

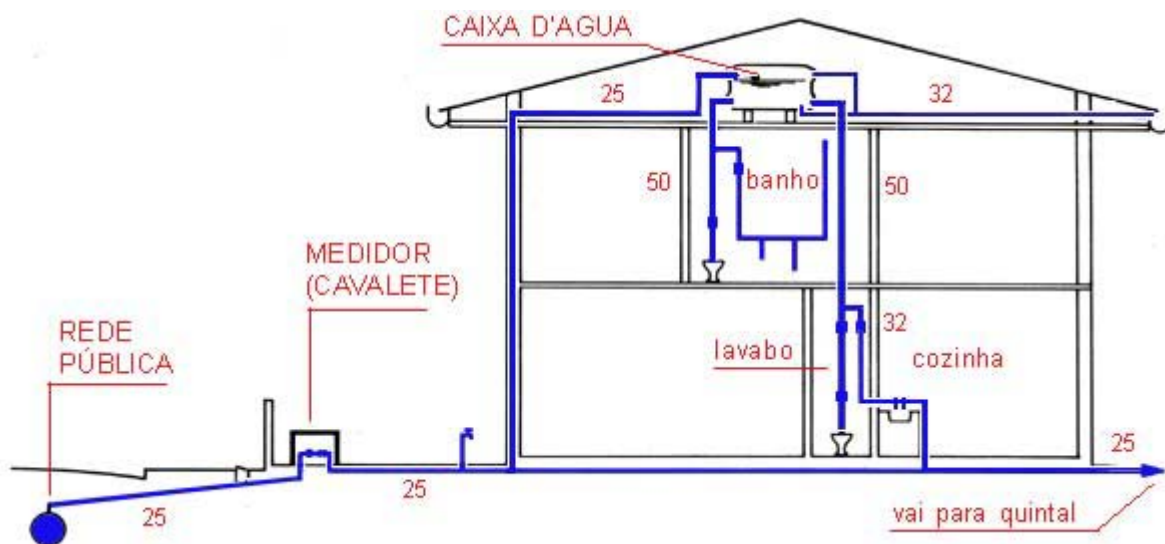
# Esquemas Hidráulicos

## Esquema de funcionamento e dimensionamento da instalação de água fria em residências

O uso do PVC para água e esgoto simplificou muito a confecção destas instalações, mas ainda tem muita gente com dúvidas. Para estas mostramos aqui o diagrama básico das instalações prediais de água fria em residências, inclusive com um método simplificado de dimensionamento, para quem detesta cálculos.

Quem teve a oportunidade de assistir a confecção de instalações hidráulicas com tubos de ferro sabe o quanto era difícil trabalhar com este material. Os tubos de PVC mudaram totalmente esta situação, hoje qualquer pessoa com um pouco de treino pode fazer uma instalação aceitável. Para arquitetos -- e para quem se aventura a construir por conta própria -- é interessante entender como funciona um sistema predial de água fria, para ajudar no próprio projeto arquitetônico. Este precisa prever os locais de passagem dos tubos, bem a localização das válvulas, registros de controle e aparelhos sanitários.

A instalação de água fria começa na rede pública ou, no caso de locais afastados, no poço onde se coleta a água. Para efeito deste nosso estudo, vamos supor que a residência está ligada à rede pública, que corre pela calçada ou até mesmo pelo meio da rua. Acompanhe pela **figura abaixo**. Quando se faz o pedido de ligação de água a concessionária faz uma sangria na tubulação que chega até um registro localizado junto ao alinhamento do lote. Este registro pertence à concessionária, que o usa para interromper o fornecimento caso o usuário não pague a conta.



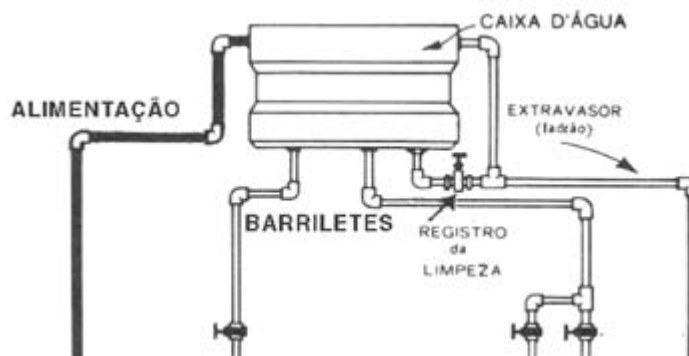
Do registro de entrada da concessionária parte uma ligação que chega até o hidrômetro, que faz parte de um conjunto chamado popularmente de "cavalete". O cavalete é constituído pelo medidor de consumo -- também pertencente à concessionária -- e o registro geral da água fria, este já pertencente ao usuário. Pelas normas das concessionárias, o cavalete pode ficar até 1,50 m afastado da frente do lote, mas é conveniente colocá-lo bem na testada, voltado para fora, possibilitando a leitura do consumo sem que o funcionário da concessionária precise adentrar o imóvel.

Do cavalete de entrada sai uma ramificação que sobe até o reservatório superior, a famosa "caixa d'água". No final desta alimentação, dentro da caixa d'água, está a torneira de bóia, encarregada de manter o nível da água lá armazenada. Da mesma saída do cavalete, também se costuma levar uma tubulação que alimenta a cozinha (torneira e filtro) e também a área de serviço, locais que precisam de mais pressão e/ou de água mais límpida. Este ramal extra costuma ser usado também para alimentar as torneiras de jardim, pois a maior pressão disponível facilita o uso de mangueiras para lavagem e irrigação.

## Ligações da caixa d'água

Além da tubulação de alimentação, que termina na torneira de bóia, existem na caixa d'água mais três tipos de ligação: **ladrão**, **lavagem** e **barriletes**. Acompanhe pela figura abaixo:

O ladrão fica localizado na parte superior da caixa d'água, próximo à borda. Sua função é evitar que água transborde, caso a torneira de bóia falhar. Justamente para isto, o diâmetro do ladrão tem que ser maior do que a tubulação de entrada. Em geral, nas residências se usa tubo de 25 mm na alimentação e de 32 mm no ladrão e na tubulação de lavagem. Esta última fica exatamente no fundo, bem rente à borda, e sua função é esvaziar totalmente a caixa para limpeza ou manutenção. Para tanto a tubulação de lavagem tem um registro, para ser aberto única e exclusivamente nesta ocasião.



Chegamos então aos barriletes. Este é o nome que se dá para a saídas onde serão conectadas as tubulações de distribuição da água fria pelo imóvel. Mas qual é a diferença entre um barrilete e a separa lavagem barrilete cole água pelo menos 10 cm acima do fundo da caixa, para evitar que se use água contaminada pelos depósito que vão sedimentar o fundo da caixa. A saída para lavagem coleta a água o mais próximo possível ao fundo, justamente para retirar as partículas sedimentadas.

