

Seja bem Vindo!

Curso Encanador Residencial

CursosOnlineSP.com.br

Carga horária: 60 hs



Conteúdo Programático:

Funções e Atividades de um Encanador
Conceitos Fundamentais de: Força, Pressão e Perda de Carga
Ferramentas mais Utilizadas pelo Encanador
Funcionamento do Sistema Predial de Água Fria
Dimensionamento das Instalações de Água Fria
Dimensionamento das Tubulações de Água Fria
Instalações - Embutidas, Aparentes e Enterradas
Instalações - Transposições e Variáveis Térmicas
Tipos de Conexões mais Utilizados para Água Fria
Exemplos de Algumas Instalações no Sistema de Água Fria
Exemplos de Algumas Manutenções no Sistema de Água Fria
Funcionamento do Motor bomba e Chave Boia
Funcionamento do Sistema Predial de Água Quente
Sistema de Água Quente - Linha Aquatherm (Tigre)
Instalação dos Tubos e Conexões Aquatherm (Tigre)
Manutenção e Reparos - Linha Aquatherm (Tigre)
Sistema de Água Quente - Linha PPR
Instalação e Reparos do Sistema de Água Quente da Linha PPR
Dimensionamento das Instalações do Sistema de Água Quente
Conhecendo o Sistema Predial de Esgoto
Dimensionamento das Instalações de Esgoto
Manutenção de Reparos no Sistema de Esgoto
Sistema Predial de Águas Pluviais e Drenagem
Componentes do Sistema de Coleta de Águas Pluviais
Dimensionamento do Sistema de Águas Pluviais
Manutenção do Sistema de Águas Pluviais
Exemplos de Esquemas de Ligações Hidráulicas

Bibliografia

Funções e Atividades de Um Encanador

O que faz um Encanador?

O Encanador é o profissional responsável por montar, ajustar, instalar e reparar encanamentos, tubulações e outros condutos.

O Encanador faz também instalações de encanamentos, de aparelhos sanitários, caixas de descargas, testa e conserta a rede hidráulica, incluindo canalizações, válvulas e registros.

Está sob as responsabilidades de um Encanador limpar e desobstruir ralos, tubulações, caixas de inspeção; fazer reparos em canalizações, reservatórios e chaves de boia, reparar vazamentos das tubulações de casa de bombas, substituir e eliminar vazamentos de aparelhos sanitários, trabalhar em tubulações de PVC, confeccionar e assentar calhas, assentar manilhas, fazer ligações de bombas, reservatórios de água, rede de água, esgoto e gás, construir indicadores para controle de volume de água nas caixas de abastecimento, limpar e desentupir calhas, fossas, condutores de águas pluviais, caixas de gordura, canos, ralos e instalações sanitárias em geral.

Para que o profissional tenha um bom desempenho como Encanador é essencial que esteja sempre bem atualizado nas atualidades e ter um bom raciocínio lógico.

Com que áreas um Encanador se relaciona em uma empresa?

O Encanador, por ser o profissional responsável por montar, ajustar, instalar e reparar encanamentos, se relaciona com a área de manutenção.

O encanador é um profissional autônomo bastante procurado?

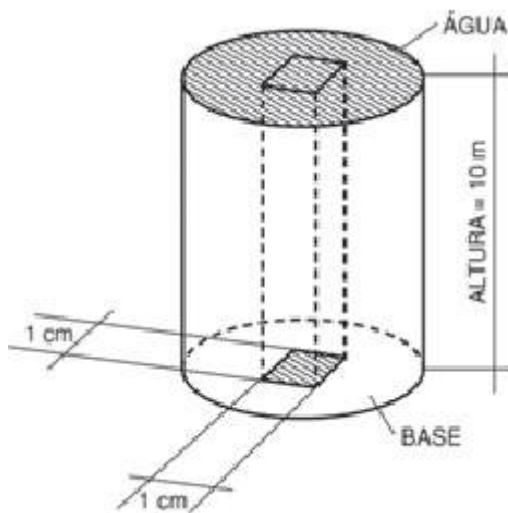
Sim, é um profissional bastante requisitado tanto em obras de construção de casas/prédios como também reformas e demais reparos.

Qual Formação Desejada de um Encanador?

- Cursos básicos profissionalizantes.

Conceitos Fundamentais de: Força, Pressão e Perda de Carga

Força: Quando uma força é aplicada sobre uma área, ocorre o que chamamos de pressão. Imagine um reservatório com 10 metros de altura, completamente cheio de água. Qual é a força, ou pressão, que teremos sobre o fundo deste reservatório? Será de 10 metros de força em cada cm^2 do seu fundo, não importando qual seja o seu diâmetro.

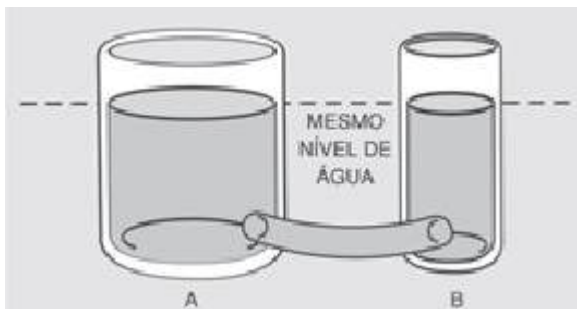


A água contida em um tubo tem um determinado peso, o qual exerce uma determinada pressão nas paredes desse tubo. Qual é essa pressão? Olhando para os dois copos, A e B, em qual dos dois existe maior pressão sobre o fundo? No copo A ou no copo B? A primeira ideia que nos vem à cabeça é de que existe maior pressão no fundo do copo A.

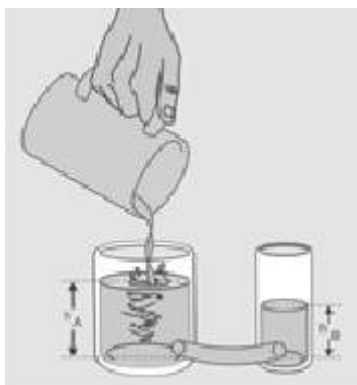


No entanto, se ligarmos os dois copos, como mostra a figura a seguir, observaremos que os níveis permanecem exatamente os mesmos. Isto significa que se as pressões dos copos fossem diferentes, a água contida no copo A empurraria a água do copo B, que transbordaria. As pressões, portanto, são iguais em ambos

os copos! É isto mesmo o que ocorre na prática. Esta experiência é chamada “Princípio dos Vasos Comunicantes”.



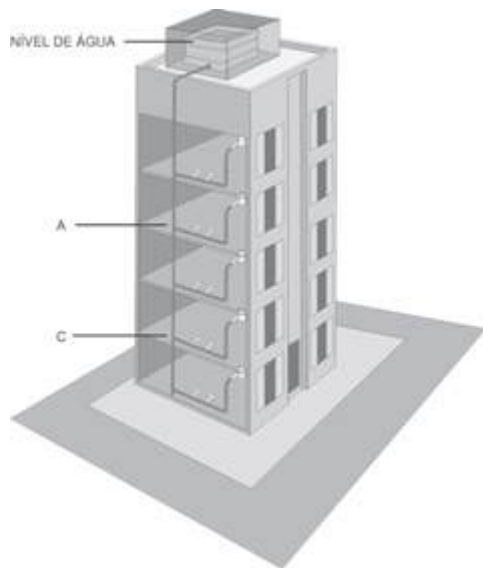
Agora, se adicionarmos água no copo A, inicialmente ocorre um pequeno aumento da altura "hA". O nível do copo A, então, vai baixando aos poucos. Com a adição de água, houve um aumento de pressão no fundo do mesmo, a qual tenderá a se igualar com a pressão exercida pela água do copo B.



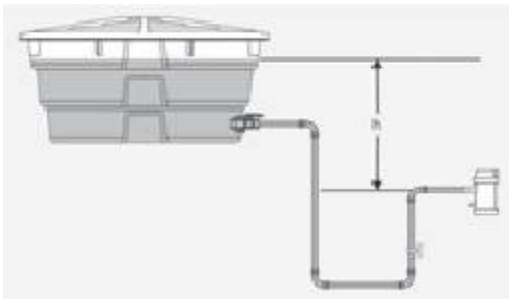
Conclusão: A pressão que a água exerce sobre uma superfície qualquer (no nosso caso, o fundo e as paredes dos copos) só depende da altura do nível da água até essa superfície. É o mesmo que dizer: a pressão não depende do volume de água contido em um tubo, e sim da altura. Níveis iguais geram pressões iguais. A pressão não depende da forma no recipiente.

Dentro do sistema de abastecimento e da instalação predial, a água exerce uma força sobre as paredes das tubulações. A esta força damos o nome de “pressão”. Nos prédios, o que ocorre com a pressão exercida pela água nos diversos pontos das tubulações é o mesmo que no exemplo dos copos. Isto é: a pressão só depende da altura do nível da água, desde um ponto qualquer da tubulação até o nível da água do reservatório. Quanto maior for a altura, maior será a pressão.

Se diminuirmos a altura, a pressão diminui. No esquema abaixo, observamos que a pressão no ponto C é maior que em A, pois ali a altura da coluna da água é maior que a coluna do ponto A.

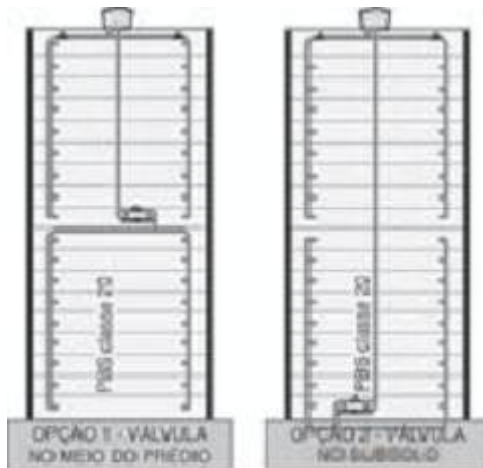


Pressão estática: Pressão da água quando ela está parada dentro da tubulação. O seu valor é medido pela altura que existe entre, por exemplo, o chuveiro e o nível da água no reservatório superior. Se for instalado um manômetro no ponto do chuveiro e a altura até o nível da água no reservatório for de 4 metros, o manômetro marcará 4 m.c.a.

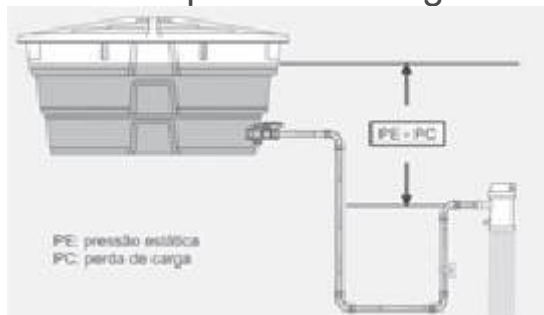


Com relação à pressão estática, a norma NBR 5626 de instalações prediais de água fria diz o seguinte:

Em uma instalação predial de água fria, em qualquer ponto, a pressão estática máxima não deve ultrapassar 40 m.c.a. (metros de coluna d'água). Isto significa que a diferença entre a altura do nível da água no reservatório superior e o ponto mais baixo da instalação predial não deve ser maior que 40 metros. Como então fazer uma instalação de água fria em um edifício com mais de 40 metros de altura? A solução mais utilizada, por ocupar menos espaço, é o uso de válvulas redutoras de pressão, normalmente instaladas no subsolo do prédio.



Pressão dinâmica: É a pressão verificada quando a água está em movimento, que pode ser medida também através de um manômetro. Esta pressão depende do traçado da tubulação e dos diâmetros adotados para os tubos. O seu valor é a pressão estática menos as perdas de carga distribuída e localizada.



Pressão de serviço: Esta representa a pressão máxima que podemos aplicar a um tubo, conexão, válvula ou outro dispositivo, quando em uso normal. Neste caso, citamos o seguinte trecho da norma NBR 5626: “o fechamento de qualquer peça de utilização não pode provocar sob repressão em qualquer ponto da instalação que seja maior que 20 m.c.a. acima da pressão estática neste ponto”. Isto quer dizer que a pressão de serviço não deve ultrapassar a 60 m.c.a. pois é o resultado da máxima pressão estática (40 m.c.a.) somada à máxima sobre pressão (20 m.c.a.).

É importante seguir estas recomendações para evitar danos nas tubulações, como os casos de rompimento de conexões, estrangulamento de tubos, etc, que trazem transtornos aos usuários.

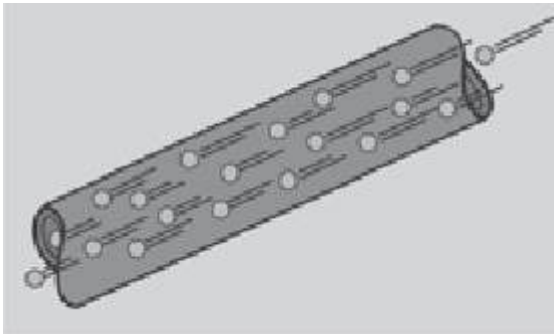
Importante: Alguns profissionais que executam instalações em prédios com grandes alturas utilizam tubos metálicos, pensando que estes são mais fortes e que resistem a maiores pressões. Na realidade, a norma não faz distinção entre os materiais de fabricação das tubulações das instalações. Dessa forma, a

pressão estática máxima de 40 m.c.a. deve ser obedecida em qualquer caso, independentemente dos materiais dos tubos. Tanto faz se for PVC, cobre ou ferro.

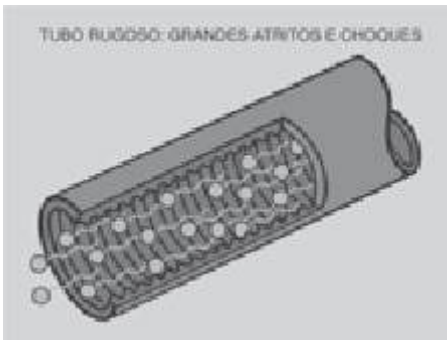
Perda de Carga: Inicialmente afirmamos que só podemos aumentar a pressão se também aumentarmos a altura. Como explicar o fato de que podemos aumentar a pressão em um chuveiro se fizermos o traçado da tubulação mais reto ou aumentarmos o seu diâmetro? Em laboratórios, pode se verificar que o escoamento da água nos tubos pode ser turbulento (desorganizado). Com o aumento da velocidade da água na tubulação, a turbulência faz com que as partículas se agitem cada vez mais e acabem colidindo entre si. Além disso, o escoamento causa atrito entre as partículas e as paredes do tubo. Assim, as colisões entre partículas, além do atrito entre essas partículas e as paredes dos tubos, dificultam o escoamento da água, gerando a perda de energia.

Podemos dizer então que “o líquido perdeu pressão”, ou seja: “houve perda de carga”.

Tubos com paredes lisas permitem um escoamento da água com menos turbulência, o que reduz o atrito. Ou seja, assim teremos menos choques entre as partículas da água e, portanto, menor perda de carga.



Tubos com paredes rugosas aumentam a turbulência da água, pois geram maior atrito. Assim, teremos mais choques entre as partículas da água e, portanto, maior perda de carga.



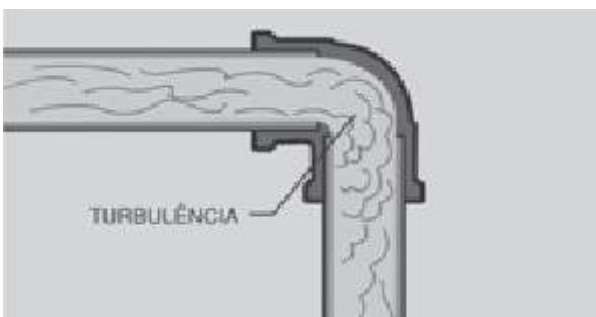
É importante lembrar que na prática não há escoamento em tubulações sem perda de carga. O que deve ser feito é reduzi-la aos níveis aceitáveis. Os tubos de PVC, por terem paredes mais lisas, oferecem menores perdas de carga.

Classificação das Perdas de Carga:

Distribuída: é aquela que ocorre ao longo da tubulação, pelo atrito da água com as paredes do tubo. Quanto maior o comprimento do tubo, maior será a perda de carga. Quanto menor o diâmetro, maior também será a perda de carga.

Localizada: nos casos em que a água sofre mudanças de direção, como nos joelhos, reduções, tês, ocorre ali uma perda de carga chamada de “localizada”. Isto é fácil de entender se pensarmos que nestes locais há uma grande turbulência concentrada, a qual aumenta os choques entre as partículas da água.

É por isto que quanto maior for o número de conexões em um trecho de tubulação, maior será a perda de pressão neste trecho ou perda de carga, diminuindo a pressão ao longo da rede.



Ferramentas mais Utilizadas pelo Encanador

Para exercer os serviços no sistema hidráulico, em canos e tubulações (seja em indústrias, tarefas domésticas ou empreendimento individual), o encanador precisa ter agilidade nos

serviços. As ferramentas a seguir são essenciais para encanadores pois desempenham a função de auxiliar e melhoram a qualidade dos serviços prestados. Veja abaixo as mais utilizadas e a função a que cada ferramenta se destina:

Arco de serra com serra de dentes pequenos



Tendo como função serrar tubos o arco de serra pode ser ajustável para trabalhos com diferentes tamanhos de lâminas.

Chave de grifo de 3/4 até 36 Polegadas



É uma ferramenta manual de fácil manuseio utilizada para fixar, soltar e manipular tubos e peças de diversos formatos.

Chave inglesa



Nos serviços hidráulicos, a chave inglesa serve para colocação de torneiras evitando arranhões. Sua regulação pode ser controlada por quem está fazendo uso dessa ferramenta

Chave de boca



É a ferramenta indicada para trabalhos que exijam apertar ou soltar porcas e parafusos com cabeça sextavada. No trabalho diário do encanador, ela pode ser usada para fixação de louças sanitárias.

Furadeira



No trabalho diário do encanador, a furadeira é utilizada para colocação de louças sanitárias e outras possíveis utilizações.

Maçarico a gás



É uma ferramenta térmica que serve para soldagem em tubulações, remover tinta, encolher materiais, entre outras funções.

Morsa



São geralmente montados em bancadas e possuem duas partes chamadas “mordentes” que se deslocam aproximando-se uma da outra para segurar ou apertar peças e componentes a serem trabalhados, como tubos, por exemplo.

Outras ferramentas mais conhecidas:

Marreta, talhadeira e ponteira: Fazer cortes em paredes

Serra mármore: Para fazer cortes nas paredes de alvenaria.

Linha de pedreiro: Alinhamento das tubulações de esgoto

Trena de pelo menos 5 metros: Para aferir medições corretas

Nível de mão: Colocação dos tubos nas alvenarias de forma correta

Régua de alumínio: Chumbamento de tubos em profundidades certas

Lixa fina e panos: Para criar maior abrasão da cola

Conjunto de chaves com vários tamanhos dos tipos: fenda, Philips e allen.

Funcionamento do Sistema Predial de Água Fria

É formado pelas tubulações, reservatórios, dispositivos de utilização e outros componentes que permitem o abastecimento de água fria e o uso de cada um dos pontos de consumo, como: chuveiros, lavatórios, bacias sanitárias, banheiras, etc.

No Brasil existem três sistemas atualmente utilizados para o abastecimento das edificações:

Público: a alimentação da edificação é feita através de rede de água da concessionária.



Particular: a alimentação é feita através de fontes como poços artesianos, etc.



Misto: onde utiliza-se o sistema de abastecimento público e particular ao mesmo tempo. Neste caso, o órgão que gerencia recursos hídricos deve ser consultado.



