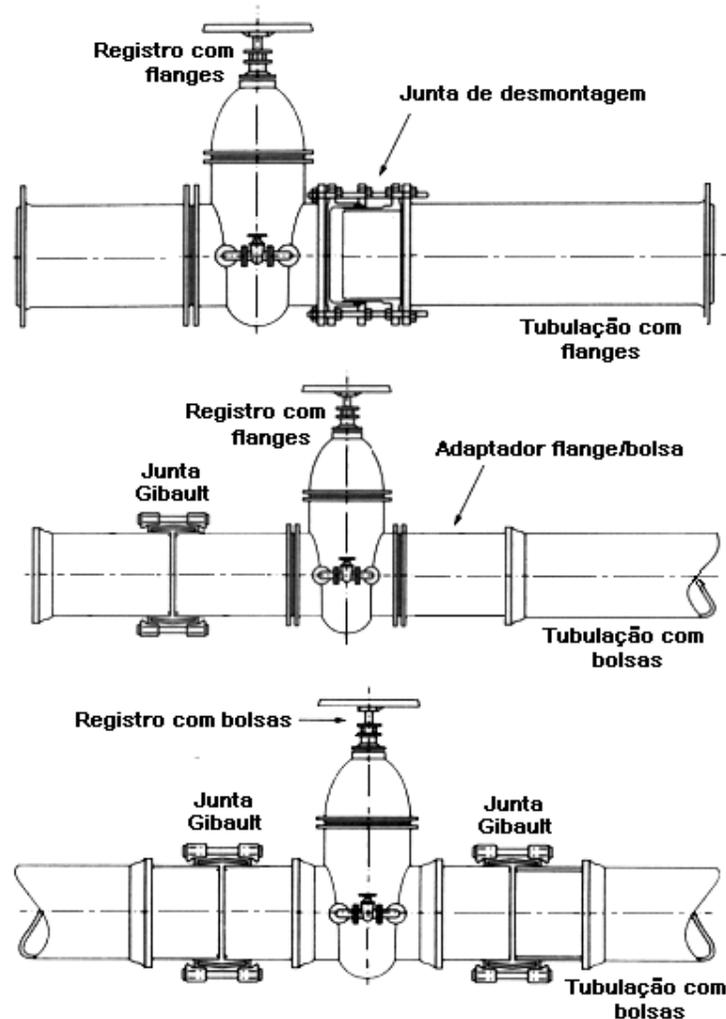


Figura 48. Exemplos de montagem em função do tipo de junta de tubulação.

Para pequenas instalações prevalece a fabricação em bronze. São usadas para vapor até 150 psi e água, óleo ou gás até 300 psi em dimensões de 1/2" a 6".

Nos diâmetros de 50 a 600 mm, em tipo flangeado, de ponta e bolsa, ou com pontas, são fabricadas em ferro fundido cinzento ou dúctil e aço, com os seguintes componentes: inox, galvanizado, latão, etc. Conforme a pressão de serviço, os registros são fabricados em duas séries:

- **Registros ovais** – são mais robustos e possuem gaveta em forma de cunha, usados normalmente nas redes municipais de abastecimento de água tratada ou bruta. Até 300 mm de diâmetro, a pressão de serviço é de 16 kgf/cm²;
- **Registros chatos** - possuem a gaveta com faces paralelas ou em cunha, porém resistem a pressões menores. Nos tamanhos até 300 mm, a pressão de serviço é de 10 kgf/cm².

Os registros de ferro dúctil suportam uma pressão igual à máxima da série oval em ferro fundido cinzento, de modo que são fabricados sem a distinção que há nos tubos de ferro fundido cinzento, entre série oval e série plana.

Existem também válvulas de aço-carbono fundido e de aço forjado para instalações industriais, onde a pressão e a temperatura do fluido são elevadas.

6.3.3. Válvulas de Esfera

São válvulas de uso geral, de fechamento rápido e são muito usadas para ar comprimido, vácuo, vapor, gases e líquidos. Nas instalações de bombeamento são empregadas em serviços auxiliares, mas não são ligadas aos encanamentos da bomba como válvulas de bloqueio. O controle do fluxo se faz por meio de uma esfera, possuindo uma passagem central e localizada no corpo da válvula. O comando é, em geral, manual, com o auxílio de uma alavanca (Figura 49).

Essas válvulas não se aplicam aos casos em que se pretende variar a descarga, mas apenas abrir ou fechar totalmente a passagem do fluido. Elas são fabricadas em aço inoxidável, aço-carbono, bronze plástico, etc. São comuns em diâmetros de até 6", em aço para pressões de até 70 kgf/cm². Também diferem das válvulas de fecho rápido com alavanca, em bronze e com roscas, próprias para carros-tanque de gasolina e outros produtos líquidos, ou empregadas em instalações similares onde sejam necessárias manobras rápidas de abertura ou de fechamento.