## Ramais de distribuição

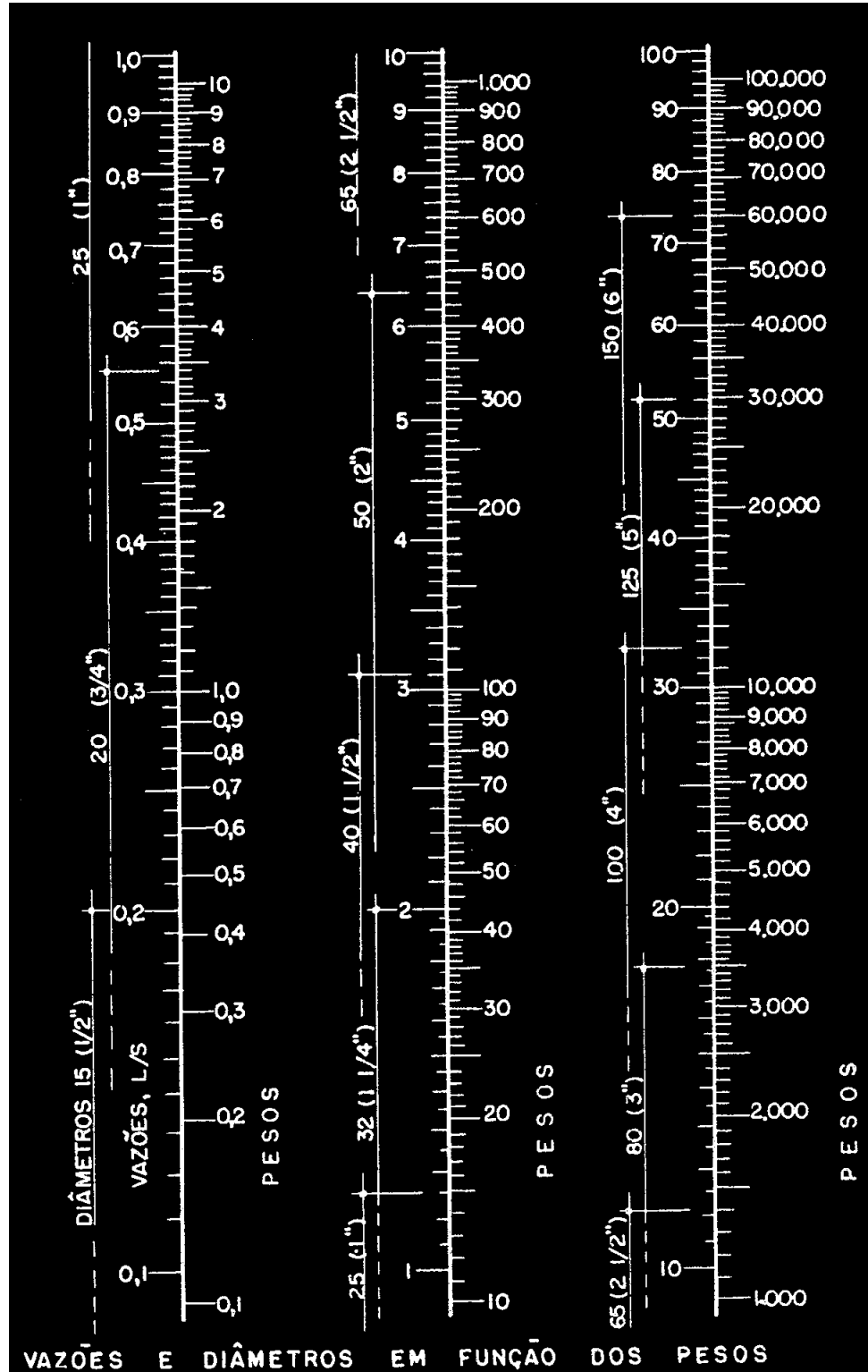
Os ramais de distribuição, por sua vez, levam a água fria através do imóvel conduzindo-a até os pontos de consumo, constituídos pelos chuveiros e torneiras. Em pequenas obras, costuma-se sair com um tubo de 50 mm (1 1/2") para alimentar o banheiro (com válvula de descarga) e outra de 25 ou 32 mm para alimentar cozinha, área de serviço e banheiros com bacia de caixa acoplada. Em obras maiores, com mais cômodos, é conveniente fazer uma saída para cada banheiro, outra para a cozinha e outra para a área de serviço. Com isto, um ambiente não interfere no funcionamento do outro, pois ficam totalmente independentes.

Caso o banheiro utilize caixa acoplada ao invés de válvula de descarga, pode ser alimentado com um único tubo de 25 ou 32 mm, que servirá também para o chuveiro e pia. Se o projeto estiver prevendo aproveitamento de água de chuva, de cisterna ou de reuso, deverá haver uma caixa d'água e uma tubulação especificamente para o vaso sanitário, pois não se deve utilizar água reciclada no chuveiro, nas pias, na cozinha e na área de serviço.

## Dimensionando a tubulação

O cálculo preciso para saber o melhor diâmetro de um tubo de distribuição de água fria leva em conta diversos parâmetros como comprimento e tipo do tubo, quantidade de curvas e tês, vazão e pressão disponíveis. Em edifícios maiores, onde o custo passa a ser crítico, é conveniente fazer o cálculo exato, pois cada centavo economizado será multiplicará várias vezes dando uma boa diferença no final do custo da obra.

Em obras pequenas, digamos, com até três andares, você pode fazer um dimensionamento simplificado utilizando o **método dos pesos**. Ele se baseia no consumo de cada tipo de aparelho sanitário, de acordo com a tabela abaixo:



Aparelho	Peso
Vaso sanitário (com válvula)	40
Lavatório	0,5
Bidê	0,1
Banheira	1
Chuveiro	0,5

Vamos supor um banheiro onde existe uma bacia sanitária, bidê, lavatório e chuveiro. É improvável que tudo funcione ao mesmo tempo, assim, vamos admitir que funcionarão simultaneamente apenas a descarga do vaso sanitário e o chuveiro. Portanto, o peso máximo será de  $40 + 0,5 = 40,5$ . Com este valor em mãos, vamos ao ábaco em anexo e vemos que o tubo seria um de 1 1/4", mas está quase limite; assim, vamos ficar com o tradicional tubo de 50 mm, equivalente ao de 1 1/2". Não se esqueça, nos tubos de PVC são especificados pelo diâmetro externo, portanto o de 2" corresponde ao de 60mm e não ao de 50mm. No ábaco os diâmetros são internos e em polegadas, por isto fique atento a este detalhe.

O dimensionamento pelo método dos pesos funciona a contento em pequenas obras, mas o correto mesmo é contratar um profissional especializado que poderá fazer os cálculos exatos e especificar corretamente os materiais. Como em tudo na Engenharia, os cálculos precisam ser interpretados, considerando-se cada situação em especial.

## Qual a durabilidade do encanamento de um edifício? Qual o melhor material para as tubulações hidráulicas?

**Quem mora em um antigo prédio de apartamentos sabe como são comuns os rateios extras para troca de tubulação. Nada mais normal, pois as tubulações têm uma vida útil que pode ser maior ou menor dependendo do tipo de material e das condições de utilização. Mas quanto tempo dura? Que materiais utilizar? Veja esta análise dos diversos tipos de materiais, com seus prós e contras.**



A durabilidade das tubulações em uso nos edifícios depende de uma série de fatores, cuja estimativa é difícil de ser feita com precisão. Entre esses fatores se destacam:

- Natureza do material dos tubos e conexões -- PVC, PPT, cobre, aço galvanizado ou ferro fundido,
- Tipo de junta -- solda, rosca com vedante, fusão pelo calor, fusão por adesivo solvente, anel de borracha elástico,
- Condições de exposição -- embutido em alvenaria, dentro de argamassa de contrapiso de laje, instalação aparente com e sem incidência de radiação solar, sujeição a variações térmicas,

sujeição a movimentações e acomodações estruturais, sujeição a oscilações cíclicas de pressão interna,

- Natureza química e temperatura do líquido transportado pela tubulação -- água potável clorada, água quente, esgoto doméstico, águas pluviais e outros.



Tubo de PVC marrom exposto à radiação ultravioleta e variações térmicas, que concorrem para redução do tempo de vida útil.