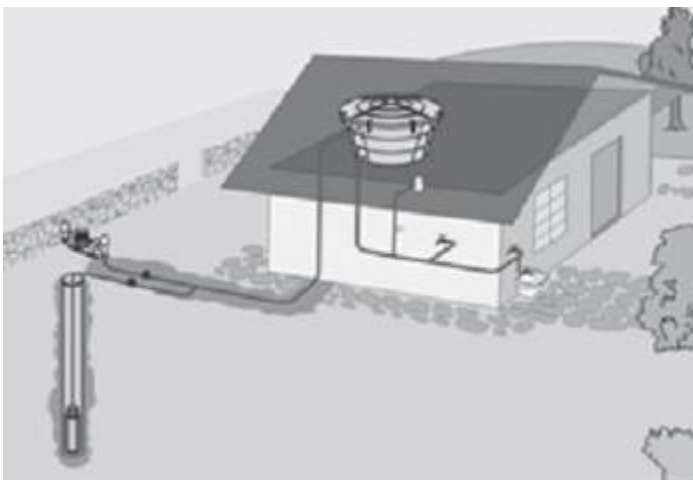
Veja agora os sistemas de distribuição de água fria mais utilizados:

Distribuição Direta: a água vem diretamente da rede pública de abastecimento para o sistema predial, sem o uso de reservatório.

Este sistema é mais econômico, porém a edificação corre o risco de ficar sem água nas eventuais faltas de abastecimento público. Deve ser utilizado apenas onde a concessionária garanta o abastecimento contínuo.

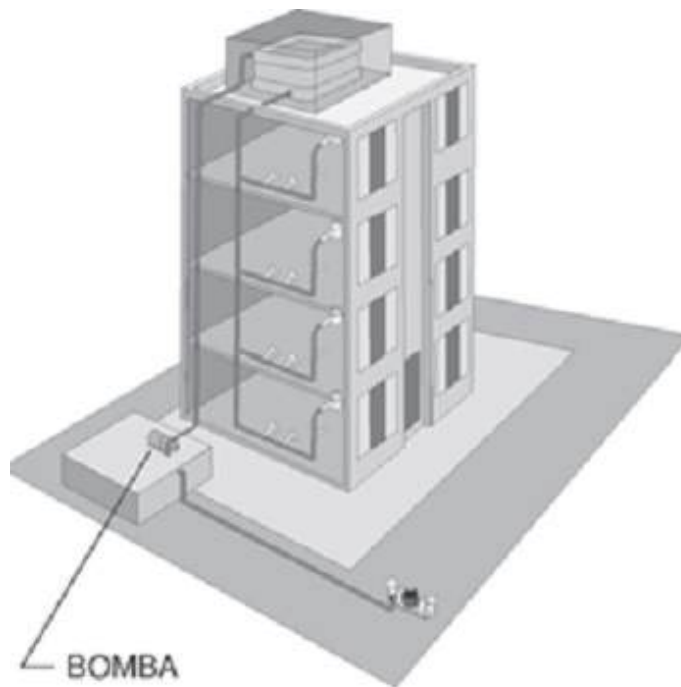


Historicamente a rede pública submete os sistemas prediais a pressões maiores do que as previstas, diminuindo seu desempenho. Recomenda-se evitar esta situação ou prover a instalação de válvulas que reduzem estas pressões, com autorização da concessionária.

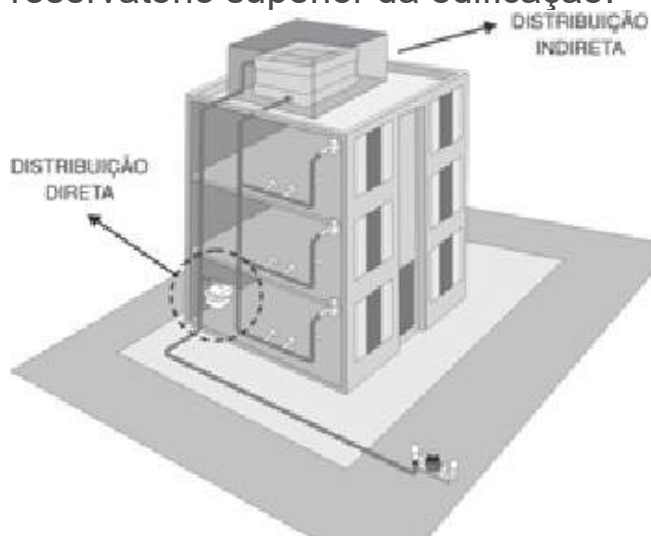


Distribuição Indireta sem Bombeamento/por Gravidade: quando utiliza-se reservatório superior para alimentar o sistema predial. Neste caso, a garantia de abastecimento contínuo de água é maior, porém em alguns locais a pressão na rede da concessionária não é suficiente para fazer a água chegar ao reservatório.

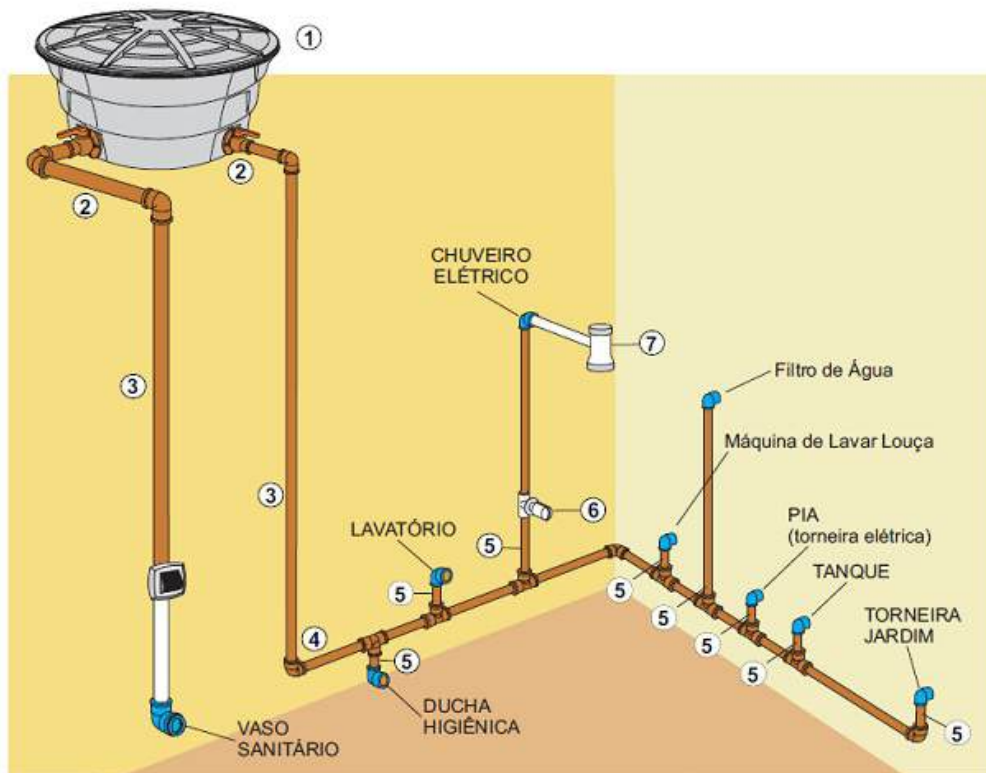
Distribuição Indireta com Bombeamento: utiliza-se um reservatório inferior, de onde a água é elevada até o reservatório superior, através de um conjunto motobomba acoplado às tubulações de recalque e sucção.



Distribuição Mista: parte da alimentação da rede de distribuição é feita diretamente pela rede pública de abastecimento e parte pelo reservatório superior da edificação.



Rede Predial de Distribuição: O conjunto de tubulações que se destina a levar água aos pontos de utilização de uma edificação é chamado "Rede Predial de Distribuição". Ela é formada pelos seguintes elementos:



1) Reservatório: tanque que se destina a reservar a água a ser consumida pelos usuários da edificação. Deve ser coberto para evitar a entrada de insetos ou sujeira que possa contaminar a água.

2) Barrilete: tubulação que sai do reservatório e se divide em colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. No abastecimento direto, pode ser a tubulação que está diretamente ligada ao ramal predial ou a fonte particular de abastecimento.

3) Coluna de distribuição: tubulação que deriva do barrilete e se destina a alimentar os ramais.

4) Ramal: tubulação que deriva da coluna de distribuição, normalmente na horizontal, alimentando os sub-ramais.

5) Sub-ramal: trecho de tubulação que liga o ramal aos pontos de utilização.

6) Dispositivos de controle: componentes como registros de pressão e válvulas que controlam a vazão e/ou a passagem da água, sendo instalados nas colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.

7) Dispositivos ou peças de utilização: são os registros e torneiras de banheiros, cozinhas, áreas de serviço e outros ambientes semelhantes, que nos permitem utilizar a água, sendo conectados aos sub-ramais.

Dimensionamento das Instalações de Água Fria

Dimensionamento é o ato de determinar dimensões e grandezas. As instalações de água fria devem ser projetadas e construídas de modo a:

- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas para que o sistema de tubulações e peças de utilização (chuveiro, torneiras, etc) funcionem perfeitamente;
- Preservar rigorosamente a qualidade da água do sistema de abastecimento;
- Garantir o máximo de conforto aos usuários, incluindo a redução dos níveis de ruído nas tubulações.

O dimensionamento das instalações prediais de água fria envolve basicamente duas etapas:

- dimensionamento dos reservatórios
- dimensionamento das tubulações

Dimensionamento dos Reservatórios

Reservatórios Inferior e Superior: De acordo com a norma NBR 5626, existe uma maneira para definir o tamanho certo dos reservatórios inferior e superior. A função da caixa d'água é ser um reservatório para dois dias de consumo (por precaução, para eventuais faltas de abastecimento público de água), sendo que o reservatório inferior deve ser $\frac{3}{5}$ e o superior $\frac{2}{5}$ do total de consumo para esse período. No caso de prédios, ainda deve-se acrescentar de 15 a 20% desse total para reserva de incêndio.

Por exemplo: vamos supor um prédio com reservatório superior de 5000 litros. Neste caso teríamos 1000 litros para reserva de incêndio, ou seja: Vamos acompanhar um exemplo para entender melhor estes cálculos. Qual a capacidade da caixa d'água de uma

residência que irá atender 5 pessoas? De acordo com a tabela de estimativa de consumo predial diário, uma pessoa consome em média 150 litros de água por dia. Este dado pode ser obtido através da tabela a seguir:

Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavaliarias	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatórios	25 por pessoa
Creches	50 por pessoa
Oficinas de costura	50 por pessoa

Assim, podemos multiplicar:

5 pessoas x 150 litros/dia = 750 litros por dia de consumo de água na casa

Lembrando que o reservatório deverá atender a casa por dois dias, esse valor deverá ser multiplicado por 2. Ou seja:

750 x 2 = 1500 litros para 2 dias de consumo para 5 moradores da casa

Neste caso, o consumidor pode optar por uma caixa de 1500 litros, ou uma de 1000 litros e uma segunda caixa de 500 litros.

Com base no valor calculado de 1500 litros, vamos dimensionar as capacidades dos reservatórios inferior e superior.

Reservatório Inferior: Para calcular o tamanho da Caixa d'Água inferior, devemos achar o valor correspondente a $3/5$ de 1500 da seguinte forma:

$$3 / 5 \times 1500 = 900 \text{ litros}$$

Nesse caso, como não se encontra no mercado uma Caixa d'Água com esse volume, deve-se instalar a Caixa d'Água de 1000 litros.

Reservatório Superior: Para a caixa d'água superior, o valor que devemos encontrar é de $2/5$ do consumo, ou seja, $2/5$ de 1500:

$$2 / 5 \times 1500 = 600 \text{ litros}$$

Também neste caso não encontramos no mercado caixa d'Água com 600 litros, portanto deve-se instalar a Caixa d'Água de 500 litros.

Dimensionamento das Tubulações de Água Fria

As primeiras informações que precisamos saber para o dimensionamento das tubulações de água fria são:

- O número de peças de utilização que esta tubulação irá atender;
- A quantidade de água (vazão) que cada peça necessita para funcionar perfeitamente.

Esta quantidade de água está relacionada com um número chamado de “peso das peças de utilização”.

Esses pesos, por sua vez, têm relação direta com os diâmetros mínimos necessários para o funcionamento das peças. Portanto, para que possamos determinar os diâmetros dos barriletes, colunas, ramais e sub-ramais, devemos seguir os passos:

Passo 1: Calcule a soma dos pesos das peças de utilização para cada trecho da tubulação. Estes pesos estão relacionados na tabela seguinte:

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,30
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou Válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Passo 2: Verifique no ábaco luneta qual o diâmetro de tubo correspondente ao resultado desta soma:

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	Ø SOLDÁVEL (mm)
	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	Ø ROSCÁVEL (pol.)

Trecho EF = Trecho FG = Trecho DE

Logo, pode-se utilizar o mesmo raciocínio utilizado para o cálculo do trecho DE, onde a soma dos pesos é igual a 3,1 e o diâmetro correspondente é de 25 mm (para tubulação soldável) ou 3/4" (para tubulação roscável).

Cálculo dos Sub-ramais: Vamos calcular agora os sub-ramais, que são os trechos de tubulação compreendidos entre o ramal e a peça de utilização.

Para tanto, analisa-se individualmente o peso de cada peça de utilização, verificando em seguida qual será o diâmetro para cada uma no ábaco luneta:

- Ducha higiênica = 0,4
- Torneira de lavatório = 0,3
- Chuveiro elétrico = 0,1
- Máquina de lavar louça = 1,0
- Pia (torneira elétrica) = 0,1
- Filtro = 0,1
- Tanque = 0,7
- Torneira de jardim = 0,4

Nota-se que todos estão compreendidos no trecho entre 0 e 1,1 no ábaco luneta. Concluimos, então, que para esses sub-ramais, o diâmetro das tubulações deve ser 20 mm (para tubulação soldável) ou 1/2" (para tubulação roscável).

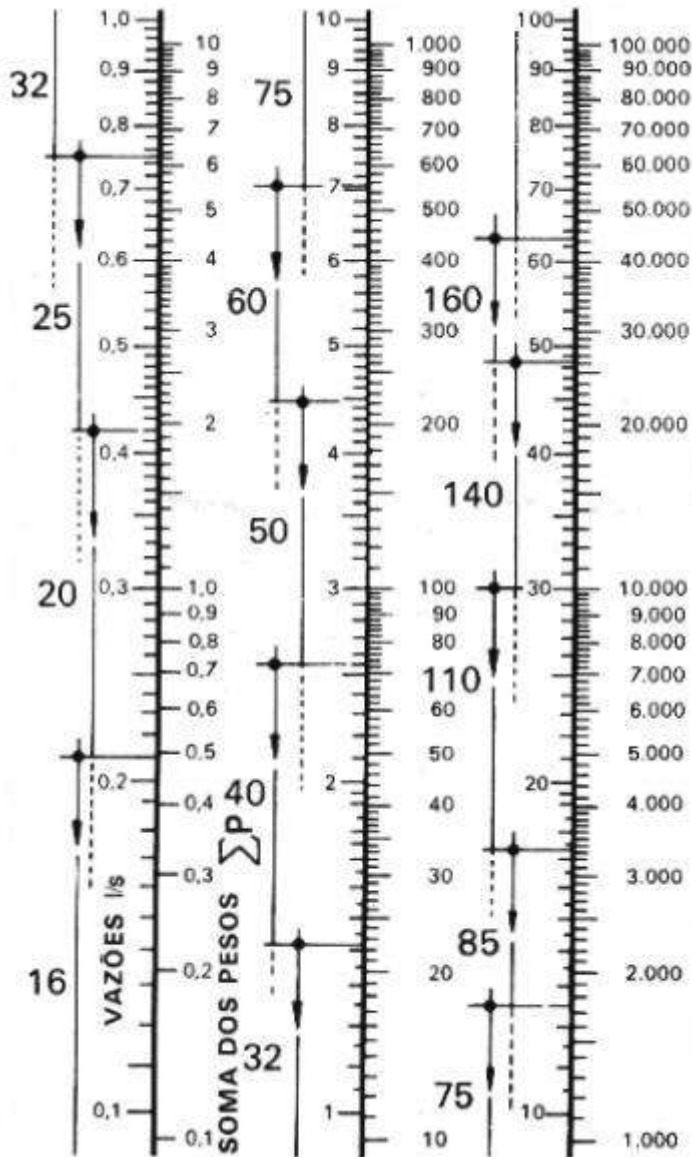
Para situações de pequenas instalações como a que apresentamos, pode ocorrer de o diâmetro dos sub-ramais resultar em diâmetro menor que o do ramal. Nestes casos, pode-se tornar antieconômico utilizar 3 diâmetros diferentes, por duas razões:

- 1- Devido às sobras que normalmente ocorrem em virtude da variedade de diâmetros;
- 2- Necessidade, nestes casos, de adquirir um maior número de conexões (reduções).

O método de cálculo aqui exemplificado é conhecido como método do Consumo Máximo Possível, que considera o uso de todas as peças atendidas por um mesmo ramal ao mesmo tempo.

Outra forma de se calcular o dimensionamento das tubulações é pelo método do Consumo Máximo Provável, normalmente utilizado em construções verticais. Neste método, deve-se considerar a soma dos pesos das peças que serão alimentadas por cada trecho e verificar o diâmetro correspondente na régua a seguir:

Diâmetros de tubos de PVC rígido e vazões em função da soma dos pesos:



No exemplo anterior, vamos supor que a torneira da pia da cozinha e o chuveiro fossem atendidos pelo mesmo ramal, e que viessem a ser utilizados ao mesmo tempo. Para calcular este ramal, somaríamos o peso destas 2 peças:

Chuveiro: 0,1

Torneira da pia: 0,7

Total: 0,8

Tomando este valor e olhando na régua de diâmetros, encontraríamos o diâmetro de 20 mm. Como vimos, o resultado deste cálculo é o mesmo conforme calculado através do método

do Consumo Máximo Possível. No caso de instalações residenciais, não existem realmente grandes diferenças que possam gerar economia.

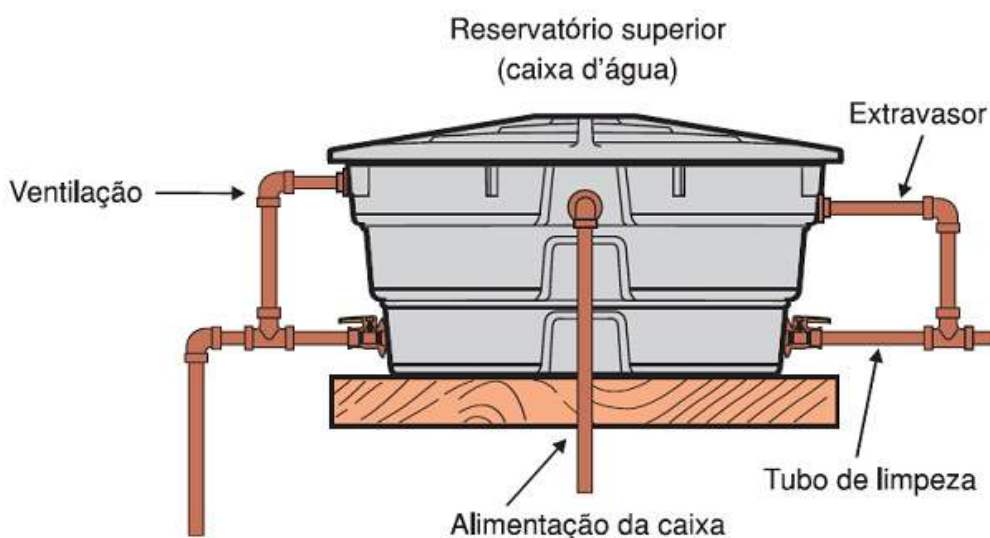
Porém, para obras verticais ou horizontais de grande porte, onde o número de peças de utilização é maior, recomenda-se o uso do Consumo Máximo Provável, pois o outro método pode resultar em diâmetros maiores que o necessário, visto que considera a utilização de todas as peças de um mesmo ramal ao mesmo tempo.