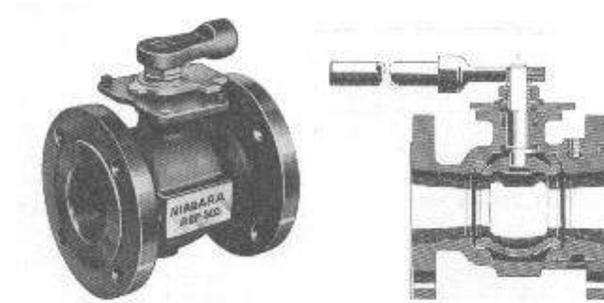


Figura 49. Válvula de esfera.

6.3.4. Válvulas de Macho

São válvulas caracterizadas por possuírem uma peça cônica (macho) com uma passagem transversal de seção retangular ou trapezoidal que se encaixa no corpo da válvula, de tal modo que, quando o eixo geométrico do orifício coincide com o eixo do tubo, o escoamento é máximo (Figura 50). Com uma rotação de 90°, a válvula fica completamente aberta ou fechada.

As de tipo mais simples, de macho engaxetado, são utilizadas para operações "liga-desliga" de manobra rápida em instalações de água, óleo, ar e líquidos densos ou com sólidos em suspensão, descargas de caldeira, etc., com pressões de serviço de até $8,8 \text{ kgf/cm}^2$ a 40° C , com flanges.

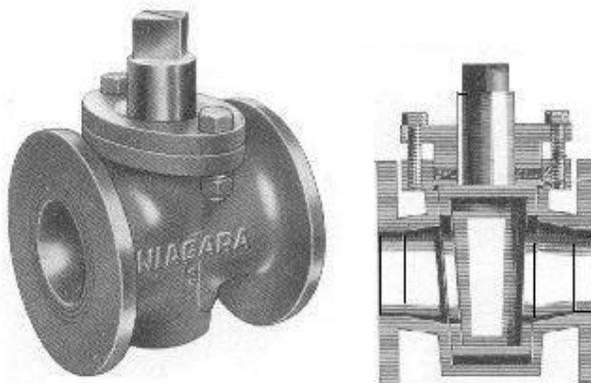


Figura 50. Válvula de macho.

O tipo mais simples, menor e rosqueado, conhecido como ferrule é muito empregado pelas concessionárias de água nos ramais prediais de abastecimento de água, colocados no passeio, antes do medidor. Depois de instalado só deve ser operado raramente por ocasião de reparos ou troca no medidor. Propositalmente indicado por ser de difícil manobra (sem volante) e não ter boa estanqueidade.

A operação de manobra, dependendo do tamanho, pode ser realizada com chave de boca, volante direto ou volante com engrenagens, e dependendo do tamanho podem ter duas, três ou até quatro bocas ou entradas e são fabricados com até mais de 1500 mm de diâmetro. Grandes válvulas são fabricadas com mecanismos de acionamento apropriados que permitem a operação manual ou automática e a regulação do tempo de manobra.

6.3.5. Válvulas de Globo

São equipamentos de grande robustez e têm o nome derivado do formato de seu corpo. Possuem uma haste parcialmente rosqueada em cuja extremidade, oposta ao volante de manobra, existe um alargamento, tampão ou disco para controlar a passagem do fluido por um orifício (Figura 51). Servem para regulação da descarga, pois podem trabalhar com o tampão da vedação do orifício em qualquer posição, embora acarretem fortes perdas de carga, mesmo com abertura máxima.

Caracterizam-se por uma eficiente estanqueidade, especialmente em tamanhos pequenos, sendo usadas, em geral, para diâmetros de até 250 mm, em serviços de regulação e fechamento que exigem estanqueidade para água, fluidos frigoríficos, óleos, líquidos, ar comprimido, vapor e gases. São de fechamento mais rápido que os de gaveta.

Nas estações de bombeamento são usadas para instalações auxiliares ou quando o problema da perda de carga for irrelevante face à necessidade de uma absoluta estanqueidade, como no caso do bombeamento de líquidos voláteis em instalações industriais. O custo normalmente é inferior ao dos registros de gaveta.

Também são fabricadas como válvulas de globo angulares (Figura 52), para serem empregadas em mudanças de direção das tubulações, especialmente em hidrantes (2" a 8"),

para vapor saturado até $8,8 \text{ kgf/cm}^2$, água, gás, óleo, etc. até 120°C e pressão de serviço de até 14 kgf/cm^2 .