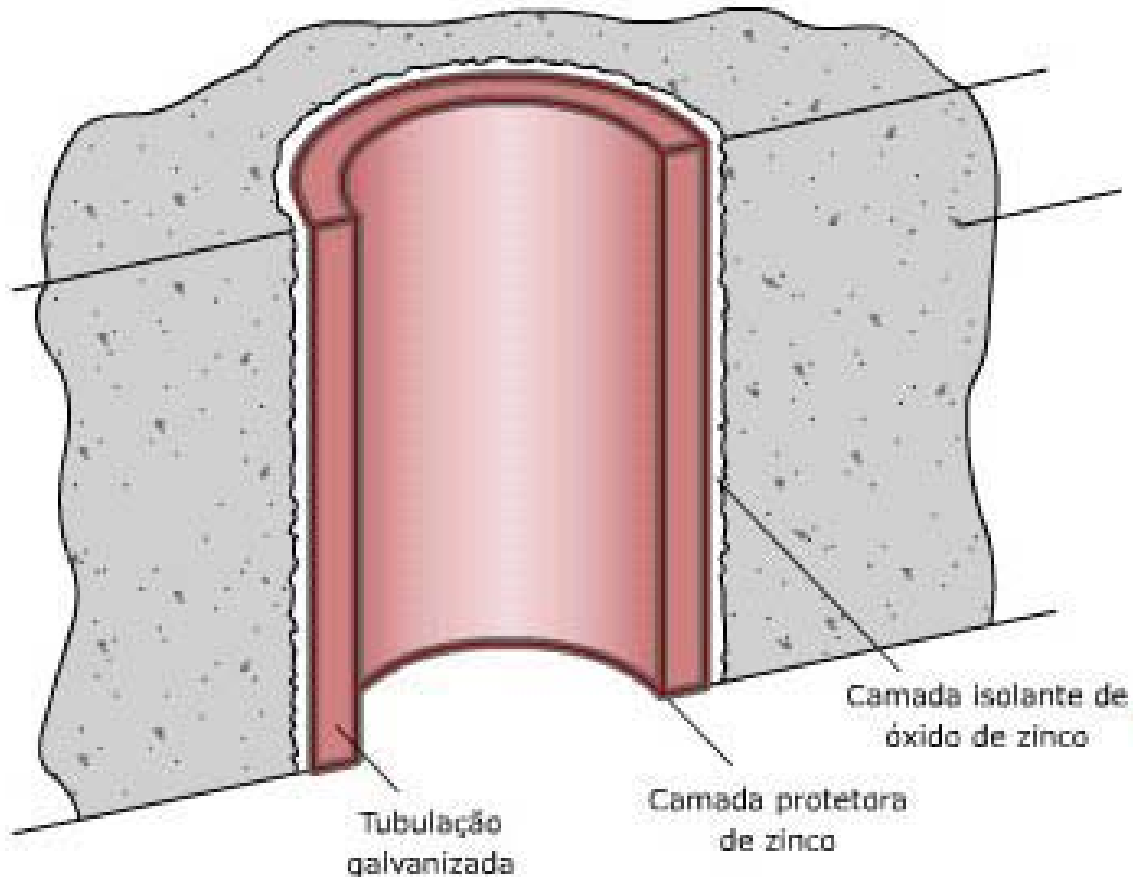
A água potável disponibilizada pela rede urbana em certas localidades pode apresentar sais minerais dissolvidos que se mostram agressivos a certos materiais de tubulações, concorrendo para a redução da vida útil. Este é o caso da elevada concentração de carbonatos e de bicarbonatos de cálcio e magnésio, e também quando ocorrem cloretos, oxigênio e cloro ativo livre, presentes em pequenas concentrações.

Esses componentes se mostram agressivos, com o passar do tempo, por exemplo, para tubos de aço carbono galvanizado. Dois tubos deste material, de uma mesma marca e mesmo lote de fabricação, poderão ter durabilidades diferentes ao conduzirem água com naturezas salinas diferenciadas; por exemplo, 18 anos de vida útil na região da serra fluminense e apenas 8 anos em Curitiba e região metropolitana.

Entretanto, há tubulações de aço carbono galvanizadas cuja utilização em Curitiba já passa de

25 anos e ainda apresentam bom desempenho. Este foi o caso do Condomínio Residencial Iguaçu, objeto de laudo técnico de minha autoria, Eng<sup>o</sup> Sérgio Frederico Gnipper, cujas tubulações de água fria, originalmente de aço galvanizado, estiveram em uso satisfatório por quase 40 anos e só recentemente deram mostras de obsolescência, requerendo completa substituição.

A particular explicação para este caso está na boa espessura e qualidade da camada protetora de zinco aplicada a quente (a chamada galvanização) nesses tubos, e a formação natural de uma camada externa protetora e isolante de óxido de zinco, de aparência esbranquiçada, que isolou as superfícies externas da tubulação do contato direto com a argamassa da alvenaria ou reboco, de natureza química agressiva.



A camada esbranquiçada de óxido de zinco protege a superfície externa de tubulação de aço embutida em argamassa

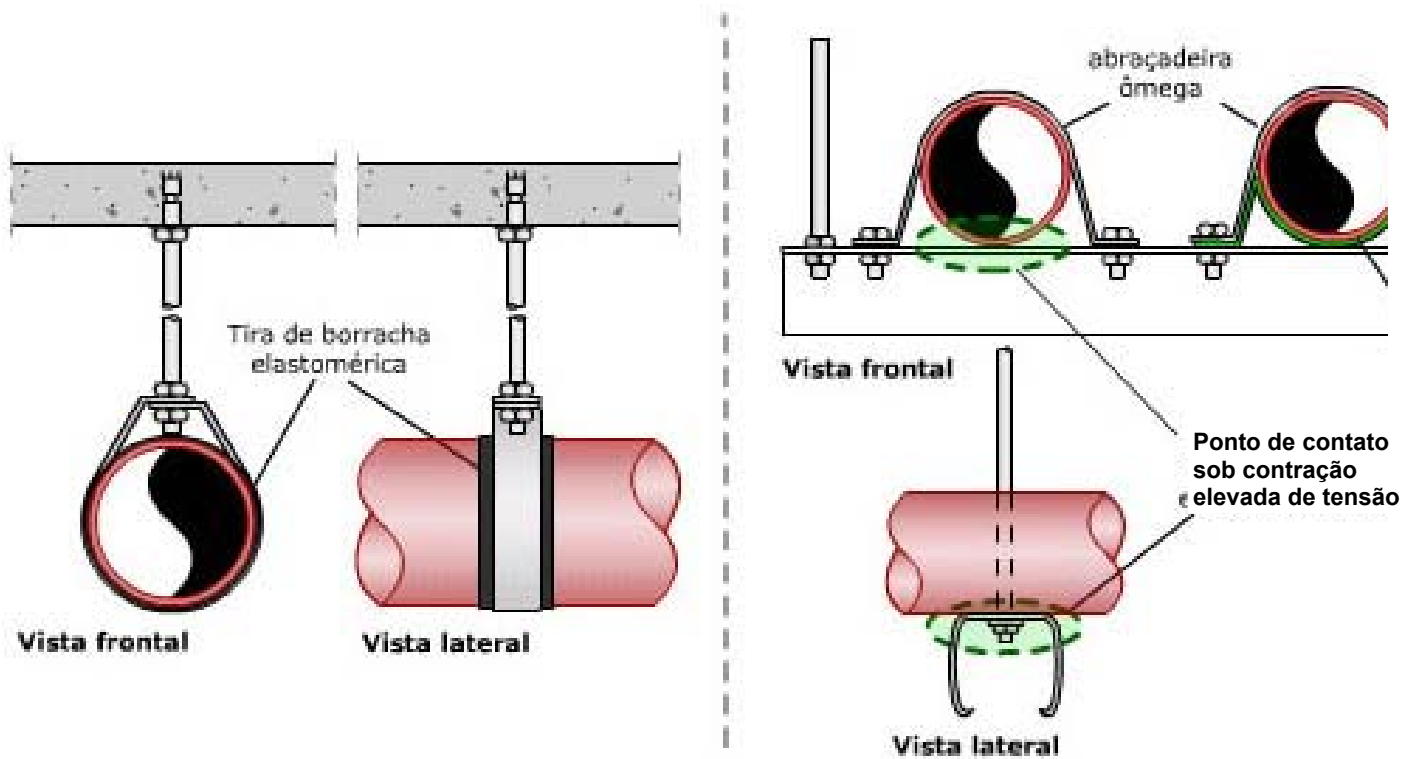
Um fator que acelera acentuadamente a degradação de tubos de aço carbono galvanizado e conexões de ferro maleável galvanizado é o chamado “par galvânico” ou “pilha galvânica”. Quando estes materiais são colocados em contato direto com outro tubo metálico de natureza eletroquímica muito diversa em presença de água (como o cobre, por exemplo), surge uma fraca corrente elétrica de baixa voltagem na região de contato desses metais diferentes, como ocorre com uma pilha ou bateria elétrica. Esse processo origina reações químicas de degradação do metal menos nobre, causando corrosão prematura e acelerada na tubulação galvanizada.