Ventilação da Coluna: A norma NBR 5626 diz que nos casos de instalações que contenham válvulas de descarga, a coluna de distribuição deverá ser ventilada.

Trata-se de um tubo vertical instalado imediatamente na saída de água fria do reservatório. Deve-se seguir as seguintes recomendações:

- O tubo de ventilação deverá estar ligado à coluna, após o registro de passagem existente;
- Ter sua extremidade superior aberta;
- Estar acima do nível máximo d'água do reservatório;
- Ter o diâmetro igual ou superior ao da coluna.

Para o exemplo anterior, o diâmetro do tubo ventilador deverá ser de, no mínimo, 40 mm ou 1 ¼".



Mas qual é a necessidade de ventilar?

Caso não haja ventilação, podem ocorrer duas coisas:

1- Possibilidade de contaminação da instalação devido ao fenômeno chamado de retrosifonagem (pressões negativas na rede, que causam a entrada de germes através do sub-ramal do vaso sanitário, bidê ou banheira);

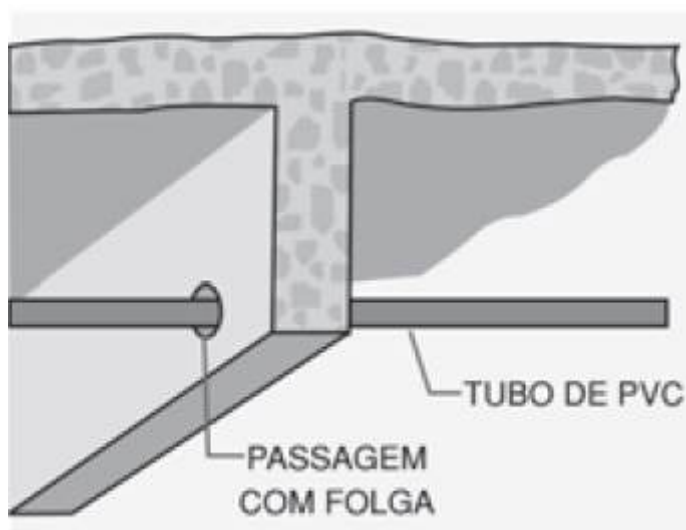
2- Nas tubulações sempre ocorrem bolhas de ar, que normalmente acompanham o fluxo de água, causando a diminuição das vazões das tubulações. Se existir o tubo ventilador, essas bolhas serão expulsas, melhorando o desempenho final das peças de utilização. Também no caso de esvaziamento da rede por falta de água e, quando volta a mesma a encher, o ar fica “preso”, dificultando a passagem da água.

Neste caso a ventilação permitirá a expulsão do ar acumulado.

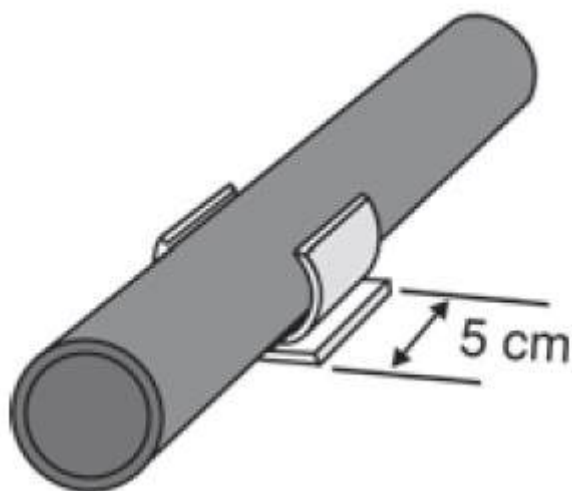
Instalações - Embutidas, Aparentes e Enterradas

Instalações Embutidas: As instalações deverão permitir fácil acesso para qualquer necessidade de reparo e não deverá prejudicar a estabilidade da construção.

A tubulação não deverá ficar solidária à estrutura da construção, devendo existir folga ao redor do tubo nas travessias de estruturas ou paredes, para se evitar danos à tubulação na ocorrência de eventuais recalques (rebaixamento da terra ou da parede após a construção da obra).



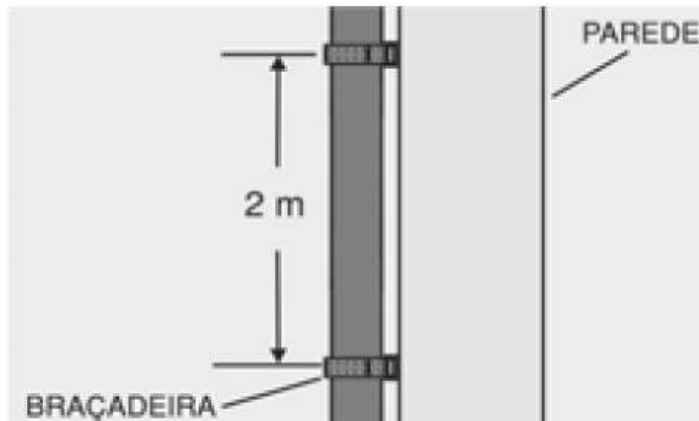
Instalações Aparentes: Nas instalações aparentes, os tubos devem ser fixados com braçadeiras de superfícies internas lisas e largas, com um comprimento de contato de no mínimo 5 cm, abraçando o tubo quase totalmente (em ângulo de 180°).



Deverá ser obedecido o seguinte espaçamento na posição horizontal:

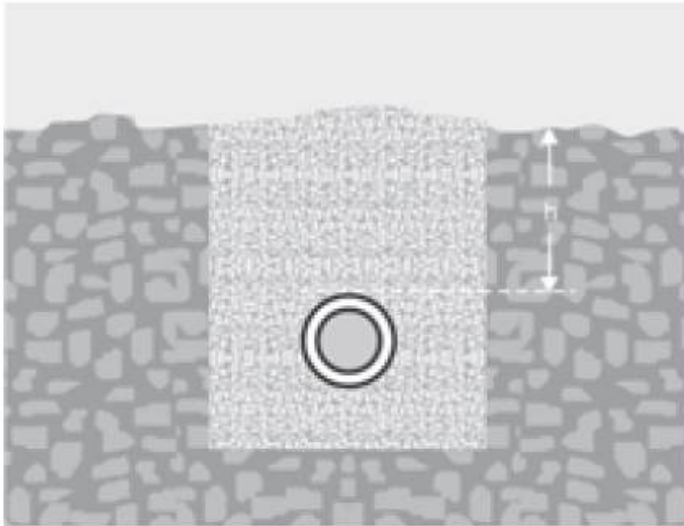
Bitolas DE (mm)	Tubos Soldáveis (m)
20	0,9
25	1,0
32	1,1
40	1,3
50	1,5
60	1,7
75	1,9
85	2,1
110	2,5
Bitolas DE (mm)	Tubos Roscáveis (m)
½"	1,0
¾"	1,1
1"	1,3
1 ¼"	1,5
1 ½"	1,6
2"	1,8
2 ½"	2,0
3"	2,1
4"	2,4
5"	2,7
6"	2,8

Para tubos na posição vertical, deve-se colocar um suporte (braçadeira) a cada 2 metros. Os apoios deverão estar sempre o mais próximo possível das mudanças de direção (curvas, tês, etc.). Num sistema de apoios, apenas um deverá ser fixo no tubo, os demais deverão permitir que a tubulação se movimente livremente, pelo efeito da dilatação térmica.



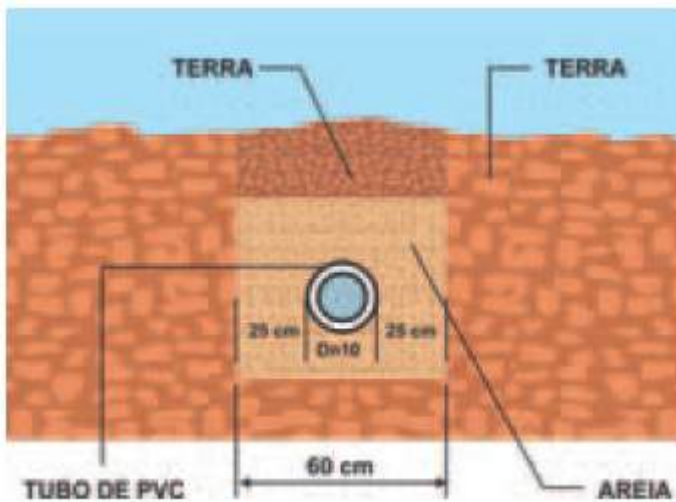
Instalações Enterradas: As tubulações devem ser assentadas em terreno resistente ou sobre base apropriada, livre de detritos ou materiais pontiagudos. O fundo da vala deve ser uniforme. Quando for preciso regularizar o fundo, utilize areia ou material granular. Estando o tubo colocado no seu leito, preencha lateralmente com o material indicado, compactando-o manualmente em camadas de 10 a 15 cm até atingir a altura da parte superior do tubo. Complete a colocação do material até 30 cm acima da parte superior do tubo. A seguir, tabela de profundidade mínima de assentamento de acordo com as cargas:

Cargas Profundidade "h" (m)	Cargas Profundidade "h" (m)
Interior dos lotes	0,30
Passeio	0,60
Tráfego de veículos leves	0,80
Tráfego pesado e intenso	1,20
Ferrovia	1,50



Recomenda-se que a largura da vala a ser aberta para realizar o assentamento da tubulação seja: Diâmetro Nominal (DN) + 50 cm

Por exemplo, se você tiver uma tubulação com DN 100 (10 cm), você terá de abrir uma vala de $10 + 50 = 60$ centímetros.



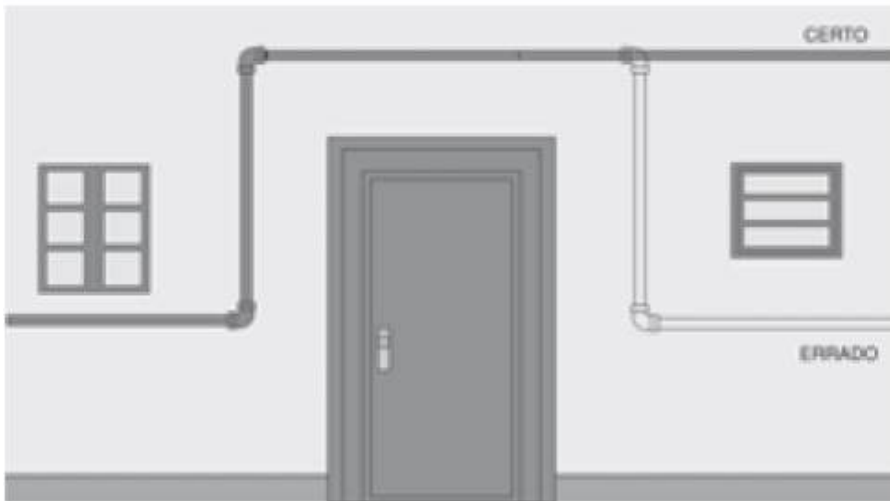
Caso não seja possível executar o recobrimento mínimo, ou se a tubulação estiver sujeita à carga de rodas, fortes compressões ou, ainda, situada sob área edificada, deverá existir uma proteção adequada, com uso de lajes ou canaletas de concreto que impeçam a ação desses esforços sobre a tubulação.



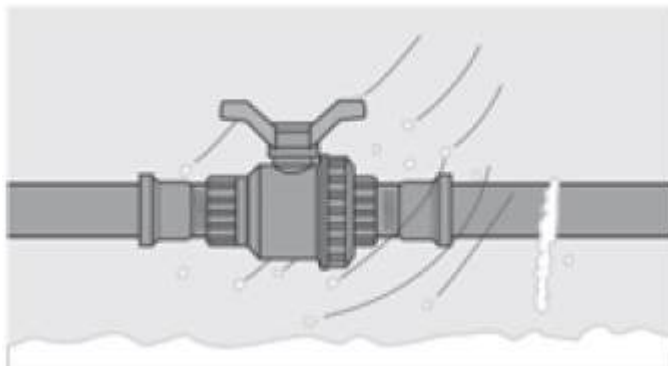
Instalações - Transposições e Variáveis Térmicas

Transposição de elementos da obra (portas, janelas): O traçado da tubulação eventualmente precisará desviar de portas e janelas. Estes desvios não deverão ter formato de sifão, pois este formato causa a incidência de ar na tubulação, prejudicando o desempenho da instalação em casos de falta de abastecimento de água.

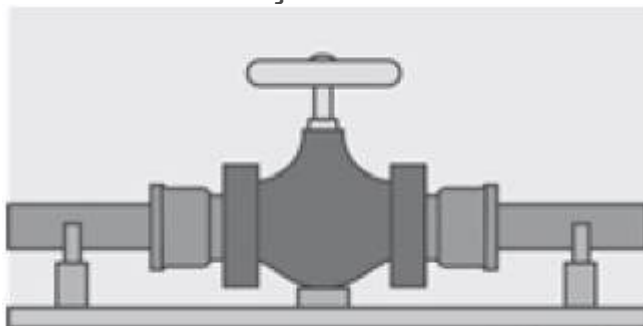
Utilize sempre um traçado retilíneo, conforme a ilustração:



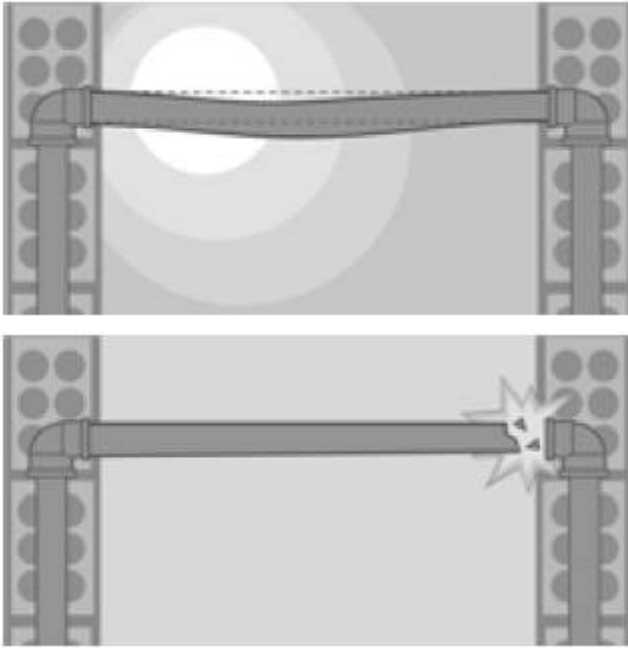
Congelamento: Nas regiões sujeitas ao congelamento de água, deve-se tomar algumas providências para evitar o risco de rompimentos das tubulações (a água ao congelar aumenta de volume). Uma das providências é fazer isolamento térmico da tubulação, ou ainda esvaziá-la.



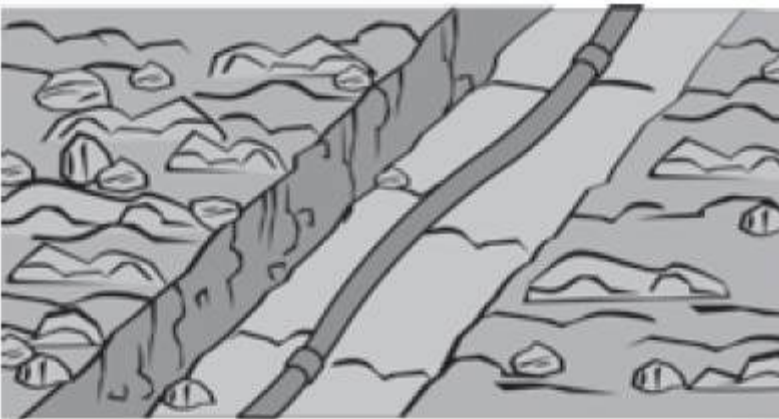
Pesos Concentrados: As conexões mais pesadas, acopladas às tubulações aparentes, devem ser sempre apoiadas para evitar que forcem a tubulação.



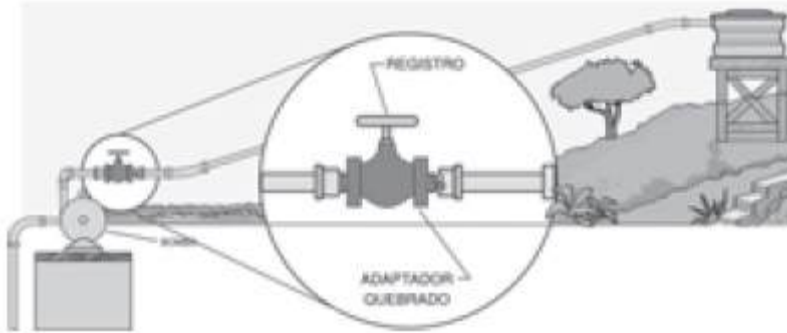
Dilatação Térmica: Quando o tamanho de um material aumenta em função de variações da temperatura, dizemos que ele se dilata termicamente. Com uma tubulação de PVC este fenômeno também acontece.



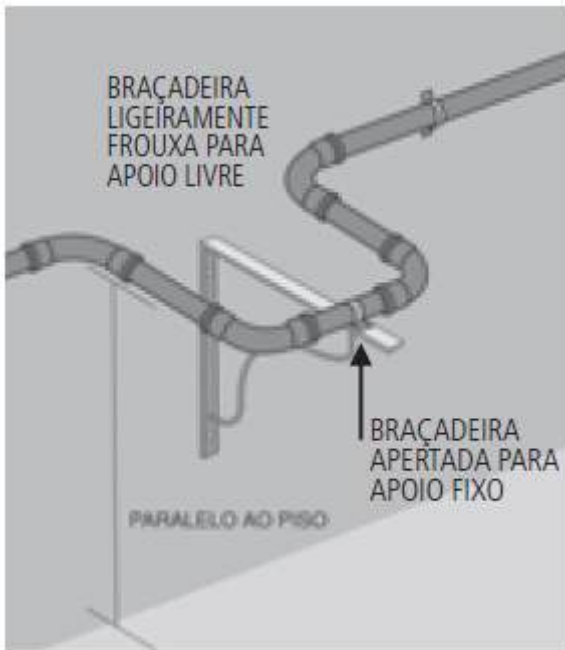
Portanto, é necessário que tomemos certos cuidados: em trechos longos de tubulações enterradas, é recomendável instalar a tubulação em formato de “cobra”, ou seja, não muito alinhada. Desta forma, ela terá maior flexibilidade para absorver as possíveis dilatações.



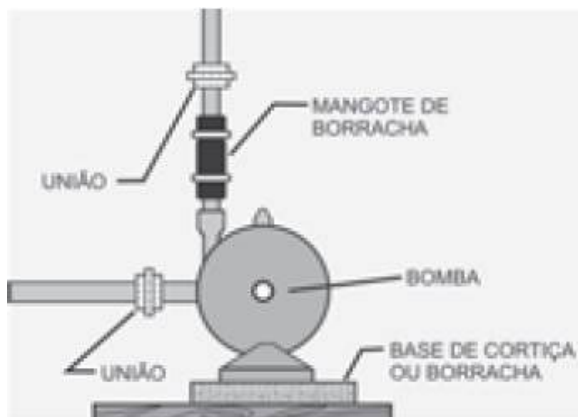
Por exemplo, imagine que uma rede de PVC soldável foi montada numa tarde de sol quente, para interligar uma bomba a uma caixa d'água a 500 metros de distância. Após terminar o serviço, o encanador espera até o dia seguinte para ligar a bomba. As valas ficaram abertas. O tubo foi colocado de forma bem alinhada, reto. No outro dia, na ligação do registro de saída da bomba, o adaptador estava rompido. O que aconteceu? Durante a noite a tubulação resfriou-se com a queda da temperatura, e se retraiu, forçando o adaptador até rompê-lo. Se a tubulação estivesse à vontade, não tão alinhada, seu comprimento seria suficiente para compensar esta retração.