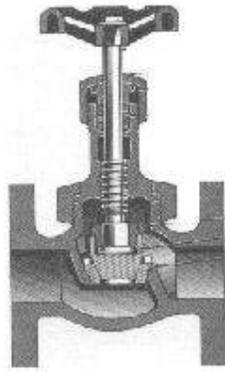


Figura 51. Válvula de globo.



Figura 52. Válvula de globo angular 90° .

6.3.6. Registros de Pressão

Os chamados registros de pressão são modelos pequenos de válvulas de globo, usados em instalações de distribuição de água para sub-ramais de aparelhos sanitários, como no caso dos chuveiros. A Figura 53 mostra um registro de pressão da DECA. Podem ser rosqueados ou não, e geralmente são de bronze.

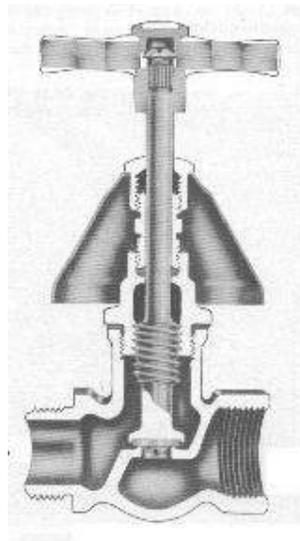


Figura 53. Registro de pressão.

A haste rosqueada se desloca em virtude da rosca correspondente da peça chamada "castelo" (bonnet) e que fica na parte superior do corpo da válvula. O sentido do escoamento deve ser tal que o fluido tende a elevar o disco e a haste, havendo, assim, menos risco de vazamento pelas gaxetas do que se o sentido fosse o inverso.

6.3.7. Válvulas de Agulha

As válvulas de globo, quando possuem a extremidade da haste com formato afilado, chamam-se válvulas de agulha (Figura 54) e se prestam a uma regulagem fina das descargas.

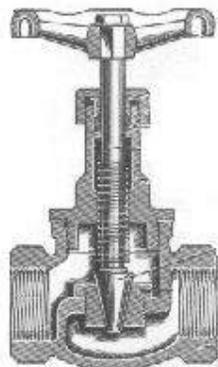


Figura 54. Válvula de agulha.

Empregadas em instalações de vapor saturado até $10,5 \text{ kgf/cm}^2$, e água, gás, óleo, etc, até 40°C , trabalhando até $13,8 \text{ kgf/cm}^2$. São tradicionalmente fabricadas em bronze com a agulha torneada na própria haste e assento cônico, que permite melhor grau de regulagem.

6.3.8. Válvulas de Diafragma ou de Membrana

São muito usadas em instalações de ar comprimido e gases, e encontram emprego em instalações industriais com líquidos e gases caros, corrosivos e perigosos, que não podem vaziar pela gaxeta. É especificada em instalações frigoríficas.

O diafragma é a peça que assegura a estanqueidade e participa da vedação e regulagem. Pode ser de borracha sintética ou também o Teflon. O comando pode ser por meio de um volante, alavanca para ação rápida, ou por ar comprimido e vácuo. A Figura 55 mostra uma válvula deste tipo.

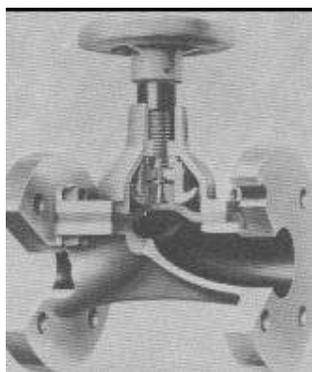


Figura 55. Válvula de diafragma.

Dependendo da finalidade e do tipo de fluido com que vai trabalhar, a válvula de diafragma contém revestimentos internos especiais, tais como a ebonite, chumbo, vidro e outros materiais apropriados.

6.3.9. Válvulas de Alívio ou de Segurança

São válvulas de controle da pressão de montante empregadas para diminuir o efeito do golpe de aríete. O corpo da válvula pode ser de ferro fundido com 1% de níquel, ferro nodular ou bronze. O diafragma pode ser uma lâmina de bronze fosforoso, neoprene com náilon ou aço inoxidável. Quando a pressão no interior da tubulação ultrapassa um valor compatível com a resistência de uma mola calibrada para uma certa ajustagem, ela se abre automaticamente, permitindo a saída do fluido.