O par galvânico, resultante do contato direto de tubulação de cobre com tubulação de aço galvanizado, causa corrosão prematura e conseqüentes vazamentos.

Quando possível, um recurso para evitar a corrosão galvânica em tubos metálicos é interpor uma camada isolante de material não condutor entre os metais diferentes. É o caso de uma tira de borracha flexível colocada no apoio de um tubo de cobre em suporte de aço carbono galvanizado.





O isolamento com tira de borracha impede o contato direto de tubo de cobre com o suporte de aço galvanizado

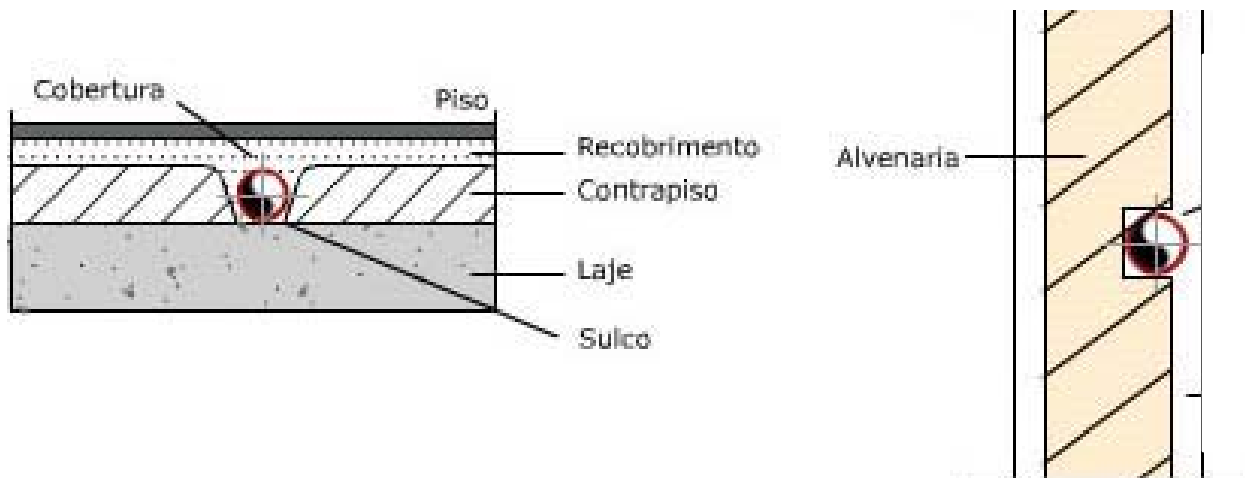
Devido à extrema variabilidade dos materiais e das condições de exposição, também é difícil avaliar o período econômico de vida útil das tubulações de uma edificação, o seja, o tempo máximo recomendado para ficarem em uso no edifício. Isto porque, a partir de uma certa idade em operação, os incômodos com vazamentos e gastos com reparos pontuais de uma tubulação passam ser significativos, compensando serem substituídos por outra nova. Sob condições de exposição bastante favoráveis ao longo de toda a vida útil, estima-se os seguintes períodos econômicos para diferentes materiais de tubulações:

- Cerca de 20 a 25 anos para tubos de PVC (podendo chegar a 45 anos);
- Cerca de 12 a 18 anos para tubos de aço galvanizado com conexões de ferro maleável galvanizado (porém atualmente apenas de 8 a 10 anos em certas localidades);
- Mais de 80 anos para os tubos de cobre com conexões de cobre/bronze, quando expostos a água não agressiva.

Tubulações com materiais de tecnologia de produção mais recente, como o CPVC (cloreto de polivinila clorado), o polietileno reticulado (PEX) e o polipropileno random (PPR), ainda não alcançaram idade em uso suficiente para a avaliação econômica do tempo de vida útil, por hora estimando-se para eles uma durabilidade semelhante à do PVC.

### **Em edifícios antigos é possível trocar com vantagens todo o encanamento?**

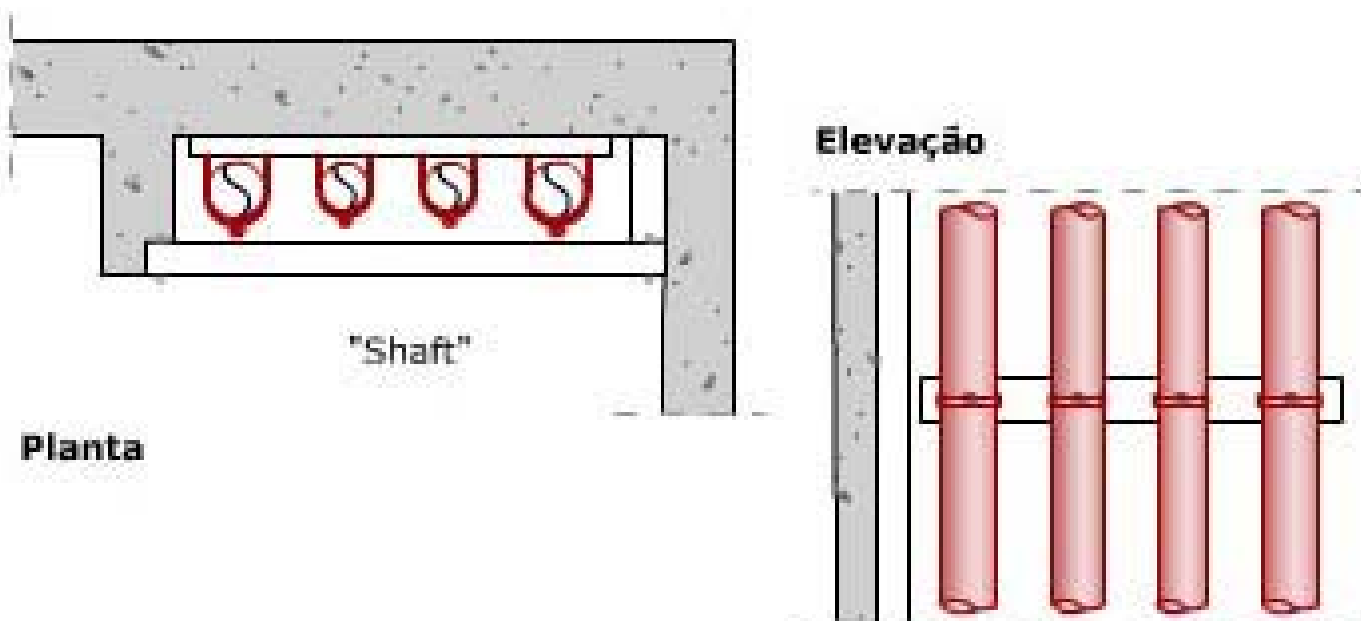
Geralmente a substituição generalizada das tubulações de uma edificação é mais difícil nos trechos embutidos em alvenaria e dentro de canaletas e rebaixos de pisos em edifícios dotados de lajes rebaixadas, tecnologia construtiva peculiar em construções executadas até meados dos anos 70.



Assentamento de tubulações dentro de contrapiso de laje e embutida em alvenaria

Isso porque essa substituição, na maioria dos casos, implica em quebra de azulejos, cerâmicas de piso e ladrilhos hidráulicos, cuja substituição é muito difícil de ser feita de forma satisfatória, dada a escassez de peças idênticas nos chamados “museus de azulejos”. Além disso, o custo de aquisição e de execução é alto, pois geralmente correm embutidos em paredes e pisos de banheiros, cozinhas e lavanderias.

Há situações mais favoráveis, em que boa parte das tubulações horizontais se aloja dentro de forros falsos de gesso, cujo acesso para substituição é facilitado e o reparo é rápido e de baixo custo. Outra situação favorável é aquela em que tubos verticais correm dentro de dutos apropriados, tecnicamente conhecidos como shafts, bastando remover a tampa para ter pleno acesso à tubulação.



Tubulações verticais de edifício instaladas dentro de duto (shaft) apropriado com acesso removível

Não basta simplesmente trocar a tubulação obsoleta, danificada ou corroída por outra de material idêntico ou diferente, tido como mais durável. É fundamental o conhecimento das causas da degradação e principalmente saber se o novo material da tubulação substituta terá durabilidade adequada nas condições locais. Isto somente um profissional credenciado e especializado poderá determinar, a partir da elaboração de um parecer técnico específico ou de um laudo técnico completo.