Liras: Para os casos de trechos longos e aparentes, entre dois pontos fixos, deve-se executar uma lira para compensar as variações de comprimentos da tubulação



Vibrações em Bombas: A fim de evitar que as tubulações de recalque possam romper-se por fadiga, recomenda-se que entre a bomba e a tubulação seja inserido um mangote de borracha, que irá absorver as vibrações da bomba. Isto evitará ruídos desagradáveis e danos à estrutura do prédio.



Tipos de Conexões mais Utilizados para Água Fria

Veja a seguir as principais conexões utilizadas numa instalação de água fria:

Adaptador Para Caixa D'água Com Registro: Esta conexão permite a ligação das tubulações de entrada e saída à Caixa d'Água. O grande diferencial deste adaptador é que ele já possui o registro para as manobras de abertura e fechamento, com apenas 1/4 de volta, o que economiza em conexões e torna a instalação mais rápida e fácil.



Registro Borboleta: Registro de esfera utilizado nas ligações prediais e na tubulação de entrada das Caixas d'Água. Fabricado de PVC nas bitolas de 1/2" e 3/4".

Resiste à pressão de 7,5 kgf/cm² à temperatura ambiente.

Este registro deve ser instalado com Fita Veda Rosca ou Veda Rosca Líquido nas extremidades roscas-macho. As tubulações ligadas ao registro devem estar alinhadas, para não transmitir esforços mecânicos. Deve ser utilizado totalmente aberto ou fechado, nunca semiaberto, para não danificar as vedações. Realizar somente aperto manual. Não deve ser embutido em paredes.



Registro De Esfera VS: Registro de esfera de PVC, utilizado em barriletes de prédios, tubulação de distribuição em caixas d'água, piscinas, irrigação, máquinas de lavar, piscicultura, saneamento,

indústria, agricultura e outros. É simples e fácil de operar, bastando dar apenas $\frac{1}{4}$ de volta.



Registro De Chuveiro: Registro de PVC ou de metal para instalações prediais de água fria, especialmente desenvolvido para aplicação em chuveiros residenciais.



Válvula De Retenção: É muito utilizada nas tubulações que alimentam as caixas d'água superiores de prédios, onde a água é bombeada. Quando a bomba é desligada, a água que estava sendo bombeada para cima tende a descer. A válvula automaticamente segura o retorno desta água, evitando assim que ela cause grande impacto na bomba. Pode ser utilizada na posição vertical e horizontal.



Nas tubulações de alimentação de reservatórios superiores com altura acima de 20 metros, ou em tubulações horizontais que excedam a 200 metros, no caso de recalque horizontal, deve-se utilizar mais de uma válvula. A válvula funciona somente nas instalações com pressão mínima de 0,8 m.c.a. Caso a pressão seja menor que este valor, ela permanecerá fechada.

Válvula De Pé Com Crivo: A Válvula de Pé com Crivo é indicada para uso nas tubulações de sucção de água em cisternas ou poços, para:

- Manter o tubo de sucção cheio de água, evitando que entre ar na bomba;
- Evitar a entrada de resíduos que possam danificar a bomba, através do crivo.

É necessário uma pressão mínima de 0,1 kgf/cm² para que a válvula funcione perfeitamente, ou seja, para que haja peso suficiente sobre o obturador para vedar a passagem de água.



União: Permitem a execução de juntas desmontáveis, para possibilitar a manutenção de redes através do desrosqueamento da sua porca central.



Curva De Transposição: O cruzamento de tubulações deve ser resolvido da maneira mais prática e eficiente possível com esta curva de transposição.



Curvas: Sempre que possível, utilize curvas ao invés de joelhos (cotovelos), pois elas oferecem menor perda de carga que os joelhos, melhorando o fluxo da água na tubulação.



Redução: Ao fazer reduções concentradas, procure utilizar buchas de redução longas ao invés das curtas, pois possuem menos perda de carga.



Luva Simples: Muito utilizada para encaixe ou prolongamento das instalações.



Luva de Correr: Para consertar pequenos acidentes que acontecem nas tubulações já instaladas (soldável ou roscável), como furos por pregos ou furadeiras, usa-se a opção da Luva de Correr. Ela facilita em muito a execução de reparos sem a necessidade de equipamentos.



LUA DE CORRER
SOLDÁVEL



LUA DE CORRER
ROSCÁVEL

Conexões LR (Lisa-rosca): As conexões LR (lisa-rosca), possuem extremidades com rosca e bolsas soldáveis. São utilizadas quando é necessário interligar tubos roscáveis com soldáveis, ou ainda para conectar registros e torneiras não metálicas.



Conexões LR com bucha em latão: Estas peças, normalmente fabricadas na cor azul, possuem uma bolsa contendo uma bucha de latão com rosca interna. As demais bolsas são soldáveis. O uso maior destas conexões é no acoplamento de tubos de PVC a peças metálicas como registros, torneiras, válvulas, etc, que normalmente sofrem esforços externos (choques, batidas).



Exemplos de Algumas Instalações no Sistema de Água Fria

Instalação de um Registro de Chuveiro: Antes de mais nada o importante é escolher um registro de qualidade e que tenha uma boa reputação entre os profissionais da área. Lembre-se de que após o registro ser instalado ele ficará na parede por anos e será sempre uma dor de cabeça ter que fazer um reparo maior, muitas vezes quebrar o piso e parede para substituir o registro completo. Então escolha um registro de 1ª linha.

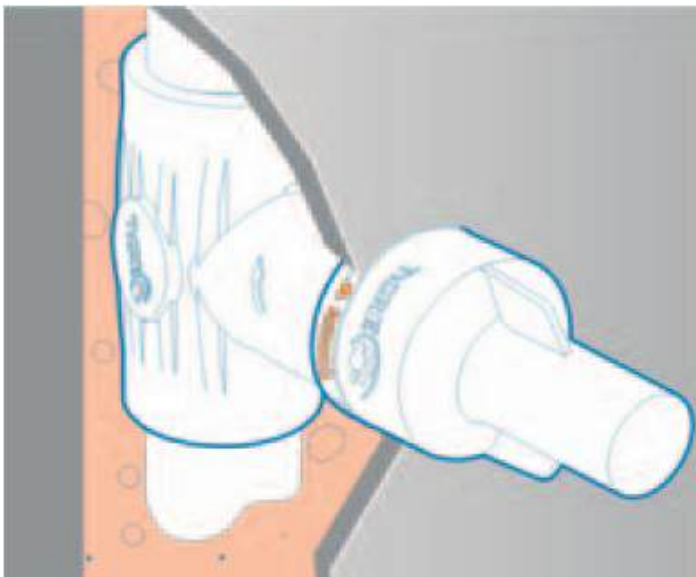
Veja a seguir os procedimentos necessários para instalação do registro:

a) Escolha o modelo de registro adequado ao tipo de tubulação de sua instalação (soldável ou roscável) e verifique também se

precisa de alguma(s) peça(s) para efetuar a redução do encanamento antes de instalar o registro.

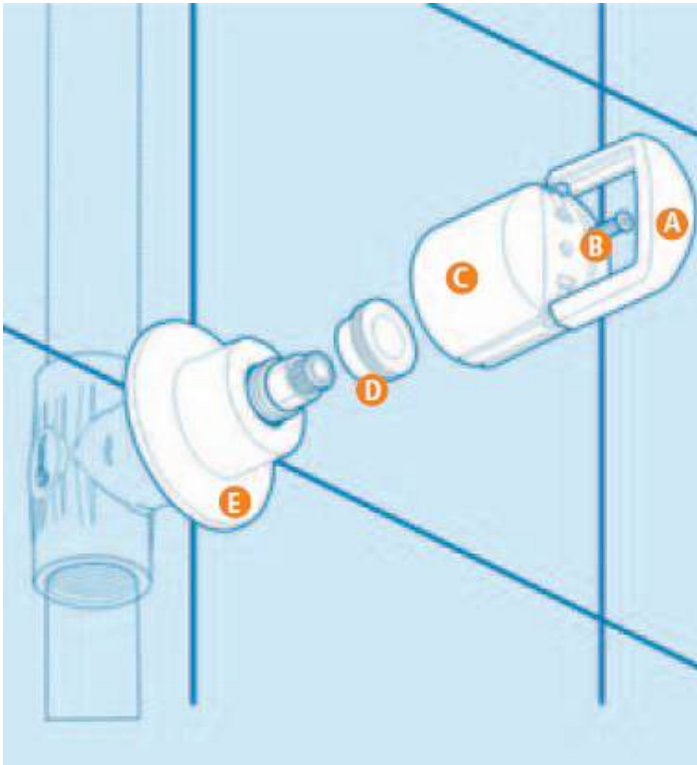
b) Faça a instalação da base do registro utilizando adesivo plástico quando for soldável ou fita veda rosca no modelo roscável, que é mais comum. Observe a flecha indicativa do fluxo da água sobre o corpo do produto.

c) O registro pode ser embutido na parede até a marcação do reboco que existe na capa protetora. Considere está marcação como nível do reboco. Assim garante-se altura suficiente do registro para posteriormente colocar o acabamento. A capa protetora deverá ser retirada apenas quando for montado o acabamento do registro.

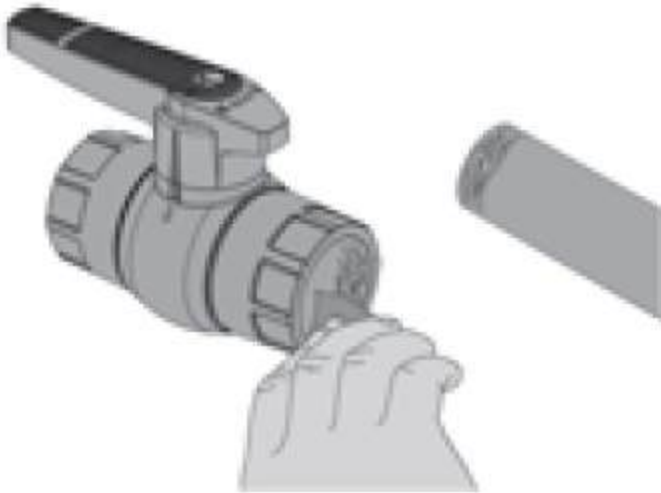


d) Para instalar o acabamento, siga os seguintes passos:

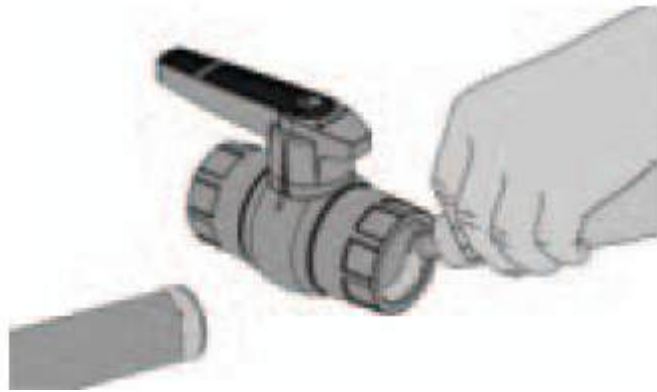
1. Retire a Moldura (A) e guarde o parafuso (B).
2. Encaixe a Canopla (E) e fixe-a utilizando o Preme (D).
3. Encaixe o Volante (C) no mecanismo (F) e fixe-o com o parafuso (B).
4. Recoloque a moldura (A) no volante (C) tomando o cuidado de encaixar corretamente nas guias.



Instalação do Registro VS: Inicie com o auxílio de uma lixa d'água, tirar o brilho das superfícies a serem soldadas (bolsa e ponta do tubo), objetivando aumentar a área de ataque do adesivo.



Em seguida limpe as superfícies lixadas eliminando impurezas e gorduras. Aplique uniformemente o Adesivo Plástico com pincel ou o bico da própria bisnaga nas superfícies tratadas (lixadas).



Durante a aplicação do adesivo plástico tenha cuidado para que não escorra para dentro e danifique a esfera e as vedações do registro



E por fim encaixe as partes e remova qualquer excesso de adesivo. O registro deve ser utilizado totalmente aberto ou fechado, nunca semiaberto, pois isso danifica as vedações. Não deve ser embutido em paredes.

Instalação do Registro de Esfera VS: Antes de iniciar a montagem faça o alinhamento da tubulação. A tubulação dos dois lados deverá estar alinhada para não ocorrer tensão no encanamento. Em seguida faça a soldagem do corpo do registro. Quando o registro for instalado em trecho largo de tubulação, faça liras ou mudanças de direção logo após o registro, para que ele não seja danificado pelo efeito da dilatação ou contração da tubulação.



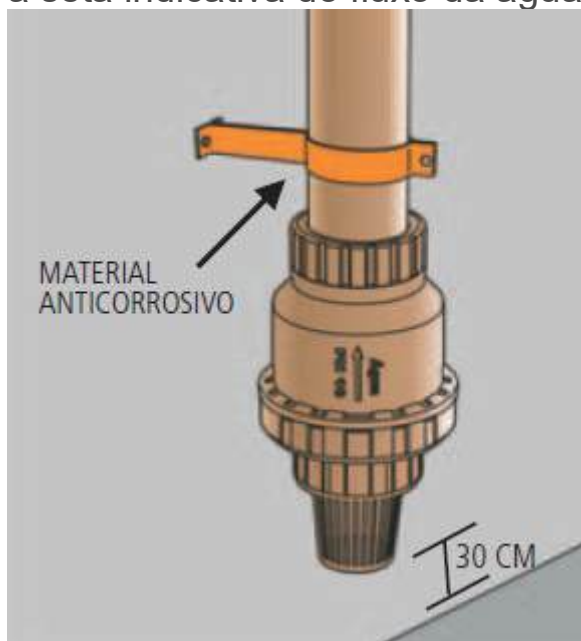
Instale a porca do registro na tubulação e faça a soldagem da extremidade do registro (colarinho).



E por fim faça o ajuste apertando a porca com as mãos, com o registro na posição fechada. Não use ferramentas neste caso, pois poderá danificar a porca de aperto.



Instalação da Válvula de Pé com Crivo: Siga os mesmos passos 2 e 3 da instalação da válvula ventosa, lembrando de verificar o correto posicionamento da tubulação de sucção e da válvula, observando a seta indicativa do fluxo da água existente em seu corpo.



Exemplos de Algumas Manutenções no Sistema de Água Fria

Esclareceremos a seguir algumas manutenções normalmente feitas pelo encanador, que são de extrema importância para o bom funcionamento do sistema e prevenção de vazamentos.

Veja abaixo alguns testes para detectar vazamentos.

Na tubulação que leva água até a Caixa d'Água:

- Deixe o registro do ramal de entrada aberto;
- Feche bem todas as torneiras e não use os sanitários;
- Vede todas as boias da Caixa d'Água;
- Faça a leitura do hidrômetro. Após uma hora, através de uma nova leitura, verifique se houve alterações nos dados registrados. Em caso afirmativo, há vazamento no ramal alimentado diretamente pela rede.

Na válvula ou na caixa de descarga:

- Jogue pó de café no vaso sanitário. Se o pó ficar depositado no fundo do vaso, não há vazamento. Caso contrário, há vazamento na válvula ou na caixa de descarga;
- Outro teste é esvaziar todo o vaso sanitário e secá-lo. Se ele retornar a encher sem que se dê descarga, existe vazamento.

Na instalação alimentada pela caixa:

- Vede bem a boia;
- Feche as torneiras e não use os sanitários;
- Marque o nível da água na caixa;
- Depois de uma hora, confira o nível da água; se o nível baixar, existe vazamento na tubulação, nos sanitários ou na própria caixa.

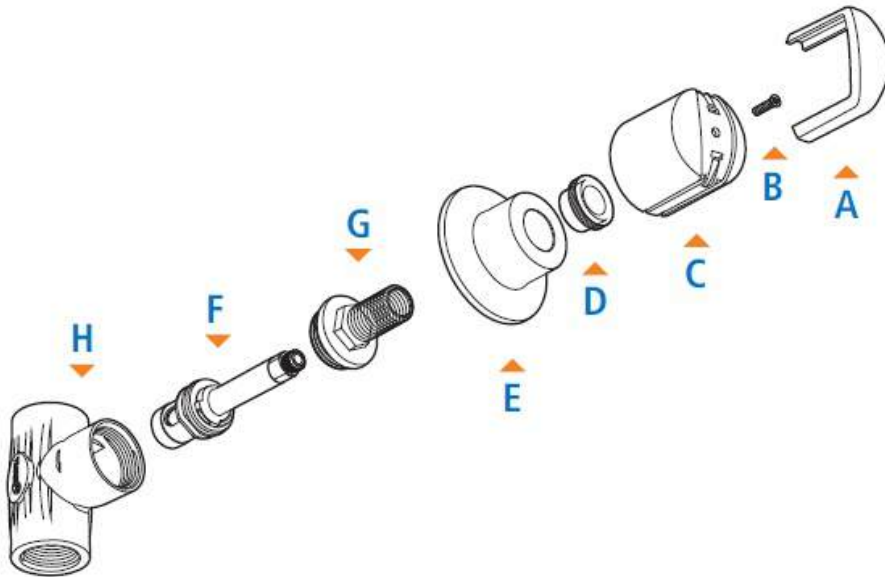
Em reservatórios de edifícios:

- Feche o registro do hidrômetro ou encha a Caixa d'Água até o nível da boia;
- Feche os registros de limpeza e de saída de água e marque o nível da água no reservatório;
- Se o nível da água baixar depois de 2 horas, há vazamento.

Veja agora algumas dicas de manutenções simples que são bem rotineiras nas atividades de encanador:

Manutenção de Registros: Sendo necessária a substituição do Mecanismo de Reposição, siga o seguinte procedimento:

Passo 1: Desencaixe a Moldura (A) e reserve o parafuso (B). Em seguida solte o Volante (C) e desrosqueie o Preme (D) para liberar a Canopla (E).



Passo 2: Com o auxílio de uma chave de boca, solte o Castelo (G) e saque o mecanismo danificado (F) da base (H) substituindo-o pelo novo mecanismo.

Passo 3: Monte o novo mecanismo no interior do registro obedecendo o correto alinhamento.

Passo 4: Faça a remontagem dos demais componentes no sentido inverso.

Reparos em Tubulações para Água Fria: Para resolver problemas que ocorrem nos tubos em instalações já concluídas, em consequência de pequenos acidentes (furos por pregos ou furadeiras), ou vazamentos em juntas mal executadas, proceda da seguinte forma:

Passo 1: Identifique o local danificado.



Passo 2: Corte o local danificado e substitua por um novo trecho de tubo.



Passo 3: Faça a união utilizando duas luvas de correr, uma em cada extremidade do novo trecho.