Algumas válvulas possuem contrapeso que, colocado numa haste adequada, proporciona a força que mantém a válvula fechada até certo valor da pressão na tubulação. A pressão de operação de um sistema controlado por uma válvula deve ser no mínimo 100% menor do que a pressão de abertura da válvula.

São empregadas em instalações que corram risco de colapso por excesso de pressão em determinadas ocasiões anormais de serviço, em refinarias, indústrias químicas e petroquímicas e processos industriais em geral, instalações de gás, ar, vapor e líquidos em geral, em condições extremas de temperatura e/ou pressão.

No caso de instalações de líquidos, essas válvulas são chamadas de válvulas de alívio (Figura 56) e abrem na proporção em que aumenta a pressão. Nas de ar, outros gases e vapor são mais comumente conhecidas como válvulas de segurança. Estas abrem total e rapidamente, mas embora haja esta distinção de nomenclatura, dependendo da aplicação, podem ser ajustadas para uma ou outra função.

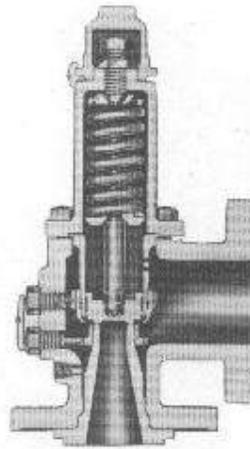


Figura 56. Válvula de alívio.

6.3.10. Válvulas de Redução de Pressão

São válvulas que funcionam automaticamente em virtude da atuação do próprio líquido em escoamento, independentemente da atuação de qualquer força exterior. Tem por finalidade regular a pressão a jusante da própria válvula, a fim de mantê-la dentro de limites preestabelecidos.

Para atuar obedecendo a valores prefixados da pressão, necessitam de molas, cuja tensão é graduável. Existem modelos onde opera uma válvula piloto auxiliar, fazendo parte da própria válvula, e que, submetida à pressão de montante, permite ou não a passagem do fluido de modo que este possa operar a válvula principal e são indicadas para instalações com fluidos

até 60°C, como água, ar comprimido, óleos, etc., e com características especiais para vapor, ar e gás até 220°C, flangeadas.

São sempre instaladas em posição transversal à tubulação, complementadas com um *by-pass* para evitar a interrupção do suprimento de água à coluna durante a manutenção ou reparos, e válvulas de gaveta estratégicas em função do fluxo. São normalmente empregadas em instalações de edifícios, uma vez que não convém os aparelhos sanitários trabalharem com pressão superior a 4,0 kgf/cm², como também em ramais prediais residenciais em áreas onde a pressão na rede (zona de pressão) ultrapassa limites similares.

Tradicionalmente fabricada em ferro fundido para pressões de trabalho inferiores a 10 kgf/cm² e em bronze para superiores. A mais tradicional marca brasileira é a NIÁGARA, e a sua indicação é feita através de tabelas fornecidas pelo fabricante. Em geral, apresentam a descarga em função da diferença de pressões antes e depois da válvula, para alguns diâmetros de encanamento.

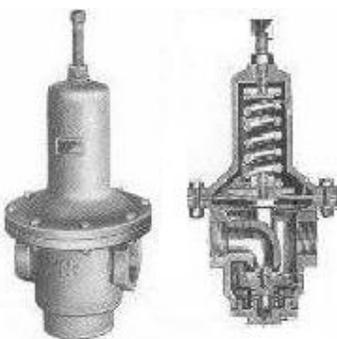


Figura 57. Válvula de redução de pressão.

6.3.11. Válvulas de Retenção

As válvulas de retenção são equipamentos de proteção instalados, visando proteger as instalações hidráulicas do refluxo de água quando da paralisação das bombas. Como função secundária, são importantes para a manutenção da coluna da água durante a paralisação.

Existem diversos tipos de válvula de retenção e a sua escolha deverá ser feita de acordo com a sua finalidade específica. Por exemplo, em uma instalação com reservatório hidropneumático, o seu fechamento deverá ser o mais rápido possível para evitar perda de água do reservatório, bem como evitar o choque mais violento da portinhola contra o seu anteparo. Esses tipos de válvulas são providos de molas para o seu fechamento e o conjunto móvel possui baixa inércia. Os outros tipos são os de portinhola articulada, dupla portinhola, etc.

Geralmente são instaladas no início das tubulações de recalque, entre a saída das bombas e antes dos registros (válvulas de gaveta), para proteção das bombas contra os golpes de aríete, resultantes da cessação brusca do escoamento, especialmente por falta de energia elétrica. Esse posicionamento é o mais adequado, pois facilita inspeções e consertos eventuais.