Também é preciso respeitar as características técnicas da instalação e as peculiares a cada tipo de material de tubulação, como a pressão hidráulica máxima a que ficará submetida e a resistência hidráulica de cada material ao fluxo líquido.

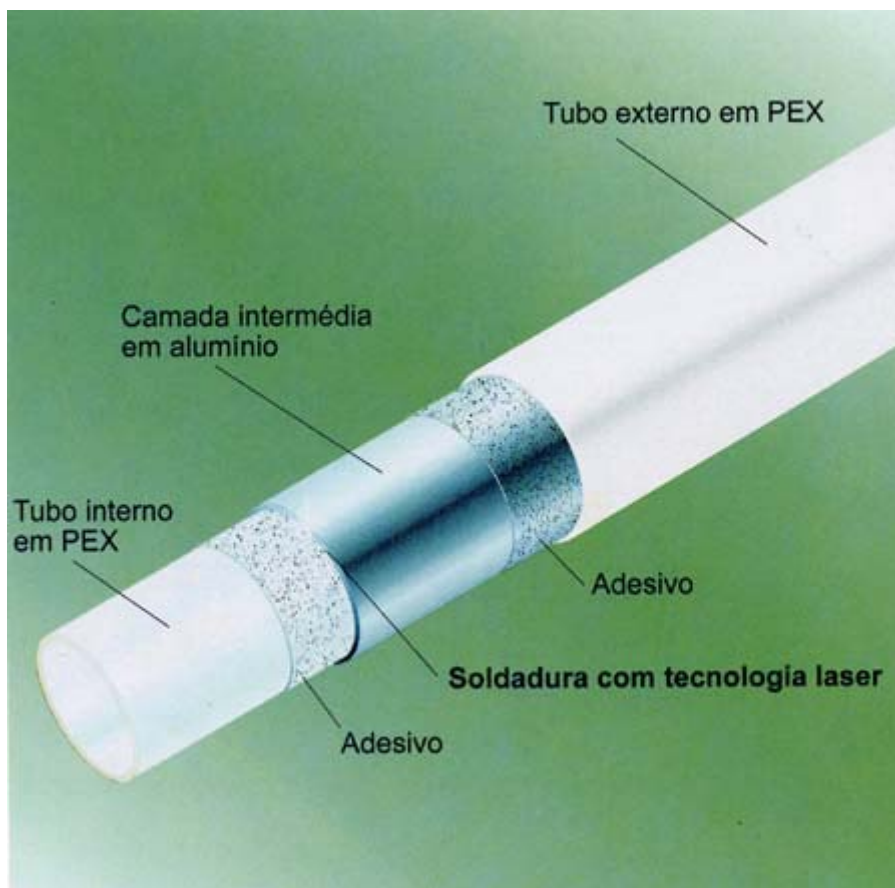
Por exemplo, ao substituir uma tubulação antiga de aço galvanizado por outra nova de cobre, é possível que muitos trechos possam ser executados com diâmetros menores que os da tubulação original, com desempenho equivalente, e com sensível economia. Isto ocorre porque os tubos plásticos e tubos de cobre oferecem menor resistência ao escoamento do que os tubos de aço.

Para isso, é necessária a elaboração de um projeto simplificado de reforma das instalações hidráulicas prediais, pois envolve cálculos técnicos especializados que só

um profissional habilitado está capacitado a fazer, havendo garantia legal de sua responsabilidade civil perante o CREA, segundo a legislação vigente, através da emissão de uma ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

Portanto, a decisão da substituição de uma tubulação hidráulica obsoleta só deve ser tomada com a assessoria de um profissional especializado. Isto porque outros fatores devem ser avaliados nessa ocasião, em favor do edifício, como a possibilidade de mudança do sistema de descarga de bacias sanitárias.

Substituindo-se as antigas válvulas de descarga por bacias sanitárias com caixas de descarga embutidas ou acopladas, que demandam tubos com diâmetros muito menores que os existentes, pode-se obter economia de execução das tubulações e ainda redução no consumo mensal de água na edificação de até 40%, que ajudará a amortizar os custos com o passar do tempo.



Tubo semi-flexível de alumínio com revestimento interno e externo constituído por camada plástica

Também nessa oportunidade deve ser avaliada a viabilidade técnica e econômica da instalação de medidores individuais de consumo de água potável para os apartamentos (os hidrômetros individuais), destinados ao rateio interno das despesas mensais do condomínio com água, de forma proporcional ao consumo efetivamente verificado em cada unidade condominial.

## **Que tipo de material deve ser usado para a substituição da tubulação do edifício?**

O edifício não requer um mesmo tipo de material para todas as tubulações hidráulicas e sanitárias. A escolha, além da expectativa de vida útil, deve levar em conta a finalidade da tubulação, a natureza, pressão e temperatura do líquido escoado (água quente, esgoto, ...), o melhor tipo de junta (rosca, solda, anel de borracha, ...) e as condições de exposição (tubo aparente, embutido, ...), entre outros fatores.

Os tubos metálicos historicamente foram os primeiros produzidos em escala industrial e, portanto, têm desempenho bem conhecido. São mais empregados em instalações prediais os tubos de aço carbono com conexões rosqueadas de ferro fundido maleável, ambos geralmente zincados por imersão a quente (galvanizados), e os tubos de cobre com conexões soldadas de cobre e/ou rosqueadas de bronze/latão. Foram recentemente introduzidos no mercado tubos semi-flexíveis de alumínio com revestimento interno e externo constituído por uma camada plástica.

Os tubos metálicos, de modo geral, apresentam as seguintes vantagens comparativas:

- Elevada resistência à pressão interna;
- Reduzida dilatação térmica característica;
- Estabilidade dimensional;
- Elevada resistência ao calor;
- Elevada resistência mecânica;
- Elevada resistência aos efeitos de fadiga mecânica e térmica;
- Resistentes à exposição prolongada à radiação ultravioleta e à ação do tempo;
- Eliminam pouca fumaça e gases tóxicos quando sob combustão;
- Maior confiabilidade em informação de desempenho sob uso prolongado;
- São incombustíveis em temperaturas geralmente alcançadas em incêndios em edifícios.

No entanto, os tubos metálicos apresentam as seguintes desvantagens ou inconvenientes:

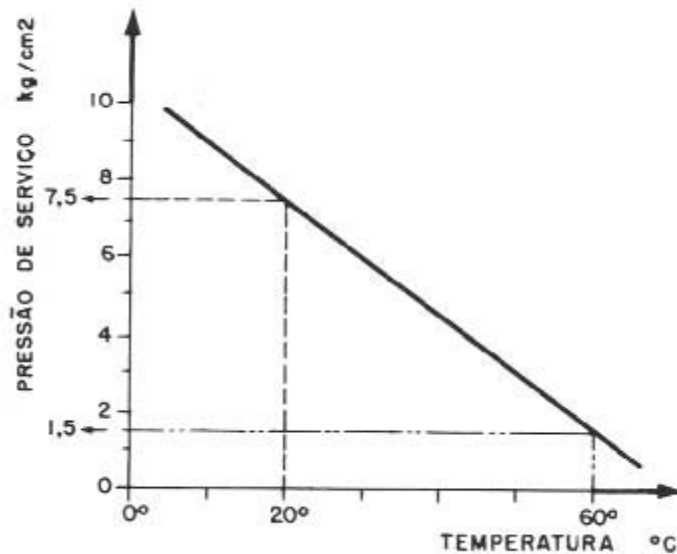
- Elevada condutividade térmica;
- Maior peso comparativo;
- Menor facilidade de manuseio,
- Maior dificuldade de execução das juntas rosqueadas ou soldadas;
- Maior resistência hidráulica ao escoamento;
- Baixa flexibilidade e elasticidade;
- Menor segurança na execução das juntas;
- Elevada transmissão acústica (ruído);
- Maior custo relativo de aquisição;
- Susceptibilidade à corrosão;
- Maior facilidade para acumulação de depósitos por corrosão, suspensões e precipitação;
- Possibilidade de contaminação da água por detritos de corrosão e chumbo presente nas soldas;
- Maior facilidade de transmissão dos efeitos de golpes de aríete.