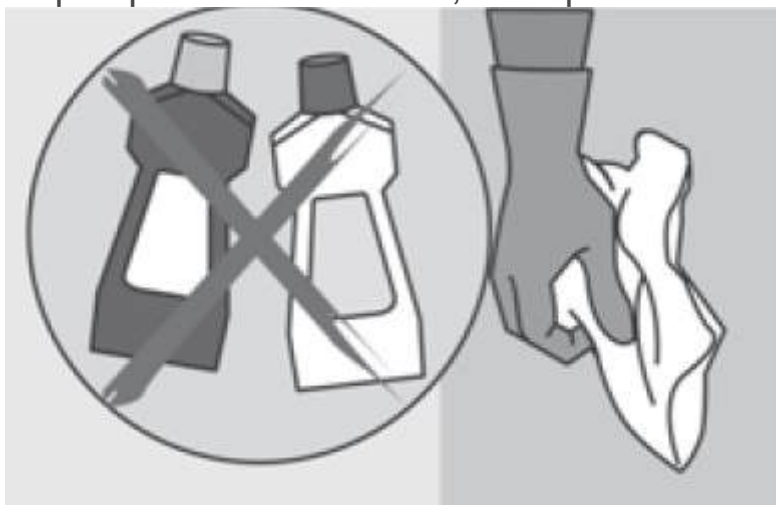


Manutenção de Caixas d'Água: A limpeza ou manutenção da caixa d'água é uma atividade corriqueira do encanador, pois além de garantir o bom funcionamento e precaver possíveis vazamentos também auxilia na boa higiene da caixa d'água. Veja a seguir o passo-a-passo de como realizar uma manutenção de limpeza e checagem numa caixa d'água.

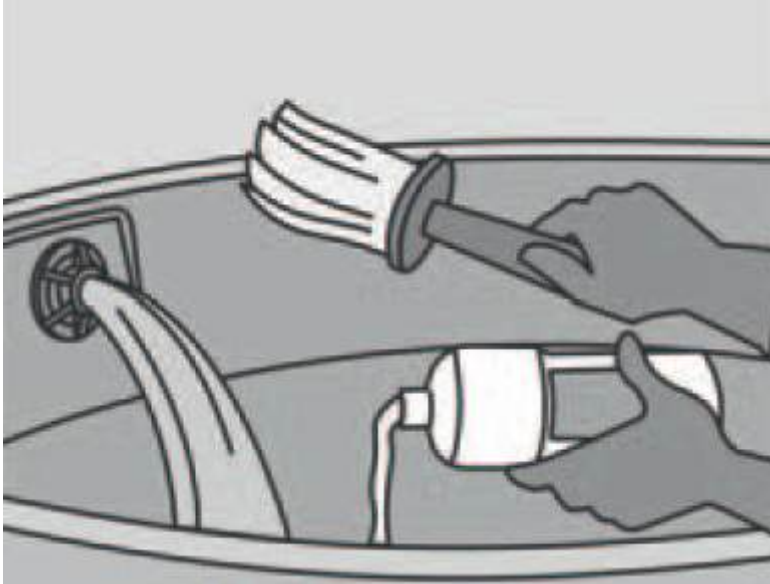
Passo 1: Inicie com o fechamento do registro da entrada da casa ou amarre a boia para não entrar mais água na caixa.

Passo 2: Separe uma quantidade de água da caixa para a sua utilização nas etapas finais de limpeza da caixa. Deixe uma reserva de água na caixa de aproximadamente um palmo.

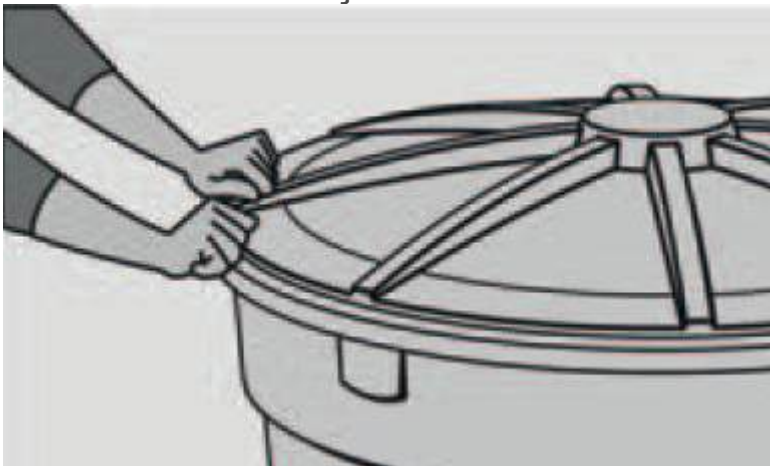
Passo 3: Tampe as saídas de água da caixa, para que essa água suja que ficou no fundo não desça pela tubulação de distribuição da casa. Utilize está água para lavar as paredes e o fundo da caixa com um pano úmido, evitando o uso de escova de aço, esponjas abrasivas e vassouras. Nunca use sabão, detergente ou outro produto. Retire a água da lavagem e a sujeira com uma pá de plástico, balde e panos, deixando-a bem limpa. Utilize panos limpos para secar o fundo; evite passá-lo nas paredes.



Passo 4: Após retirar por completo a água suja e limpar o fundo da caixa e com as saídas da caixa ainda fechadas, deixe entrar um palmo de altura de água, adicione 2 litros de água sanitária e deixe agir por 2 horas. Com uma broxa de cerdas moles, balde ou caneca plástica, molhe as paredes internas com esta solução desinfetante. A cada 30 minutos verifique se as paredes internas da caixa secaram, caso isso ocorra, faça nova aplicação dessa mistura até completar as 2 horas. Não use de forma alguma essa água durante mais de 2 horas. Passadas as 2 horas, ainda com a boia da caixa amarrada ou o registro fechado, esvazie a caixa abrindo as suas saídas. Abra todas as torneiras e acione as descargas (estamos assim desinfetando todos os tubos do sistema de água fria da residência).



Passo 5: Tampe adequadamente a Caixa d'Água para que não entrem pequenos animais, insetos ou sujeiras. Lave bem a tampa antes de sua utilização.



Passo 6: Anote numa etiqueta autoadesiva a data da limpeza e cole-a na caixa.

Vale lembrar que com relação à periodicidade de limpeza da caixa d'água é indicado fazer a cada 6 ou 8 meses. Com isto evita-se a proliferação de bactérias e resíduos que podem afetar no bom funcionamento do sistema de água fria.

Funcionamento do Motor bomba e Chave Boia

As bombas hidráulicas são utilizadas nas indústrias, residências, sítios, fazendas e etc., executam a sucção (drenagem) de líquidos

de um determinado reservatório para outro (ex: cisterna para caixa d'água).



O conjunto motor bomba é o responsável também pela recirculação da água no sistema do filtro. O motor bomba através dos dispositivos instalados na piscina, forçando a água a fluir pelo filtro e retornar para piscina pelos dispositivos de retorno. Veja a figura a seguir:



A Chave Boia (ou Boia Elétrica): Tem a função de controlar o nível dos Reservatórios a fim de evitar o transbordamento em caixas d'água ou operação da bomba em baixo de nível nos reservatórios inferior (cisterna).



Vantagens: boia de contato sólido

- Isenta de mercúrio: utiliza controle por princípio eletromecânico.
- Contato reversível: permite o controle de nível inferior ou superior.
- Fácil instalação.
- Cabos em diferentes medidas.

Especificações técnicas:

- Capacidade elétrica do interruptor: 15(4)A 250V~
- Temperatura de operação: 0° a 60°C.
- Grau de proteção: IP X8.
- Proteção contra choques elétricos: classe II.
- Tipo de interrupção: micro desconexão.
- Cabo flexível emborrachado: 3 x 1,00 mm² - 500V.

Recomendações:

- Não devem ser feitas emendas no cabo de alimentação, que eventualmente possam entrar em contato com o líquido existente no reservatório.
- Assegurar-se que a potência do dispositivo a ser controlado é compatível com a capacidade elétrica da boia. No caso de motores

com capacidade acima da especificação, é necessária a utilização de um contator ou dispositivo de comando similar.

- As instalações elétricas devem estar de acordo com a NBR-5410 (Instalações elétricas de baixa tensão).
- Recomendamos a utilização de contatores providos de proteção (fusíveis, relés térmicos, etc.).
- O controlador de nível não é indicado para uso em líquidos inflamáveis ou corrosivos.

Funcionamento do Sistema Predial de Água Quente

Um sistema de água quente é formado pelos seguintes componentes:

- 1) Tubulação de água fria para alimentação do sistema de água quente.
- 2) Aquecedores, que podem ser de passagem (ou instantâneos) ou de acumulação.
- 3) Dispositivos de segurança.
- 4) Tubulação de distribuição de água quente.
- 5) Dispositivos de utilização (chuveiro, ducha, torneiras de pia, lavatório, tanque).

Vejamos a explicação de cada um dos componentes do sistema de água quente:

1) Tubulação de água fria para alimentação do sistema de água quente: Segundo as recomendações da norma NBR 7198, tubulações de água fria que alimentam misturadores não podem estar conectadas a barriletes, colunas de distribuição e ramais que alimentam válvulas de descarga. A tubulação de água fria que alimenta as instalações com aquecedores de acumulação deve ser feita com material específico, resistente à temperatura máxima admissível da água quente, que é de 70°C conforme a NBR 7198. Isto significa que não é permitido o uso de tubos e conexões de PVC para esta aplicação.

2) **Aquecedores:** Ao escolher o aquecedor que será utilizado no sistema de aquecimento de água, verifique se as características do equipamento, suas especificações, condições de operação, garantias do fabricante em relação ao controle efetivo da temperatura de aquecimento, estão de acordo com os requisitos da NBR 7198. Assim, será mais fácil identificar a compatibilidade ou não do aquecedor com as prescrições técnicas relativas ao projeto e execução de instalação predial de água quente. Os aquecedores devem ser instalados em locais que não apresentem risco de provocar danos físicos eminentes.

No mercado podemos encontrar os seguintes modelos de aquecedores:

a) Aquecedor instantâneo ou de passagem a gás: A água fria entra no aquecedor, percorre uma tubulação interna chamada serpentina, a qual recebe o calor direto da chama do queimador a gás, aquecendo instantaneamente a água.

b) Aquecedor instantâneo ou de passagem elétrico: Este modelo utiliza uma resistência elétrica, dentro de um pequeno reservatório de água, que passa todo o seu calor para esta água, aquecendo-a instantaneamente.

c) Aquecedor de acumulação (boiler) a gás: A água fria entra no reservatório, ficando ali armazenada por determinado tempo, para ser aquecida pelo calor da chama do queimador a gás.

d) Aquecedor de acumulação elétrico: A água fria armazenada no tanque (reservatório) é aquecida através do calor gerado pela resistência elétrica existente no interior do aquecedor.

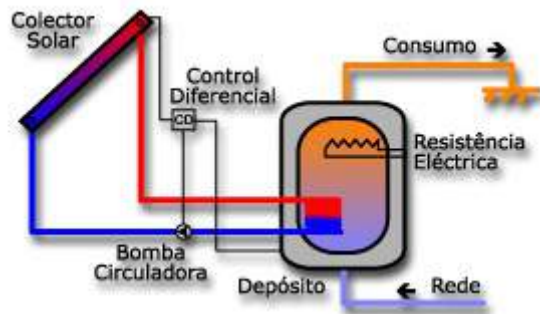
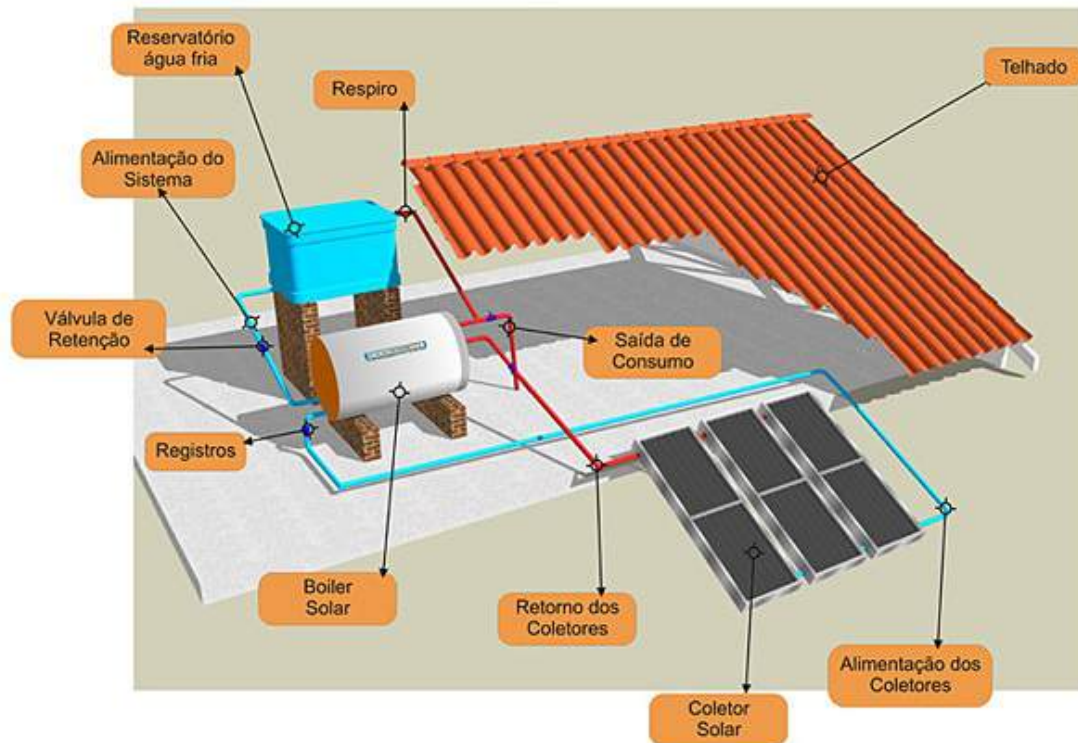
e) Aquecedor solar: O sistema de aquecimento solar é composto por dois elementos básicos: o coletor solar, que aquece a água, e o reservatório térmico (ou “boiler”), que armazena a água aquecida.

A água circula entre o reservatório térmico e os coletores solares. Os coletores com superfície enegrecida captam o calor do sol e o transferem para a água que circula no interior da serpentina dos coletores solares.

Aquecida, a água retorna ao reservatório térmico (boiler) e ali fica armazenada até que seja consumida. É preciso também haver

uma caixa d'água fria para alimentar o reservatório térmico, podendo ser exclusiva (o que é mais recomendado) ou não.

Esquema circulação por termos sifão



3) Dispositivos de segurança:

a) Controladores de temperatura: De certa forma, os próprios sistemas básicos de comando automático, para ligar ou desligar o aquecedor, já servem como controladores de temperatura, mas os equipamentos podem ainda contar com outros dispositivos de segurança para evitar o superaquecimento, evitando-se a possibilidade de ocorrência de queimaduras mais graves quando de uma utilização normal do sistema.

Sistema automático do aquecedor de acumulação: aciona ou interrompe o aquecimento, comandado por termostato.

Termostato de segurança no aquecedor de acumulação: calibrado para uma temperatura um pouco mais alta que a do termostato do sistema automático, destina-se a funcionar como um limitador adicional em caso de falha do automático.

Dispositivo automático hidrodinâmico do aquecedor instantâneo: controla a abertura ou passagem de energia para os elementos de aquecimento (resistências ou queimadores a gás), de acordo com a intensificação ou redução do fluxo de água (pela abertura ou fechamento de torneiras ou registros nos pontos de utilização de água quente).

b) Controladores de pressão:

Respiro: O respiro é um elemento de segurança que tem a finalidade de evitar o aumento de pressão de vapor no caso da ocorrência de um superaquecimento. Trata-se de um tubo vertical instalado imediatamente na saída de água quente do aquecedor de acumulação. O tubo de respiro deve subir a uma altura no mínimo 30 cm acima do nível de transbordamento da Caixa d'Água. O diâmetro do tubo respiro deve ser maior ou igual ao diâmetro da tubulação de distribuição, mas em nenhum caso deve ser menor do que 19 mm.

Válvula de Alívio de Pressão: A válvula tem por finalidade expulsar o vapor d'água quando ocorre um superaquecimento. Funciona eliminando a pressão de vapor (que é provocado quando ocorre um superaquecimento), através do deslocamento do pistão. Quando pressão interna é maior que a pressão para a qual o pistão foi regulado, este se desloca e permite a expulsão do vapor d'água pela abertura da válvula, aliviando a pressão do sistema. Para um perfeito funcionamento e segurança do sistema, é fundamental que seja feito um sifão na entrada de água fria do boiler. O sifão irá dificultar o retorno de água quente para o ramal de entrada de água fria no boiler, facilitando a abertura da válvula destinada a alimentar os ramais.

4) Tubulação de distribuição de água quente: A tubulação de distribuição de água quente é composta pelos seguintes elementos:

a) Barrilete: Tubulação que se origina no reservatório/aquecedor e da qual derivam as colunas de distribuição.

b) Colunas de distribuição: Tubulação derivada do barrilete,

c) Ramais: Tubulação derivada da coluna de distribuição, destinada a alimentar aparelhos e/ou sub-ramais.

d) Sub-ramais: Tubulação que liga o ramal à peça de utilização.

e) Tubulação de retorno: Tubulação que conduz a água quente de volta ao reservatório de água quente ou aquecedor.

O projetista deve analisar a necessidade de se utilizar tubulação de retorno e dispositivo de recirculação para obter-se, de forma rápida, nos pontos de utilização, uma temperatura acima de 40°C. O dispositivo de recirculação destina-se a manter uma temperatura acima da mínima (40°C) no interior da tubulação de água quente. A tubulação de retorno da água quente deve ser instalada com declive e provida, se necessário, de dispositivo de recirculação. Na conexão de ramais de retorno, cada um deve ser provido de válvula de retenção, protegida com registro ou dispositivo que possibilite controle de vazão. Devem ser de materiais resistentes à máxima temperatura admissível para água quente que, conforme a NBR 7198, é de 70°C. Seu dimensionamento segue o mesmo procedimento usado para o sistema de água fria.

5) **Dispositivos de utilização**: os dispositivos de utilização são os chuveiros, duchas, torneiras com misturadores convencionais ou monocomando, misturadores de banheira, etc. Ou seja, são dispositivos que permitem aos usuários utilizarem a água aquecida.

Sistema de Água Quente - Linha Aquatherm (Tigre)

Usaremos nesta lição o exemplo da linha de tubos e conexões para água quente Aquatherm® da marca Tigre, por ser uma das mais utilizadas no mercado.

Características Técnicas

Matéria-prima: CPVC (policloreto de vinila clorado), cor: bege;

Diâmetros: DN 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89, 114;

Temperatura máxima de trabalho: 80°C;

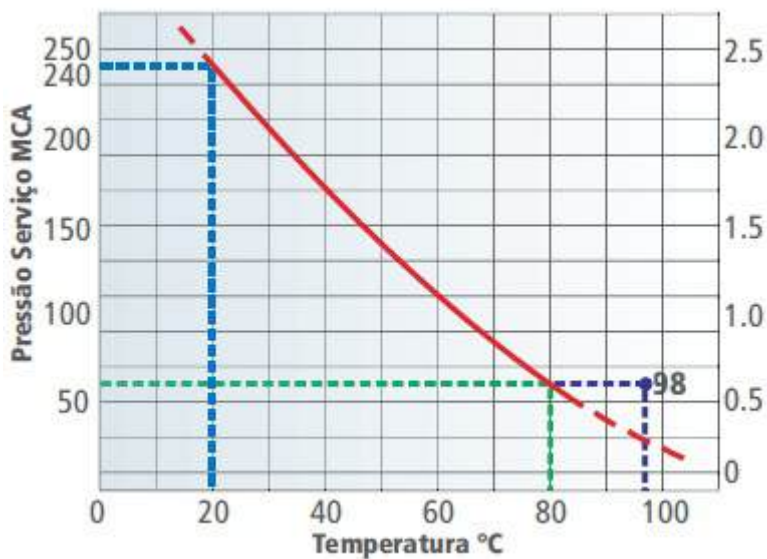
Pressão de serviço:

- 6,0 kgf/cm² ou 60 m.c.a. conduzindo água a 80°C;
- 24,0 kgf/cm² ou 240 m.c.a. conduzindo água a 20°C.