Em função do tipo de válvula que possuem, permitem o deslocamento da água num só sentido (Figura 58). E necessário observar que a instalação deve ser feita de modo a que a portinhola abra no sentido do fluxo. Convencionalmente este sentido é indicado por uma seta gravada em relevo no corpo da válvula.

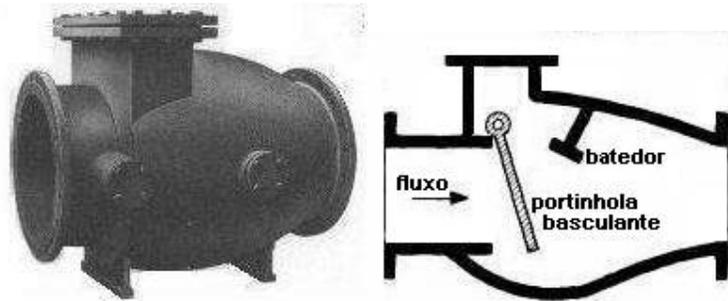


Figura 58. Válvula de retenção.

Existem no mercado vários modelos de válvulas de retenção, nos mais diversos diâmetros e classes de trabalho (máxima de serviço), com dispositivos internos em bronze ou inox, que devem ser adquiridas em função das instalações e da proteção físico-hidráulica que se pretende. Normalmente são mais comuns as seguintes modalidades:

- **Válvula de retenção tipo portinhola dupla e portinhola basculante única** (Figura 59), cujo corpo é em ferro fundido, tampa aparafusada, extremidades flangeadas padrão, conforme NBR, face plana padrão;

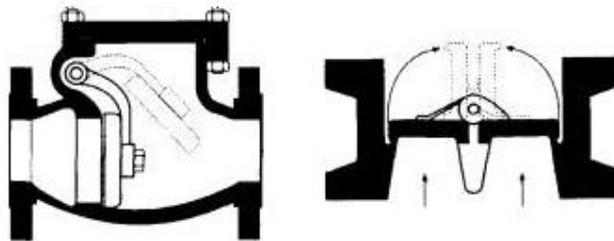


Figura 59. Válvula de retenção tipo portinhola basculante única e portinhola dupla.

- **Válvula de retenção tipo fundo de poço** (Figura 60), cujo corpo em ferro fundido, extremidades flangeadas padrão, face plana, internos em bronze;
- **Válvula de retenção tipo aereo** (Figura 61), corpo em fundido, tampa aparafusada, haste com rosca trapezoidal externa e volante ascendente, extremidades flangeadas padrão, face plana, face a face padrão;
- **Válvula retenção tipo pistão** (Figura 62), corpo em ferro fundido, tampa aparafusada, extremidades flangeadas padrão, face plana, face a face.



Figura 60. Válvula de retenção tipo fundo do poço.



Figura 61. Válvula de retenção tipo aereo.



Figura 62. Válvula de retenção tipo pistão.

6.3.12. Registro Automático de Entrada de Água em Reservatórios

Esse tipo de registro possui uma bóia ou flutuador que se desloca em função do nível da água no reservatório, fechando a entrada de água ao atingir determinado nível. Quando é de pequenas dimensões, é chamado de torneira de bóia, e, para descargas maiores, é denominado registro automático de entrada. Existem dois tipos:

- Para colocação na parte superior dos reservatórios, com o flutuador ligado diretamente à alavanca (Figura 63);
- Para colocação na parte inferior do reservatório, com o flutuador ligado por uma corrente à alavanca.

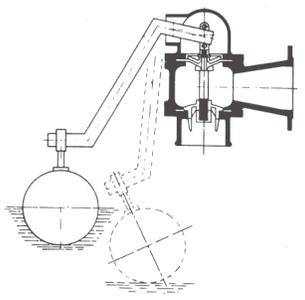


Figura 63. Registro automático de entrada superior.

7. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AZEREDO, Hélio A. O Edifício e Seu Acabamento. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BORGES, Alberto de C. Prática das Pequenas Construções. V. II. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MACINTYRE, Archibald J. Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

Sites:

http://pcc465.pcc.usp.br/materiais_notas%20de%20aula.htm

<http://www.administer.com.br/combate.htm>

http://www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5661/Hidraulica2/Combate_e_protecao_contra_ince/combate_e_protecao_contra_ince.html

http://jamaicabr.com.br/jamaica_jamaica_web.htm

http://www.petroportal.com.br/textos/ver_textos.asp?cod=5

http://www.kr.com.br/cartilha_incendio.asp#4

<http://www.globalsyst.com.br/frameindex.html>

<http://www.saneamento10.hpg.ig.com.br/>