Os tubos metálicos são especialmente indicados para uso em funções onde ficarão submetidos a elevadas pressões, como é o caso das tubulações da rede de hidrantes de incêndio e da

tubulação de recalque, que conduz água potável desde as bombas hidráulicas da cisterna até o reservatório elevado do edifício. Também são empregadas em edifícios altos para levar água potável do reservatório elevado até as válvulas redutoras de pressão.

Tubulações de cobre são especialmente indicadas para a condução de água quente em razão de sua estabilidade química e dimensional. Tubos e conexões galvanizados são muito suscetíveis à corrosão quando a temperatura da água em seu interior ultrapassa os 50°C. Já os tubos de PVC marrom apresentam acentuada queda na resistência à pressão e enorme dilatação térmica ao conduzirem água quente, sendo, em conseqüência, contraindicados nesses casos.

Também os tubos de cobre levam vantagem sobre os tubos de aço nas redes prediais de distribuição de gás combustível, pois as juntas soldadas permitem elevada estanqueidade, evitando os perigosos vazamentos, e não sofrem ataques químicos de material constituinte das argamassas em presença de umidade, quando embutidos em contrapisos de lajes. Isto confere aos tubos de cobre elevadíssima vida útil, a despeito do seu custo ser quase o dobro do custo do aço e até quatro vezes mais que o custo de tubos plásticos.



Por outro lado, os tubos plásticos compreendem uma grande variedade de componentes fabricados a partir de polímeros orgânicos sintéticos, obtidos, sobretudo, a partir de derivados petroquímicos.

Queda da pressão de serviço de tubo de PVC marrom com o aumento da temperatura da água

Os materiais plásticos mais utilizados são o PVC (ou cloreto de polivinila), o PPR (ou polipropileno random), o CPVC (ou cloreto de polivinila clorado) e o PEX (polietileno reticulado ou com ligação cruzada). Os tubos plásticos, de modo geral, apresentam as seguintes vantagens comparativas:

- Elevada resistência à corrosão ou oxidação;
- Boa durabilidade quando abrigados da ação do tempo;
- Baixa condutividade térmica e elétrica;
- Baixo peso comparativo;
- Facilidade de manuseio;
- Rapidez e facilidade de execução das juntas (as juntas a quente requerem termofusor);
- Baixa resistência ao escoamento;
- Pouca acumulação de detritos;
- Boa flexibilidade e elasticidade;
- Maior segurança na execução das juntas (dispensam emprego de maçarico);
- Baixa transmissão acústica;
- Baixo custo relativo de aquisição.

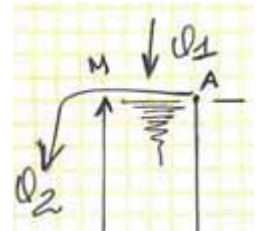
Entretanto, os tubos plásticos também apresentam as seguintes desvantagens ou inconvenientes:

- Baixa resistência ao calor;
- Baixa resistência mecânica;
- Baixa resistência aos efeitos de fadiga mecânica e térmica;
- Degradação devida à exposição prolongada à radiação ultravioleta;
- Elevada dilatação térmica unitária;
- Eliminação de fumaça e gases tóxicos quando sob combustão;
- Pouca informação do desempenho sob uso prolongado (não mais de 40 anos de uso no mercado nacional).

Os tubos de PVC têm sido muito empregados em redes de distribuição predial de água potável, e instalações prediais de esgoto sanitário e de coleta de águas pluviais. Já os tubos de CPVC e PPR são especialmente fabricados para a condução de água quente.

## Pressão disponível, pressão estática e pressão dinâmica. O que é isto?

**Entendendo de vez a questão de pressão disponível, pressão estática e pressão dinâmica. Por que esse assunto sempre foi misterioso???? Agora não é mais, acompanhe a explicação do Eng. Manoel Botelho e entenda estes conceitos.**



Um dos assuntos menos entendido da Hidráulica, por incrível que pareça, é a questão das pressões da água. Eu mesmo, ao estudar a Hidrostática no curso Colegial e achando que entendia tudo, no curso de engenharia fui apresentado -- ou melhor, fui **mal** apresentado -- aos conceitos de **pressão dinâmica**, **pressão estática** e, o que é pior, **pressão disponível**.

E a velha pressão, como fica? Como se medem essas novas pressões? A velha pressão eu sabia medir, por manômetros ou por tubos de água em que ela sobe. E as novas pressões, como são medidas? Só descansei quando: • Descobri que essas pressões não existem, • Decidi contar essa história e desmistificar conceitos.

Para entender a história é necessário que se entenda e aceite: • A água em contato com a atmosfera tem pressão nula, (tem gente que reluta nessa idéia), • Pressão é a altura de água num tubo e que sobe até um valor que corresponde a essa pressão.

Para isso preparei os dois esquemas a seguir, mostrando um sistema hidráulico em três situações:

Situação 1 - com a válvula no ponto D fechada,

Situação 2 - com a válvula no ponto D totalmente aberta.

Situação 3 - com a válvula no ponto D só um pouquinho aberta.

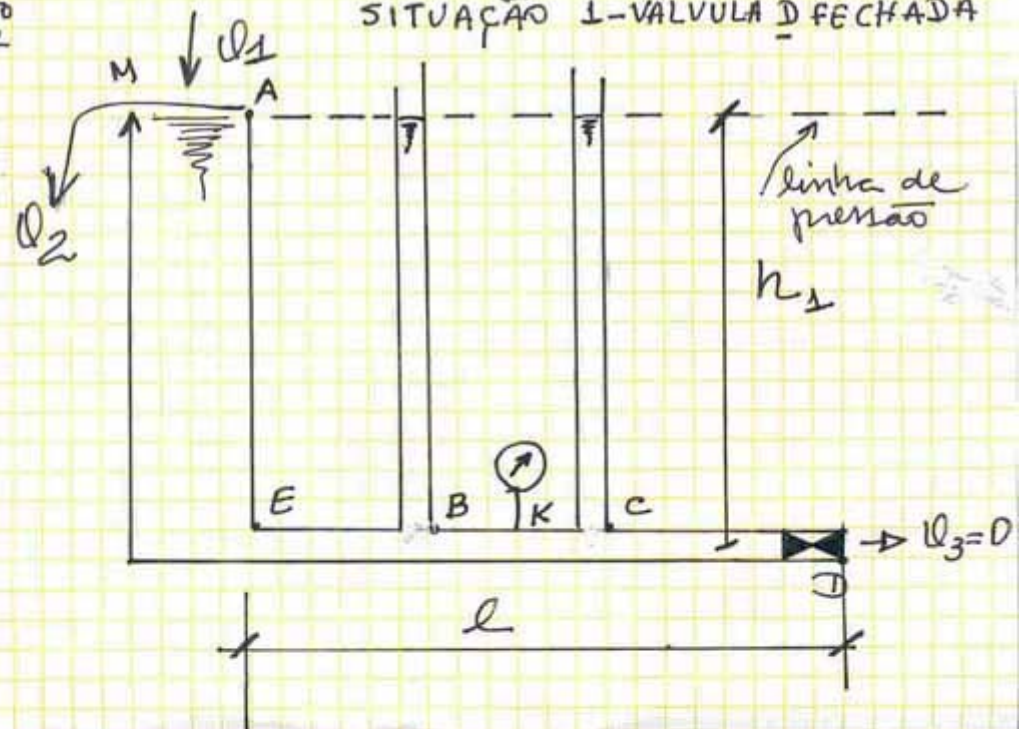
A válvula é uma torneira, nossa velha conhecida.

Vejam-se os desenhos a seguir. Recomenda-se imprimir os desenhos e acompanhar o texto com os desenhos na mão.