Não é indicado para condução de vapor;

Coeficiente de Dilatação Térmica Linear $6,12 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ (médio).

O gráfico a seguir apresenta a variação de pressão de serviço da linha Aquatherm® em função da temperatura, e poderá também ser consultado para outras faixas de trabalho. O Aquatherm também é recomendado para linhas de recalque em edifícios de grande porte, pois suporta até 240 m.c.a. a 20°C.



**Recomendado para linhas de recalque em edifícios de grande porte. Suporta até 240 m.c.a. e picos de temperatura de até 98°C.*

Isolamento Térmico: os tubos e conexões Aquatherm® dispensam isolamento na maioria dos casos, seja quando embutidos em paredes ou aparentes.

O uso de isolamento térmico em outros tipos de tubulação se faz necessário para diminuir o efeito de troca de calor das tubulações com o meio ambiente, o que mantém consequentemente a temperatura da água aquecida por mais tempo. No caso dos produtos Aquatherm®, estas trocas de calor atingem valores mínimos, tendo como causa a baixa condutividade térmica do CPVC.

**Condutividade Térmica do CPVC: $9,6 \cdot 10^{-5}$ (cal x cm)/cm² * s * °C (número de calorias por segundo que atravessa uma placa de 1 cm de espessura e 1 cm² de área, quando a diferença de temperatura entre as faces é de 1°C).*

Nas instalações executadas com tubos e conexões Aquatherm®, a água quente chega mais rápido ao ponto considerado, em função da pequena perda de calor ao longo da tubulação.

O uso de isolamento térmico no CPVC é recomendado apenas nos casos onde as distâncias entre o aquecedor e o ponto de consumo estiverem acima de 20 metros ao ar livre (casos raros), ou onde a perda possa ser mais significativa (Ex.: passagem por câmaras de resfriamento), a critério do projetista responsável. A seguir, apresentamos a fórmula para o cálculo de perda de temperatura em tubulação de CPVC sem isolamento:

Dilatação Térmica: Todos os materiais estão sujeitos aos efeitos da dilatação térmica, expandindo-se quando aquecidos e contraindo-se quando resfriados.

Na maioria das instalações embutidas essa movimentação é absorvida pelo traçado da tubulação devido ao grande número de conexões utilizadas.

Em instalações aparentes, deve-se evitar trechos longos e retilíneos entre pontos fixos.

Onde isto não for possível, a TIGRE recomenda a utilização da Junta de Expansão Aquatherm®. Outra opção ainda utilizada são as “liras” ou mudanças de direção no traçado da tubulação.

INSTALAÇÃO

Instalações Embutidas: no caso das tubulações Aquatherm® embutidas em alvenaria ou concreto, devemos saber que:

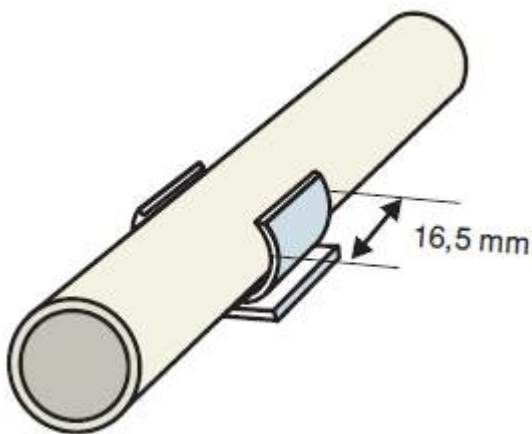
As aberturas nas paredes devem ser feitas de forma a permitir a colocação de tubos e conexões livres de tensões. Não se deve curvar ou forçar os tubos para uma nova posição após a montagem. Isto pode ocasionar esforços extras sobre as conexões levando-as ao rompimento.

Ao embutir uma tubulação Aquatherm® em alvenaria, utilize massa podre para o fechamento das aberturas (após o teste de estanqueidade). O ideal é instalar os tubos Aquatherm® passando pelas paredes, mas se for inevitável a sua passagem pelo

contrapiso (argamassa aplicada sobre a laje), uma boa dica é envolver a tubulação em papelão, jornal ou papel de sacos de cimento. Isto permitirá que a tubulação tenha um pequeno espaço para “trabalhar”, não ficando solidária à estrutura.

Instalações Aparentes: a fixação da tubulação deve ser feita através de suportes ou braçadeiras. Os apoios utilizados para a fixação dos tubos deverão ter formato circular, com uma largura mínima de $0,75 \times D$ (D = diâmetro). Por exemplo, se o tubo é de 22 mm, multiplicamos este valor por 0,75 e teremos o seguinte resultado: 16,5 mm.

Veja na ilustração:



Apenas um deles poderá ser fixo, os demais apoios deverão permitir a movimentação livre da tubulação, provocada pela dilatação térmica. Quando ocorrerem mudanças de direção, as conexões utilizadas deverão ser ancoradas a fim de se evitar deslocamentos indesejados da instalação.

De acordo com o comprimento do trecho entre 2 conexões, deverá existir junta de expansão, ou lira, para absorver a dilatação térmica deste trecho.

Quando houver pesos concentrados devido à presença de registros ou conexões de 114 mm, estes deverão ser apoiados e ancorados independentemente do sistema de tubos.

Passagem por Elementos Estruturais: Ao atravessar vigas e lajes, já devem ser previstos espaços livres para as tubulações, usando um trecho de tubo de maior diâmetro. Desta forma garante-se a sua livre movimentação.

Transposição de Elementos da Obra (portas, janelas): Deve-se tomar cuidado para que não se faça a transposição das tubulações de água quente por janelas e portas em forma de sifão, pois este formato poderá causar a incidência de “ar na tubulação”, prejudicando o desempenho da instalação em casos de falta de abastecimento de água.

Instalação dos Tubos e Conexões Aquatherm (Tigre)

Execução das Juntas Soldáveis (soldagem por cola): Antes de soldar, verifique se o encaixe entre a ponta do tubo e a bolsa da conexão está bem justo. É necessário que exista uma interferência entre as peças, pois não se estabelece a soldagem se não ocorrer pressão entre as superfícies que estão sendo unidas.

Passo 1: Com auxílio do pincel aplicador, proceda à distribuição uniforme do Adesivo Aquatherm® ou Adesivo Especial TIGRE na bolsa da conexão e, em seguida, na ponta do tubo. Evite excesso de adesivo.



Passo 2: Encaixe de uma vez as extremidades a serem soldadas, dê $\frac{1}{4}$ de volta e mantenha a junta sobre pressão manual por aproximadamente 30 segundos, até que o adesivo adquira resistência.



Execução das Juntas Roscáveis: Nas instalações de água quente é sempre necessário fazer interligações com peças metálicas, como registros de gaveta, de pressão, de esfera, pontos de utilização, entradas e saídas de aquecedores, etc. Nestes casos será necessário realizar juntas roscáveis, através das conexões de transição da linha Aquatherm®. Veja o exemplo de instalação a seguir, onde estão sendo acoplados o Conector Aquatherm®, um registro base de pressão e o Tê Misturador de Transição Aquatherm.

Aplique a fita no sentido da rosca.



Após a aplicação do material vedante, rosqueie as peças.



Instalação da Junta de Expansão: a junta de expansão serve para absorver variações do comprimento dos tubos (dilatação e contração) provocadas por variações de temperatura, minimizando tensionamentos causados pela transmissão de esforços ao sistema de tubos e conexões. É instalada entre pontos fixos e retilíneos da tubulação de água quente.

A junta de expansão já sai lubrificada de fábrica. Antes de instalá-la, faça a movimentação de todo o curso do pistão para distribuir o lubrificante.



A Junta de Expansão Aquatherm® deve ser instalada com o pistão parcialmente estendido. Faça a marcação do comprimento de acordo com a tabela abaixo.

Temp. Ambiente (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P (mm)	90	84	77	71	64	58	51	45	39



Posicione a Junta de Expansão com o pistão devidamente estendido no local onde será instalada. Faça as marcações de corte da tubulação nos locais coincidentes com o fundo das bolsas da Junta de Expansão.



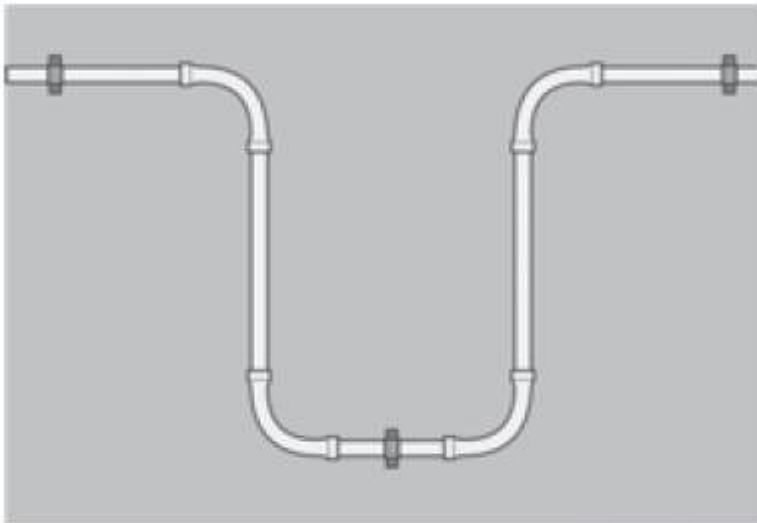
Aplice o Adesivo Aquatherm® nas bolsas da Junta de Expansão e instale-a no trecho da tubulação horizontal ou vertical.



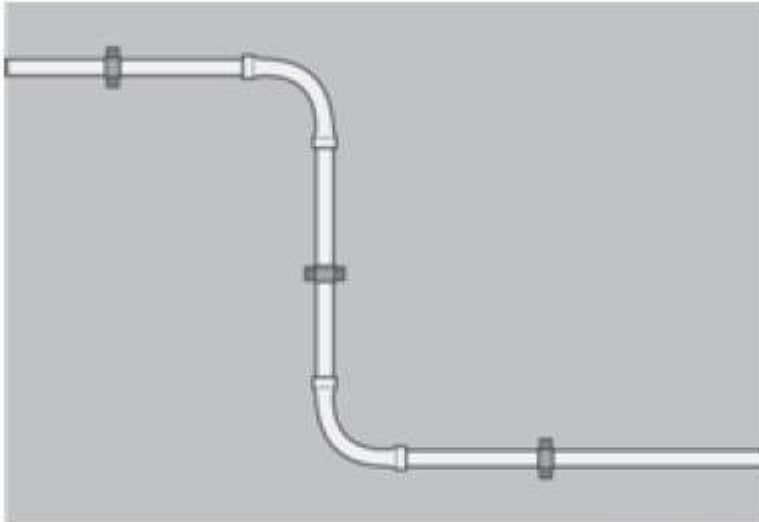
Solde as duas extremidades da Junta de Expansão na tubulação. Instale dois apoios próximos da Junta para facilitar o livre deslocamento do pistão.



Instalação de Liras: Liras são desvios na tubulação feitos com curvas a 90°, e funcionam como “molas” para garantir a boa expansão e contração das tubulações Aquatherm®. Existem 2 modelos bastante usuais: o modelo “U” ou o modelo “S” (mudança de direção), conforme as ilustrações:



LIRA TIPO U



LIRA TIPO S

As liras deverão ser instaladas sempre no plano horizontal para se evitar a formação dos sifões. É também indicado utilizar curvas ao invés de joelhos no traçado da lira, o que favorece o desempenho hidráulico da tubulação e causa menor perda de carga.

No caso de tubulações aparentes expostas aos raios ultravioleta, recomendamos o recobrimento com algum material adequado ou pintura com tinta à base de água.

Manutenção e Reparos - Linha Aquatherm (Tigre)

O sistema Aquatherm® não requer plano de manutenção desde que utilizado corretamente conforme norma. Quando ocorrem furos acidentais na tubulação, deve-se utilizar as Luvas de Correr Aquatherm® ou ainda as Luvas Soldáveis Aquatherm®, procedendo conforme o reparo dos tubos de água fria.

Manutenção nos Aquecedores:

Aquecedores a gás: Nos casos de aquecedores a gás, deve-se verificar sempre se a chama do gás está na cor azulada. A tonalidade amarela indica que os queimadores estão desregulados e/ou sujos, e com isso acabam consumindo mais gás. Outro ponto importante é o local de instalação do aquecedor, que deve ser permanentemente ventilado. Deve-se prever uma área total mínima permanente de ventilação de 800 cm², constituídas por 2 aberturas:

- uma abertura superior, acima de 1,5 m de altura;

- uma abertura inferior, abaixo de 0,80 m de altura, devendo a abertura variar de 200 a 400 cm².

É necessária também a instalação da chaminé para eliminar as substâncias nocivas da queima do gás. Em caso de viagens, em que o aquecedor ficará desligado por um longo tempo, é recomendável que se feche o registro de gás do aquecedor. Nunca se deve utilizar fósforos ou isqueiros para detectar vazamentos de gás, nem mesmo fumar cigarros próximo ao local de vazamento. Para detectar o vazamento de gás é indicado utilizar espuma de sabão. Após detectado o vazamento, é preciso fechar os registros dos aparelhos e abrir as portas e as janelas para ventilar bem o ambiente, além de entrar em contato com a companhia de gás da região.

Outro cuidado muito importante é o de não ligar nem desligar interruptores nem aparelhos elétricos. Pode ocorrer alguma faísca e provocar acidentes. Os fabricantes dos aquecedores a gás recomendam realizar manutenção preventiva pelo menos uma vez por ano.

Aquecedores elétricos: Toda a instalação elétrica deve ser realizada por um técnico habilitado, e deve ter um circuito independente de 220 V. Outro fator importante é que a bitola do fio depende da distância do aquecedor ao quadro de distribuição, e não deve ser menor do que 10 mm². Deve ser instalado um disjuntor bipolar de 50 A (Ampères).

Outra questão importantíssima é a retirada de todo o ar de dentro do sistema elétrico antes de colocá-lo em funcionamento. Se isso não for feito, corre-se o risco de queimar sua resistência devido à presença de ar.

Aquecedores solares: As placas coletoras solares sempre devem ser instaladas na posição norte. Se elas forem colocadas no lado errado, não conseguirão captar o máximo de calor do sol e, conseqüentemente, a água não será aquecida satisfatoriamente. É necessário também a instalação da válvula anticongelante e fazer a sua manutenção a cada seis meses. A válvula anticongelante é muito importante principalmente em regiões de clima frio.

Deve-se lavar a cobertura transparente dos coletores solares com água e sabão neutro, com pano ou esponja macia, para não prejudicar a captação dos raios solares pelas placas. Procure

sempre fazer a lavagem das placas coletoras na parte da manhã, quando a temperatura ainda não está muito alta. Isto evitará a quebra do vidro por choque térmico.

Assim como os outros sistemas de aquecimento (a gás ou elétrico), o sistema de aquecimento solar precisa de uma manutenção preventiva, ou seja, deve ser verificado pelo menos uma vez por ano.

Sistema de Água Quente - Linha PPR

A resina PPR: Polipropileno Copolímero Random - TIPO 3 foi desenvolvida pelos europeus em 1954. No mercado nacional existem várias marcas que trabalham com este tipo de material. Antes de iniciar uma instalação verifique se a marca escolhida é conhecida e de qualidade.

Função e Aplicações: Para condução de água fria e quente com alta exigência de desempenho e durabilidade:

- instalações prediais em residências, hotéis, indústrias, clubes e hospitais;
- instalação de calefação;
- instalação de condicionadores de ar frio e quente;
- instalações navais;
- instalações industriais.

Alguns benefícios da Linha PPR:

- ausência de corrosão;
- segurança total nas uniões através da solda por termofusão;
- absoluta potabilidade da água transportada;
- excelente isolamento térmico e menor perda de calor em comparação com materiais metálicos;
- excelente resistência ao impacto (elasticidade do material);

- alta resistência a baixas temperaturas;
- excelente desempenho hidráulico em função de suas paredes internas lisas;
- facilidade de transporte e manuseio devido à leveza do material;
- inatacável por correntes galvânicas.

Para este tipo de encanamento a junção das peças é feito por meio de solda de termofusão. Veja como isso funciona conhecendo primeiramente o Termofusor:

Utilização do Termofusor: O Termofusor é um equipamento de utilização manual com elemento térmico de contato, utilizado em soldagens por termofusão entre tubos e conexões de Polipropileno Random - Tipo 3. Esse equipamento possui um dispositivo de regulagem de temperatura para atingir o ponto de fusão (260°C) do material.

Antes de instalar o Termofusor, leia com atenção as instruções contidas no manual que acompanha o produto e as informações abaixo.

Importante:

- O operador do termofusor deve ler o manual antes de começar a operar o equipamento.
- Certifique-se do cumprimento das medidas de segurança informadas no manual e nos catálogos técnicos para evitar acidentes como choques elétricos, queimaduras, outros ferimentos e incêndios.
- Utilize o termofusor somente para as finalidades descritas neste manual.
- O conteúdo do equipamento, as imagens e as ilustrações, bem como as informações contidas neste manual, podem sofrer alterações sem aviso prévio, com o objetivo de melhorar a qualidade e o funcionamento do produto, ou até mesmo devido às alterações nas regras de segurança.

Cuidado

Veja a seguir alguns procedimentos que devem ser respeitados durante o manuseio do termofusor. Tais situações podem

apresentar perigos de morte, ferimentos graves ou danos materiais ao usuário:

- Somente conecte o termofusor à rede elétrica após tê-lo fixado ao suporte.
- Não manuseie o equipamento com as mãos molhadas.
- Não utilize o termofusor em condições de contato com água, sob chuva, em ambientes úmidos ou molhados.
- Não utilize o equipamento próximo de gases ou fluidos inflamáveis, como gasolina ou aguarrás, pois poderá provocar explosões ou incêndios.
- Mantenha limpo e iluminado o local onde utilizará o termofusor.
- Não sobrecarregue o termofusor, apenas utilize-o nas condições para o qual foi fabricado.
- Não manipule o cabo de alimentação elétrica de forma perigosa e jamais o desconecte da tomada puxando pelo cabo.
- Inspecione regularmente o cabo de alimentação elétrica. Caso esteja danificado, solicite o reparo a fim de evitar choques elétricos e acidentes.
- Diante de odor não habitual, vibrações ou ruídos no equipamento, desligue-o imediatamente e entre em contato com o representante ou distribuidor local.

Descrição do Equipamento

Aplicação: Destinado a realizar a soldagem por termofusão entre tubos e conexões de PPR. Modelos: T-63 (para tubos até DN 63 mm) e T-110 (para tubos até DN 110 mm).

Nomenclatura das peças:

- 1 - Termofusor padrão 220Volts
- 2 - jogo de bocais
- 3 - tesoura especial de corte
- 4 - luvas de proteção



O Processo de Termofusão:

Veja a seguir o passo a passo de como realizar a termofusão das partes:

Passo 1: Antes de iniciar o processo de termofusão, é fundamental realizar a limpeza dos bocais da termofusora com um pano embebido em álcool e verificar o seu correto ajuste sobre a placa do equipamento.



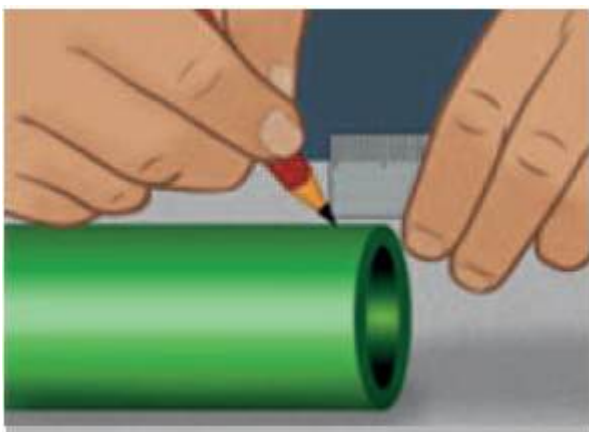
Passo 2: Faça o corte dos tubos com tesoura para evitar rebarbas. Não use a serrinha de aço.



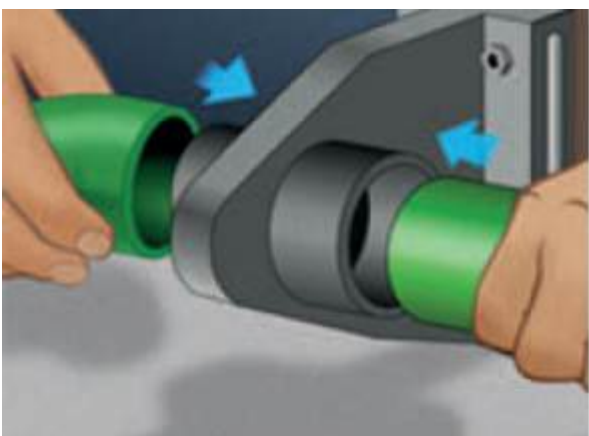
Passo 3: Limpe a ponta do tubo e o interior do bocal com um pano embebido em álcool.



Passo 4: Marque a profundidade de inserção na ponta do tubo, conforme a medida especificada na tabela mais abaixo, de acordo com o diâmetro.



Passo 5: Introduza simultaneamente o tubo e a conexão em seus respectivos bocais, de forma perpendicular à placa termofusora.
Obs.: A conexão deve ser encaixada até o final do bocal macho. O tubo não deverá ultrapassar a marca da profundidade anteriormente feita.



Passo 6: Retire o tubo e a conexão da termofusora após passado o tempo mínimo determinado para a fusão, conforme tabela logo após o término do passo a passo.



Passo 7: Imediatamente, proceda à união. Pare a introdução do tubo na conexão quando os dois anéis visíveis que se formam em função do movimento do material estiverem unidos.



Passo 8: Recomenda-se deixar a junta em repouso até atingir esfriamento total.

Diâmetro (Tubo e Conexão)	Profundidade de Inserção no Bocal - P (mm)
20	12
25	13
32	14,5
40	16
50	18
63	24
75	26
90	29

Profundidades de Inserção

Diâmetro (Tubo e Conexão)	Tempo Mínimo de Aquecimento (Segundos)	Intervalo Máximo para Acoplamento (Segundos)	Tempo de Esfriamento (Minutos)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6

Tempos para a termofusão (aumentá-los em 50% quando a temperatura for menor que 10).

Instalação e Reparos do Sistema de Água Quente da Linha PPR

Instalações Embutidas: Para embutir o sistema de Termofusão, no caso de uma parede profunda (Figura 1), a tubulação deverá ficar a uma profundidade mínima igual ao diâmetro da tubulação, fazendo-se o recobrimento com argamassa (Figura 2). Não é

necessário argamassa de grande resistência para fechamento da canaleta.

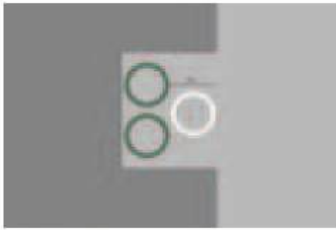


Figura 1

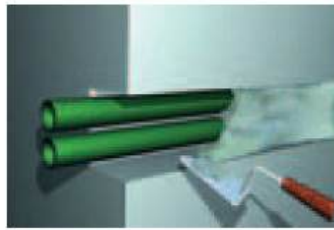


Figura 2

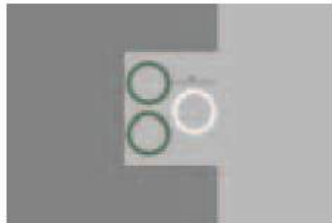


Figura 3

Em caso de paredes estreitas e passagem de tubulação de água fria e quente pela mesma canaleta, deve-se aumentar a sua largura de forma a separar ambas as tubulações a uma distância equivalente ao diâmetro da tubulação

Instalações Aparentes: As tubulações aparentes devem ser instaladas de forma a permitir a dilatação térmica natural do sistema. Devem ser instaladas por meio de braçadeiras, intercaladas entre pontos fixos e pontos deslizantes.

Pontos Fixos: Devem estar posicionados em todas as mudanças de direção da instalação hidráulica (tês, joelhos, etc.), impedindo que os esforços de dilatação térmica da tubulação sejam descarregados sobre as tubulações aparentes.

A distância entre apoios fixos não deve ser maior do que 3 metros.

Pontos Deslizantes: São suportes que permitem o deslocamento axial da tubulação, devendo ser instalados conforme tabela de distância máxima entre pontos fixos:

Isolamento Térmico: No caso de instalações de água quente central para os montantes, retornos e tubulações de distribuição e em instalações de água quente individuais com tubulação de grande extensão, recomenda-se recobrir a tubulação com proteções térmicas a fim de otimizar o rendimento dos equipamentos.

Proteção contra a Radiação do Sol: Todos os materiais sintéticos são atacados, em maior ou menor grau, pelos raios solares

(principalmente a radiação ultravioleta). Esse ataque se manifesta como uma degradação paulatina do produto de fora para dentro, que se observa como uma casca.

Para que esse problema não surja nos tubos, a recomendação é proteger a instalação exposta ao sol desde o momento do transporte até sua montagem.

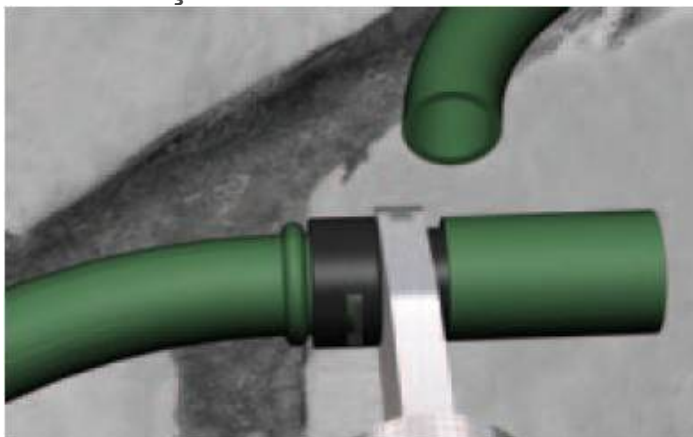
Para isso, o mercado conta com a oferta de bainhas de polietileno expandido, muito aconselháveis como proteção contra os raios UV, e também conta com fitas engomadas de diferentes procedências, que devem ser fortes para resistir em si mesmas à ação degradante dos UV e também fitas de alumínio que atuam como proteção contra os raios UV.

Dilatação Térmica: Da mesma forma que todos os materiais da obra, os tubos de termofusão sofrem os efeitos de contração e dilatação. As características de resistência dos tubos e das conexões não requerem nenhum tipo de proteção especial para esse fim, porém é conveniente criar um espaço livre entre a tubulação e o reboco, o que pode ser obtido através do envolvimento da tubulação em material como papelão, com o objetivo de impedir a formação de trincas na alvenaria.

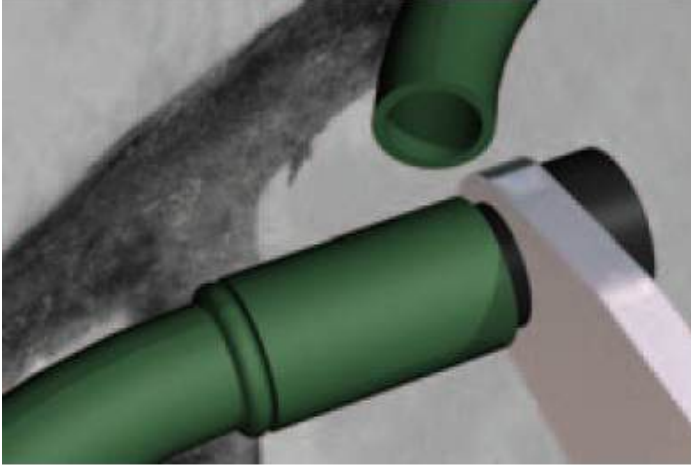
Em instalações aparentes maiores que 40 metros de comprimento, deve-se considerar a dilatação linear antes de iniciar o projeto. O traçado da tubulação deve ser de forma a permitir a livre movimentação da tubulação.

Executando reparos na linha PPR: veja a seguir um passo a passo simples para executar um reparo na linha.

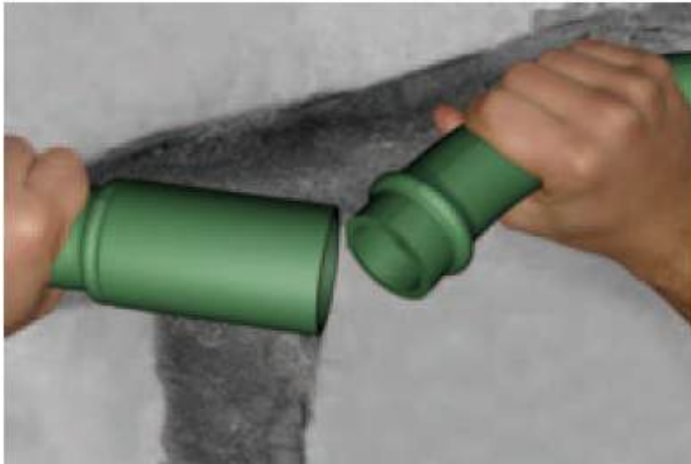
Passo 1: Faça um corte perpendicular no trecho danificado do tubo. Puxe as extremidades para fora da abertura da parede, apoiando-as em calços de madeira.



Passo 2: Aqueça as extremidades dos tubos e da luva. Obs.: O tempo de aquecimento da luva deverá ser o dobro do tempo usado para o tubo.



Passo 3: Imediatamente proceda à união, retirando os calços para que a tubulação volte à sua posição normal.



Dimensionamento das Instalações do Sistema de Água Quente

Para garantir o fornecimento de água quente na temperatura e quantidade certas, é preciso coletar algumas informações imprescindíveis sobre as necessidades dos usuários deste sistema:

- Quantas pessoas residem na casa?
- Quantos quartos tem a casa?
- Haverá banheiras? Em caso positivo, quantas são e qual o volume de cada uma?

- Haverá máquina de lavar louças?
- Será necessário água quente na pia da cozinha e no tanque? Ou somente nos aparelhos dos banheiros?
- Quantos empregados trabalham no local?

Com estas informações, é possível determinar o volume de água quente que será consumido e então dimensionar o aquecedor ideal que atenda o nível de conforto esperado.

NORMA TÉCNICA DE PROJETO: A norma que fixa as exigências pelas quais devem ser projetadas e executadas as instalações prediais de água quente, atendendo as condições técnicas mínimas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários, é a NBR 7198 - Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente.

Veja algumas recomendações essenciais:

A temperatura da água aquecida deve ser de, no máximo, 70°C, a fim de garantir a segurança dos usuários.

A utilização de misturadores é obrigatória se houver possibilidade da água ultrapassar 40°C, devendo-se ter o cuidado de evitar a inversão da água quente pela rede de água fria e vice-versa.

Deve ser levado em consideração o efeito da dilatação e contração térmica das tubulações, que acontece em função da variação da temperatura da água no sistema.

A tubulação de água fria que alimenta os aquecedores deve ser feita com materiais resistentes à temperatura máxima de água quente (70).

A tubulação de água fria que alimenta os aquecedores não pode estar conectada a barriletes, colunas de distribuição e ramais que alimentam válvulas de descarga.

Dimensionamento de Aquecedores

Conforme apresentamos em outra lição anterior, os modelos de aquecedores disponíveis no mercado variam conforme marcas, modelos e tamanhos, podendo ser em geral de passagem ou de acumulação.

Porém, como escolher o aquecedor mais adequado para as várias situações de projetos de água quente?

Vamos verificar, através de alguns exemplos, quais são as informações e os métodos práticos mais adequados para o dimensionamento dos aquecedores adotados por alguns fabricantes.

Aquecedor de Passagem a Gás: Vamos supor que uma academia necessite de um projeto de sistema de água quente para atender a um vestiário esportivo com 10 duchas.

Passo 1: Nesse caso, o primeiro ponto a saber é qual a vazão de cada ducha. Este valor pode ser encontrado na tabela simplificada da norma brasileira NBR 5626:

Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Vazão (l/min)
Ducha	Misturador	12
Chuveiro elétrico	Registro de Pressão	6
Lavatório	Torneira ou Misturador	9
Pia	Torneira ou Misturador	15

Conforme NBR 5626 (Norma ABNT).

Passo 2: Conhecida a vazão (Q) de uma ducha, devemos multiplicá-la pelo número de duchas do ambiente.

Passo 3: Como a água quente estará sendo misturada com a água fria dentro do aquecedor, devemos considerar a metade da vazão calculada (Q_{nec}), portanto:

Passo 4: Neste momento, devemos escolher um modelo de aquecedor de passagem. Para esse exemplo vamos escolher o aquecedor de passagem a gás com vazão de 16 litros/minuto, facilmente encontrado no mercado.

Passo 5: Escolhido o modelo do aquecedor, precisamos saber quantos aquecedores serão necessários para atender o ambiente. Para isto, dividimos a vazão total que será necessária para este sistema pela vazão unitária do aparelho:

Aquecedores de Acumulação: Antes de iniciarmos o dimensionamento dos aquecedores de acumulação, também conhecidos como boiler, precisamos entender:

a) O aquecedor de acumulação é composto por um reservatório que armazena a água quente vinda de uma fonte de calor que a aquece. Esta fonte pode ser a gás, elétrica ou solar.

b) É necessário identificar o número de pessoas que irão residir no imóvel, caso isso não seja possível, utilize os dados da tabela a seguir:

Ambiente	Número de pessoas
Dormitório	2 pessoas
Dormitório de empregada	1 pessoa

c) É necessário verificar quais são os pontos que terão água quente, tais como: banheira, lavatório, chuveiro, pia de cozinha, tanque, máquina de lavar roupas, etc. Para saber a estimativa de consumo diário de água quente de cada um destes pontos de consumo, utilize os dados da tabela a seguir:

Peça	Volume (litros)
Banheira	Volume / 2
Pia de cozinha	50
Máquina de lavar roupa	150

d) Adotar os seguintes valores de consumo médio de água quente por pessoas para residências, conforme tipo de aquecedor escolhido:

Aquecedor a gás	40 litros/dia
Aquecedor elétrico	45 litros/dia
Aquecedor solar	50 litros/dia

Fonte: valores conforme fabricante de aquecedores.

Esses valores são adotados levando em consideração as temperaturas de cada região do Brasil, principalmente a temperatura da água fria na entrada do aquecedor. O sistema a gás tem um poder calorífico maior do que o elétrico e o solar. Isto significa que o aquecedor a gás leva um tempo menor para aquecer a água na temperatura desejada. A conclusão é de que precisamos de um reservatório maior nos casos de instalação de aquecedores elétricos e solares.

e) Calcular o volume do aquecedor. É importante saber que os aquecedores são fabricados dentro de volumes padrão, que são conhecidos como “Volumes Comerciais”. Após o cálculo do volume, deve-se identificar qual é o volume comercial mais aproximado do valor calculado. Os modelos variam de 150 a 300 litros.

Exemplo de cálculo de consumo com aquecedor solar

Vamos agora calcular o volume do reservatório para um aquecedor solar. Como neste caso o aquecimento é do tipo solar, temos que calcular também o número de coletores solares necessários para aquecer este volume calculado. Imagine um cliente que deseja instalar um sistema de água quente em sua residência, que tem 2 dormitórios, um quarto de empregados e uma banheira de 180 litros. E ele deseja também água quente na pia da cozinha.

Passo 1: Primeiro devemos determinar o número provável de pessoas que utilizará o sistema de aquecimento solar. Vamos considerar 2 pessoas para cada dormitório e mais 1 para o quarto de empregados.

Então: 2 dormitórios = $2 \times 2 = 4$ pessoas

1 dormitório de empregados = $1 \times 1 = 1$ pessoa

Total: 5 pessoas

Passo 2: Verificamos o consumo médio de água quente por pessoa, considerando uso de aquecedor solar (50 Litros / dia).

Passo 3: Calculamos o volume em litros de água quente que será consumido pelo total de pessoas da casa.

50 litros/dia x 5 pessoas = 250 litros

Passo 4: Calculamos o consumo da banheira. 1 Banheira 180 litros / 2 (metade do consumo) = 90 Litros

Passo 5: Consideramos o consumo da torneira da pia da cozinha: 50 Litros

Passo 6: Calculamos então o consumo total de água quente por dia:
 $250 + 90 + 50 = 390$ litros

Com este valor em mãos, verificamos no catálogo dos fabricantes qual o volume comercial que atenderá esse caso. Vamos adotar o aquecedor solar com boiler (chamado de reservatório complementar) de 400 litros.

Conhecendo o Sistema Predial de Esgoto

O sistema de esgoto sanitário é o conjunto de tubulações, conexões, caixas sifonadas e demais dispositivos responsável por coletar e conduzir a um destino adequado os efluentes de esgotos, com garantia de segurança e perfeito funcionamento.

Para melhor tratarmos sobre este assunto é fundamental conhecer alguns conceitos utilizados para os diversos componentes das instalações prediais de esgoto sanitário.

Componentes do Sistema de Esgoto: Aparelhos sanitários: são ligados à instalação predial, permitindo o uso da água para higiene.

Desconectores ou sifões: peças que contêm uma camada líquida chamada de “fecho hídrico”, fundamentais para impedir a passagem dos gases contidos nos esgotos. A norma brasileira NBR 8160 recomenda um mínimo de 5 cm para altura dos fechos hídricos dos desconectores.



* *EXEMPLOS DE DESCONECTORES: caixas sifonadas, sifões, vasos sanitários*

Ralos: São caixas que possuem grelha na parte superior, que recebem as águas de chuveiros ou de lavagem de pisos. Quando contêm sifão, chamamos de ralos sifonados.

Caixas sifonadas: Peças que recebem as águas servidas de lavatórios, banheiras, box, tanques e pias, ao mesmo tempo em que impedem o retorno dos gases contidos nos esgotos para os ambientes internos. Também podem recolher as águas de lavagem de piso, através da grelha superior, e protegem a instalação contra a entrada de insetos, graças ao fecho hídrico.

Ramal de descarga: Tubulação que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários.

Ramal de esgoto: Recebe os efluentes dos ramais de descarga, diretamente ou a partir de um desconector (caixa sifonada).

Tubo de queda: Tubulação vertical existente nos prédios de dois ou mais andares que recebe os efluentes dos ramais de esgoto e dos ramais de descarga.

Instalação primária de esgoto: Conjunto de tubulações que contêm os gases provenientes do coletor público ou da fossa séptica.

Instalação secundária de esgoto: É o conjunto de tubulações e dispositivos para o qual os gases do esgoto não têm acesso. Neste caso, a passagem dos gases é impedida pelos fechos hídricos dos sifões ou desconectores.

Subcoletor: É a tubulação horizontal que recebe os efluentes de um ou mais tubos de queda (no caso de prédios) ou de ramais de esgoto.

Dispositivos de inspeção:

a) Caixa de gordura: Caixa que recebe o esgoto vindo diretamente do ramal da cozinha. Possui um sifão que retém a gordura dentro da caixa, impedindo que esta seja conduzida pela tubulação. Desta forma, pode-se efetuar limpeza periódica para eliminar a gordura e demais materiais que ficam ali retidos.