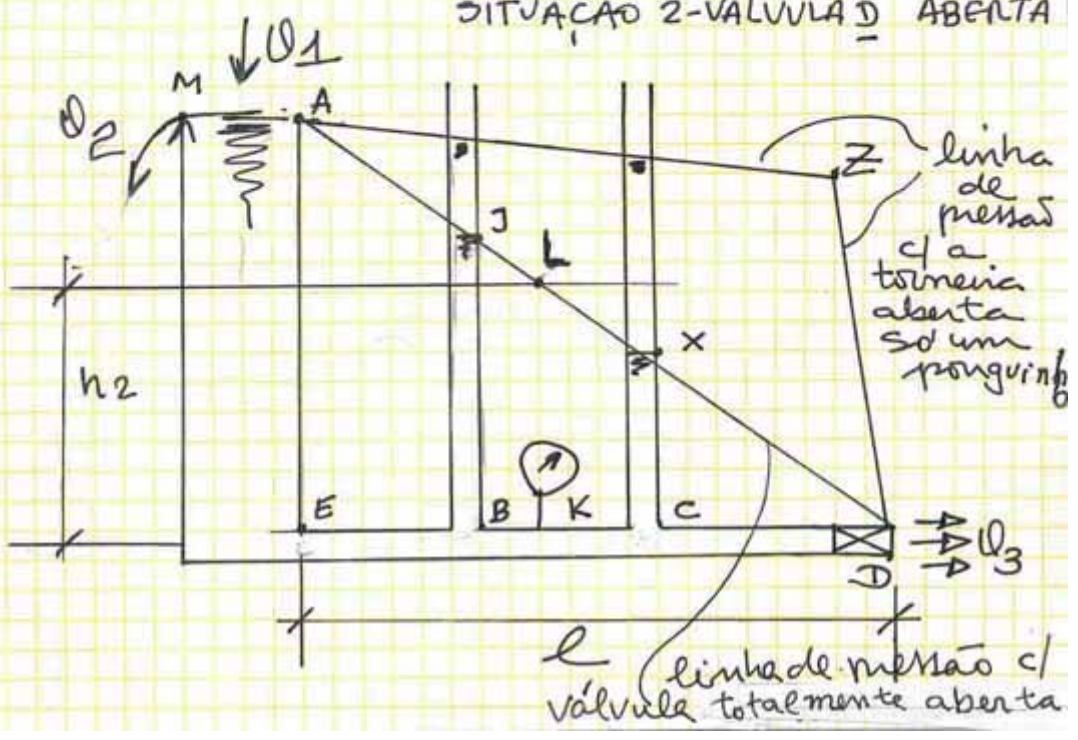


AGOSTO  
2002

SITUAÇÃO 1 - VÁLVULA D FECHADA



SITUAÇÃO 2 - VÁLVULA D ABERTA



Notar que o sistema hidráulico em qualquer situação tem o nível de água constante em M. Chega ao sistema uma vazão  $Q_1$  e estando a válvula (D) fechada, sai do sistema a vazão  $Q_2$  igual à  $Q_1$  pois a vazão  $Q_3$  (em D) = 0. Na situação 2 onde existe a vazão  $Q_3$  diferente de zero então:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$



Analisemos a situação 1.

Como não existe vazão em D todo o sistema dentro do tanque e dos tubos tem velocidade nula. Estamos na condição estática. É a hidráulica denominada de hidrostática. A pressão hidráulica nos pontos E, B, C e D é igual e vale a altura de água  $h_1$ . Notar que nos tubos nos pontos B e C a altura de água é a mesma. No ponto D não existe tubo para se saber a altura de água que ocorreria mas, se existisse, marcaria  $h_1$  e se puséssemos um manômetro (medidor de pressão) marcaria implacavelmente  $h_1$ .

Para complicar o estudo inventaram uma tal de pressão estática e que no caso é  $h_1$ . Por razões didáticas melhor é dizer que nos pontos ocorre uma pressão nas condições estáticas, para não criar na mente dos jovens um conceito de pressão estática diferente da pressão hidráulica.

Até agora tudo fácil. Vamos agora abrir total ou parcialmente ou só um pouquinho a válvula em D. Sairá uma vazão em D igual à  $Q_3$  e que será diferente de zero. Se abirmos totalmente a válvula sairá uma vazão  $Q_3$  que será a máxima possível.

Se fecharmos um pouco a válvula a vazão  $Q_3$  diminuirá um pouco e se fecharmos mais um pouco a válvula a vazão  $Q_3$  diminuirá mais ainda e se fecharmos tudo a vazão em  $Q_3$  virará zero. A premissa é que a vazão  $Q_1$  é bem maior que  $Q_3$  e portanto sempre existe uma vazão de extravasamento  $Q_2$ .

Vejamos agora as pressões hidráulicas nos vários pontos do sistema que está numa situação dinâmica.

No ponto A a pressão da água é zero pois qualquer água em contato com a atmosfera a pressão é nula.

No ponto E a pressão da água é medida pela altura de água e portanto vale  $h_2$ .

Notar agora que instalamos um tubo transparente em B e esse tudo a água sobe até o ponto J mais baixo que o ponto A. A pressão em B é medida pela altura JB e é menor que a altura EA. Por que caiu a pressão em B? É que a água ao escoar perde energia e a perda da energia pode ser medida pela altura JA.

No ponto C a pressão pode ser medida pela altura de água num tubo transparente e vale XC e que é menor que JB. Por que diminuiu a pressão em C? Perda de energia face ao escoamento ( condições dinâmicas ).

Se instalarmos um manômetro em K a pressão será menor que em B e maior que em C. Qual a pressão em D? Nula. Qualquer água em contato com a atmosfera tem pressão nula.

E qual seria a pressão num ponto no tubo a esquerda de D? Basta ver a linha de pressões AD. A pressão seria muito pequena. A linha das pressões é a linha que mostra a pressão em cada ponto.

Fica uma pergunta. Se mudarmos a condição da válvula em D, abrindo mais ou menos como fica a linha pressões AD e que mostra como evolui as pressões de E a D?

Resposta - passando pouca vazão ( pequeno  $Q_3$  ) a linha de pressões é pouco inclinada e existe uma enorme perda de carga na válvula pouco aberta.

Se abirmos um pouco mais a válvula então diminui a perda de carga na válvula e aumenta a inclinação de AD. As pressões nas condições dinâmicas são denominadas pressões dinâmicas.

### **Mas o que é pressão disponível ?**

É fácil de entender. Na situação 2 (válvula aberta em D) as pressões em qualquer ponto entre E e B são maiores que num ponto entre C e D. Notar que estamos falando em pontos sem saída de água. Digamos que furamos um ponto entre E e B e chamemos esse ponto de M. Sairá uma vazão em M que será função da posição de M (mais ou menos próximo do ponto E) e função da área do furo.



$$Q = S.V$$

Onde:

S = seção, área

V = velocidade

Se fizermos um outro furo com a mesma seção num ponto Y entre B e C a vazão de saída será menor que a vazão do ponto M. Por que ?

Nos dois pontos a pressão da água de saída é nula, pois água em contato com a pressão atmosférica tem pressão nula. Mas a vazão de saída da água em M é maior que a vazão de saída em Y pois a pressão que existia antes do furo em M era maior que a pressão em Y. Como as seções são iguais e como a vazão em M é maior então a velocidade de saída em M é maior que a velocidade de saída em Y.

Moro no segundo andar de um prédio de apartamentos e a velocidade de saída (e não a pressão de saída) na minha torneira do tanque é maior que a velocidade de saída da água da torneira semelhante do quinto andar pois a pressão da água quando as duas torneiras estão fechadas é maior no segundo que no quinto andar. Logo a vazão de saída na minha torneira é maior que a vazão de saída no apartamento mais alto.

Logo para se saber a pressão disponível num ponto da instalação o certo é medir a pressão nesse ponto e que se transforma em velocidade quando se abre um orifício ( torneira ) no ponto. Ou seja para saber a pressão disponível na minha torneira eu posso:

- Instalar um manômetro que bloqueia a saída de água ( vazão nula ) mas mede a pressão,
- Instalar um tubo e deixar a água subir. É um manômetro rudimentar.

A altura de água no tubo é pressão no ponto e chamada de pressão disponível. Será o mesmo valor indicado no manômetro.

Agora atenção.

Já ouviram falar de mangueira de alta pressão? Não existe mangueira de alta pressão. Existe mangueira de alta velocidade de saída. Postos de gasolina lavam carros com alta velocidade de água e não com alta pressão pois água em contato com a atmosfera tem pressão nula.

## Dúvidas Mais Frequentes no uso de Tubos de PVC



**Os tubos de PVC são usados há décadas na Construção Civil e fazem parte da vida de todos nós. Entretanto, até mesmo alguns profissionais do ramo, com anos de experiência, têm algumas dúvidas sobre o produto e como usá-lo.**

Lembro-me perfeitamente de quando era criança – há algumas décadas... -- quando as tubulações das obras eram feitas todas em ferro, para a água fria, ou em manilhas de barro e chumbo, para o esgoto. Vivia em um bairro onde existiam muitas obras e era normal para mim assistir à chegada dos encanadores. De cara já instalavam a morsa e preparavam seus cocinetes para fazer as roscas. Depois era preciso cortar milimetricamente os tubos, fazer a rosca com toda a paciência, passar zarcão e estopa para vedar a rosca – ainda não havia aparecido o vedar-rosca de teflon – e assim ia sendo montado aquele esqueleto de ferro por onde passaria água.

Quando apareceram os primeiros tubos de PVC foi uma surpresa. Aqueles “caninhos” pareciam tão frágeis, tão descartáveis, quando comparados àquela fortaleza de ferro... Mas quando entrei profissionalmente para o ramo da Arquitetura e Construção pude ver que a realidade era bem o oposto. Tive a oportunidade de reformar algumas daquelas mesmas obras que vi sendo construídas quando adolescente, e constatei que as instalações feitas em tubo de ferro estavam completamente deterioradas, passava apenas um filezinho de água devido às inúmeras

incrustações que se acumularam ao longo dos anos. Em comparação, aquelas “frágeis” instalações feitas com PVC estavam muito bem, obrigado. Quando retiradas das paredes estavam perfeitas, alguns tubos pareciam que tinham acabado de ser instalados.

E as tubulações de esgoto, então, feitas com manilhas de barro? Tragédia pura... com o tempo as pequenas goteiras que sempre saiam das juntas foram solapando a terra ao redor causando pequenos buracos que foram se ampliando e com o tempo todo o sub-solo da construção cedeu, levando as paredes junto. Aliás, foi justamente por isto que várias daquelas casas antigas estavam sendo reformadas, para trocar a tubulação de esgoto e reparar as paredes que haviam rachado...

Hoje a realidade das tubulações de PVC na construção é totalmente diferente daqueles tempos iniciais. Atualmente há linhas específicas para cada finalidade, inclusive para água quente, e já se conhece bastante o uso do PVC na construção. Entretanto, mesmo com tanto tempo de convivência, alguns profissionais ainda têm certas dúvidas quanto ao uso não só do PVC como de alguns produtos usados na sua instalação.

## DÚIDAS

### **Qual produto remove o excesso de silicone em peças de louças, vidros e outros materiais?**

Não há produtos químicos específicos para essa prática. O correto é proteger a região com fitas adesivas para se evitar que o excesso de material se espalhe em local indevido. Quando ocorrer excesso, somente é possível sua remoção após a secagem do produto, utilizando-se de ferramentas cortantes (facas ou lâminas de barbear, por exemplo) para a remoção.

### **Qual produto pode ser utilizado para remover o adesivo plástico de PVC quando impregnado em tecidos?**

Não há nenhum composto químico capaz de remover o adesivo sem danificar a fibras do tecido. Assim, o ideal ao manipular o adesivo plástico é usar roupas descartáveis e forrar carpetes, cortinas e outros tecidos que estejam nas proximidades e que não possam ser estragados.

### **Qual o tempo de espera para a utilização da tubulação de PVC após a soldagem das juntas?**

Recomendamos que as tubulações cujas juntas são executadas com adesivo comum esperem 12 horas para serem submetidas à pressão hidrostática interna. Já aquelas executadas com Adesivo Extra Forte, a espera deve ser de 24 horas.

### **Qual a pressão que os tubos de esgoto suportam?**

Os tubos de esgoto não podem ser submetidos à pressão hidrostática. Conforme a NBR 5688/1999: Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação ; Tubos e conexões de PVC, tipo DN - Requisitos, esses tubos são indicados para escoamentos livres, ou seja, sem pressão, apenas pela ação da gravidade.

### **Qual a máxima pressão de serviço que os tubos de PVC soldável (marrom) para água fria suportam?**

Conforme especificações da NBR 5648/1999: Sistemas prediais água fria ; Tubos e conexões de PVC 6,3, 750 Kpa, com junta soldável - Requisitos, esses tubos suportam pressões de 7,5 kgf/cm<sup>2</sup> ou 75 mca ou 0,75mpa, a uma temperatura de 20°C.

### **Por que as conexões de PVC para água fria (marrom) apresentam linhas mais escuras em seu corpo, semelhante a uma rachadura?**

Esta linha, que aparece na peça exatamente no lado oposto ao ponto de injeção, é a linha que caracteriza o ponto de união da massa de PVC injetado na cavidade do molde da peça durante seu processo de injeção. Em algumas conexões esta linha coincide com a linha de fechamento do molde. A existência dessa linha em nada diminui a resistência das conexões às pressões hidrostáticas internas, sendo uma marca decorrente do processo de injeção e, por isso, visível em todas as conexões existentes no mercado. A visualização dessa linha é mais acentuada em conexões de cor marrom.

### **Os tubos de PVC podem ser instalados expostos ao sol?**

Sim, os tubos e conexões podem ser expostos ao sol sem qualquer risco de perder sua resistência à pressão hidrostática interna. Entretanto, a ação dos raios ultravioletas do sol provocará descoloração (perda de pigmento) das peças. Essa ação provocará um "ressecamento" da superfície externa dos tubos e das conexões e os mesmos ficarão mais suscetíveis a rompimento por impactos externos. Por isto, o ideal é evitar que os tubos de PVC fiquem expostos diretamente ao sol e às intempéries, sua vida útil será muito menor e, cá entre nós, Arquitetos, fica muito feio deixar tubos expostos nas coberturas dos edifícios, denotam falta de organização e improviso... Caso seja realmente necessário, os tubos devem ser pintados com tinta adequada, o que vai aumentar sua resistência (vide item a seguir)

### **Os tubos de PVC podem ser pintados? Qual o tipo de pintura recomendada?**

Os tubos e conexões de PVC podem ser pintados, desde que se utilizem tintas à base de esmalte sintético bastando, para isso, um leve lixamento na superfície de PVC antes da aplicação da tinta. Essa prática é recomendada sempre que os tubos e conexões estiverem expostos ao sol, a fim de evitar-se o "ressecamento" de sua superfície externa pela ação de raios ultravioletas.

### **O que é Diâmetro Externo (DE) e Diâmetro Nominal (DN) de tubos?**

Diâmetro Externo corresponde ao diâmetro externo médio dos tubos, medido em milímetros. Já o Diâmetro Nominal é um simples número que serve como medida de referência para classificação dos tubos, sendo uma referência comercial e que corresponde aproximadamente ao diâmetro interno dos tubos, em milímetros. O Diâmetro Nominal não deve ser utilizado para fins de cálculos.

### **O que é Classe 15 em um tubo soldável para água fria (marrom)?**

É a classe de pressão hidrostática de serviço a que o tubo está limitado, equivalente a 7,5 kgf/cm<sup>2</sup> ou 75 mca ou 750 Kpa, a uma temperatura de 20° C.

### **O adesivo de PVC pode ser utilizado para "colar" outros materiais?**

Não, o adesivo de PVC deve ser utilizado exclusivamente para a soldagem de PVC. Ele até tem alguma aderência a outros materiais plásticos, mas rompem a ligação ao mínimo esforço. O desenvolvimento de colas é uma ciência complexa e que depende muito dos materiais a serem unidos, dificilmente uma cola feita para um material serve em outro.