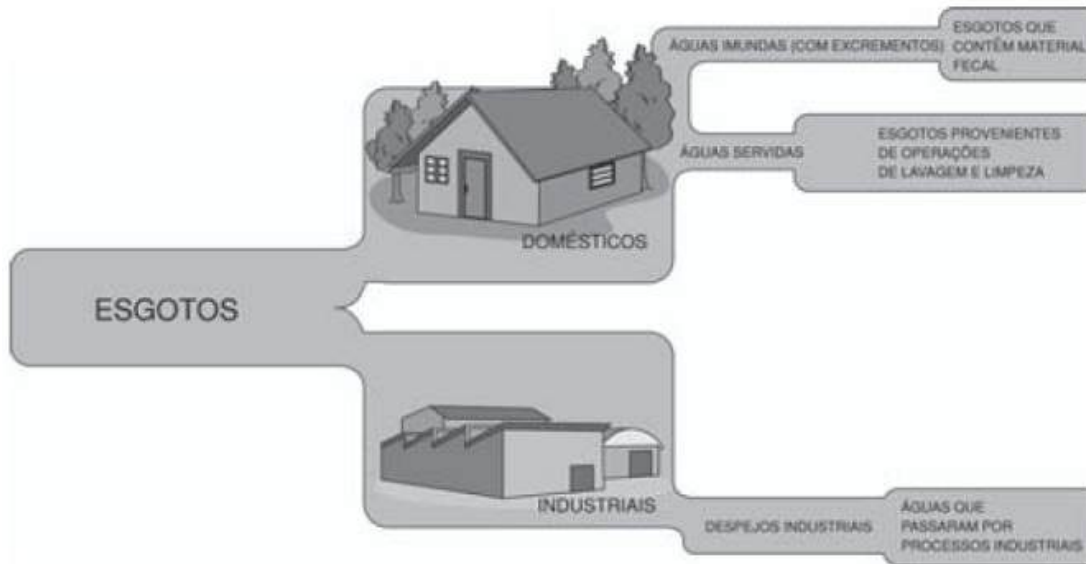
b) Caixa de inspeção: São destinadas a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e mudanças de direção das tubulações. Devem ser instaladas, no máximo, a cada 25 metros, para facilitar o manuseio dos equipamentos utilizados para limpeza. As caixas de inspeção recebem o esgoto primário e por esse motivo devem ter tampas hermeticamente fechadas (que não deixam escapar mau cheiro para o ambiente).

Coletor predial: trecho final da tubulação que conduz o esgoto até a rede pública de coleta, ou ao sistema de esgoto individual.

Válvula de retenção: conexão instalada no ramal predial, após a última caixa de inspeção, que impede o retorno de esgoto em situações como: inundações, enchentes, refluxo de marés, entupimentos,

vazões elevadas em períodos de chuva. Pode também ser utilizada em ramais prediais de águas pluviais.

Caminho do Esgoto: O esgoto, ou águas residuárias, são os despejos líquidos de casas, edifícios, estabelecimentos comerciais, instituições e indústrias. Podemos dividi-los conforme o tipo de efluente. Veja o esquema:

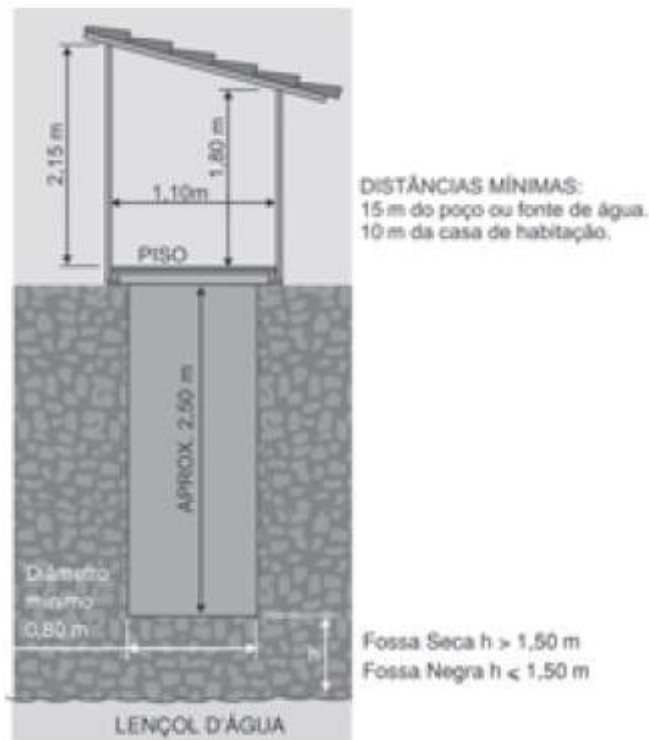


Os componentes de um sistema de esgoto são definidos conforme a quantidade de líquido escoado, número de pessoas, custos, tipo de efluentes, solo, entre outros.



Como podemos ver no esquema anterior, os esgotos podem ser levados ao seu destino final com ou sem “transporte hídrico”, ou seja, utilizando a água para transporte dos dejetos. O transporte hídrico é usado em locais onde há abastecimento de água em

quantidade suficiente para isto. Onde não é possível o transporte hídrico, é utilizada normalmente a fossa negra, ou fossa seca.



Vamos ver agora como funcionam as formas de encaminhamento dos esgotos domésticos com transporte hídrico.

Sistemas de Tratamento Individual: O sistema individual é aquele onde cada uma das casas das cidades possui o seu próprio sistema de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos. Neste sistema, os esgotos são encaminhados a uma fossa séptica, que é uma espécie de caixa que recebe todo o esgoto doméstico, onde existe a ação de bactérias chamadas “anaeróbias” (micro-organismos que vivem em ambientes onde o ar não circula).

Estas bactérias transformam parte da matéria orgânica sólida em gases, que saem pela tubulação de ventilação. Durante o processo, depositam-se no fundo da fossa as partículas sólidas, que formam o lodo. Na superfície do líquido também se forma uma camada de crosta, ou espuma, que contribui para evitar a circulação do ar, facilitando a ação das bactérias.

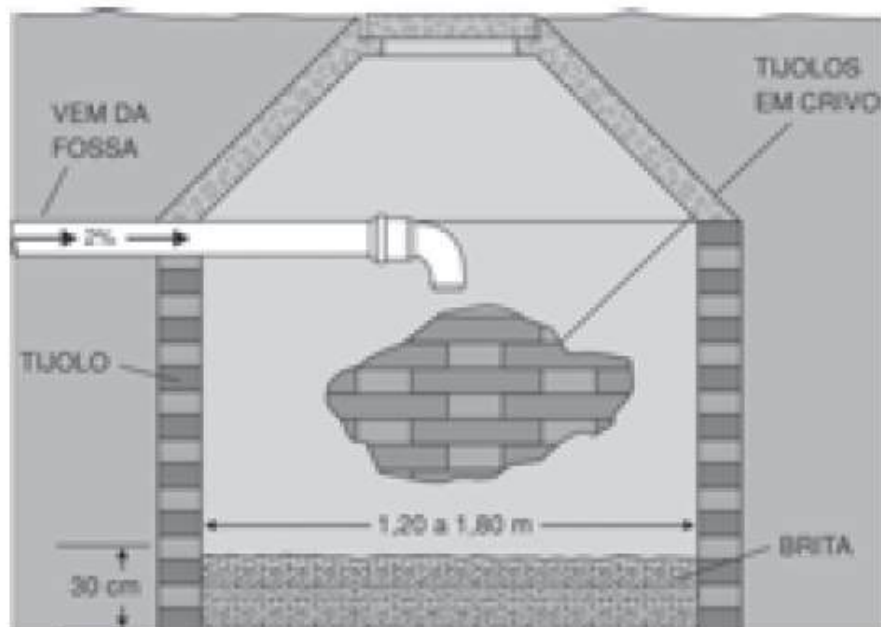


Uma fossa séptica com 1500 litros de capacidade está apta a atender uma residência de até 7 pessoas, prevendo-se a sua limpeza a cada 2 anos. Não é recomendável a instalação de uma fossa com capacidade menor que 1250 litros. O material que permanece diluído no líquido do esgoto segue pela tubulação até ser distribuído no terreno por um dos seguintes sistemas:

- Sumidouro ou poço absorvente
- Irrigação subsuperficial
- Trincheiras filtrantes

Sumidouro ou poço absorvente: Ainda muito utilizado no Brasil, trata-se de um buraco aberto no solo cujas dimensões variam de acordo com a quantidade de esgoto eliminada e com a porosidade do solo. O fundo do poço deve estar a 1,5 metros acima do lençol d'água, para evitar a poluição da água subterrânea.

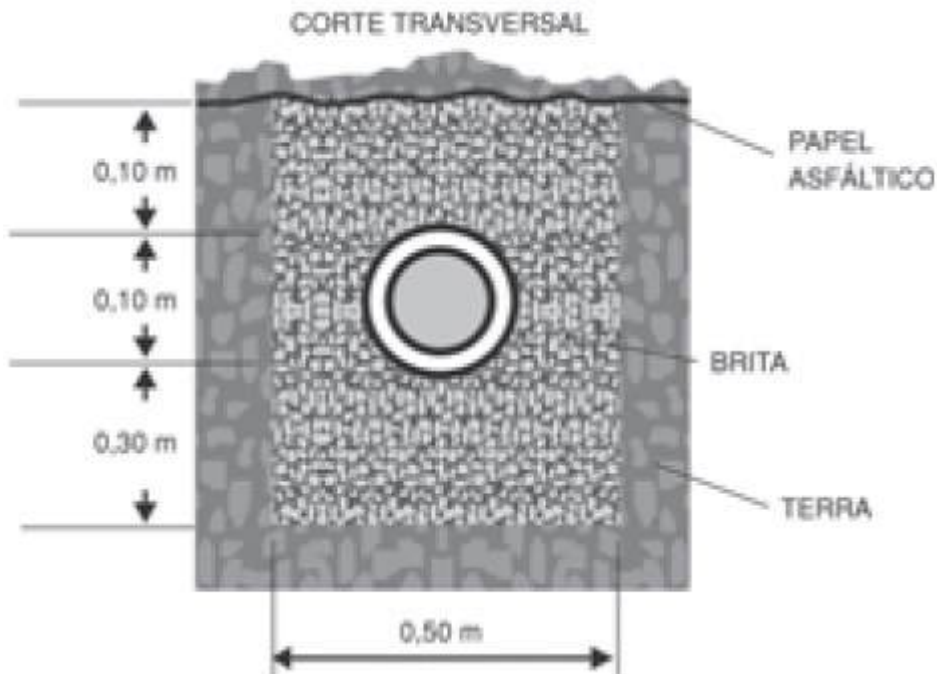
Para evitar desmoronamentos, as paredes laterais são feitas em alvenaria, utilizando-se tijolos em crivo que são juntas abertas para permitir a infiltração no terreno.



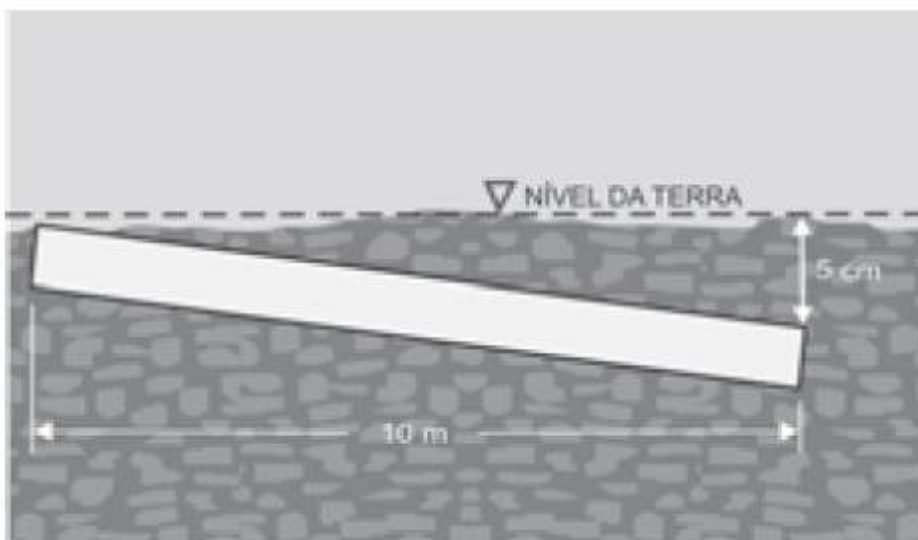
Irrigação subsuperficial: Forma utilizada quando o lençol subterrâneo está muito próximo da superfície do solo. É composta basicamente por tubos de drenagem que permanecem enterrados, com certo espaçamento entre si. Veja o esquema abaixo.



Para a sua construção, podem ser utilizados tubos de PVC rígidos para drenagem, de diâmetro 100 mm, instalados no fundo das valas conforme esquema da figura:



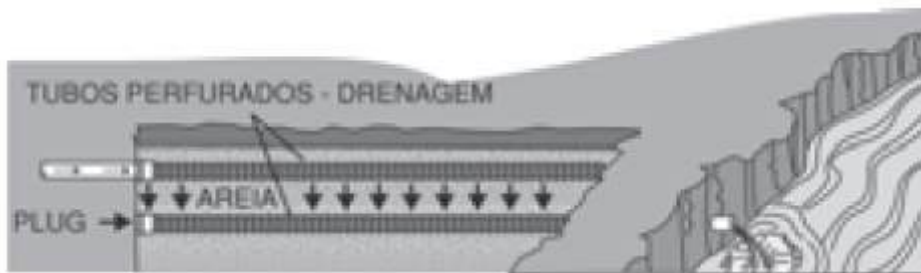
A declividade dos tubos enterrados deve ser entre 0,25% e 0,5%. Por exemplo, se tenho uma linha com 10 metros de comprimento, e quero uma declividade de 0,5%, teremos o seguinte valor de declividade: $(10 \times 0,5) : 100 = 0,05$ metros = 5 cm



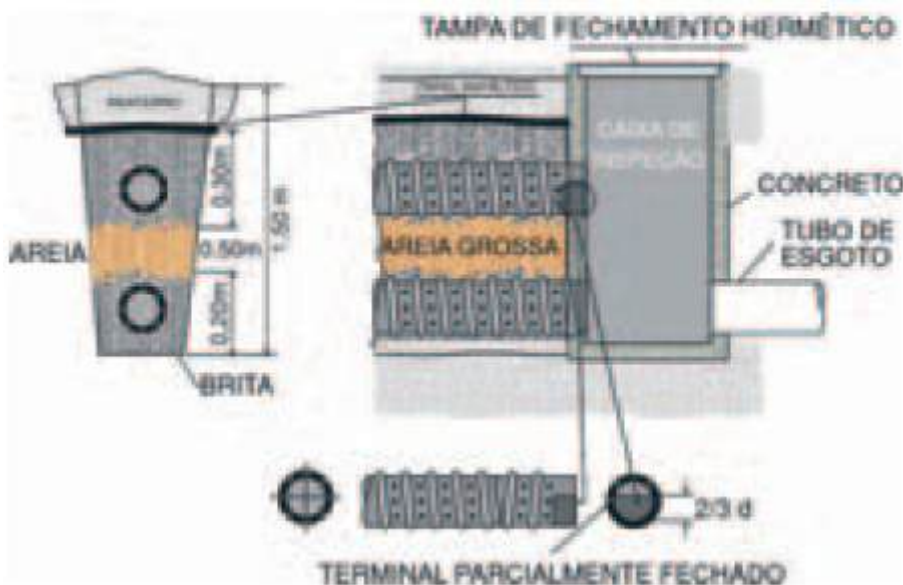
O afastamento mínimo recomendado entre as valas é de 1 metro, e o comprimento das linhas não deverá ser maior que 30 metros. Um critério aproximado para se dimensionar esse tipo de sistema é o estimado comprimento total da linha em função do tipo de solo do local onde será instalado o sistema e do número total de pessoas a utilizarem a habitação considerada. Neste caso consultamos a tabela:

	Tipo de Solo	C
1	Argila compacta de cor branca	20
2	Argila de cor vermelha ou marrom, medianamente compacta	30
3	Argila com areia	50
4	Areia com pouca argila	75
5	Areia	90

Trincheiras filtrantes: Este sistema é utilizado quando o solo local não consegue absorver o esgoto através dos dois sistemas anteriores. É formado por duas linhas de tubulação, uma sobre a outra, com uma camada de areia entre elas. A linha superior faz a irrigação e a inferior coleta. Quando o esgoto passa por esta camada de areia, praticamente eliminam-se as bactérias existentes, permitindo o lançamento posterior em um curso d'água, ou sarjeta, conforme o local. Quanto maior a camada de areia e mais fino o grão de areia (granulometria), melhor é a filtragem.



Para a sua construção, podem ser utilizados tubos de PVC rígidos para drenagem, de diâmetro 100 mm, dispostos conforme figura:



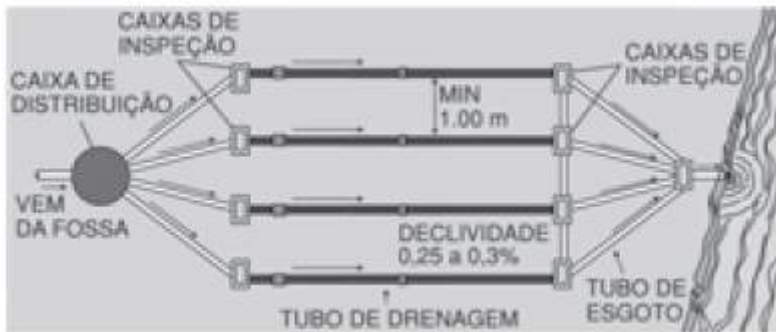
A declividade dos tubos enterrados é entre 0,25 % e 0,3 %. Por exemplo, se tenho uma linha com 10 metros de comprimento, e quero uma declividade de 0,25%, teremos o seguinte valor de declividade:

$(10 \times 0,25) : 100 = 0,025$ metros = 2,5 cm

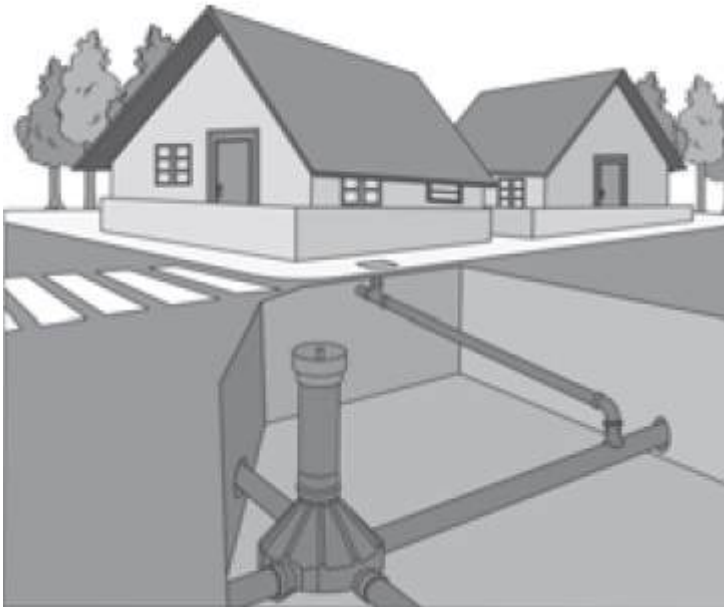
As valas deverão ter uma profundidade de 1,20 a 1,50 metros, com largura de 0,50 metros.

A extensão mínima das linhas deverá ser de 6 metros por pessoa. Não é recomendado menos de 2 valas para atender uma fossa séptica.

EXEMPLO: Em uma residência com 4 pessoas, teremos um sistema com 4 linhas de 6 metros cada uma.



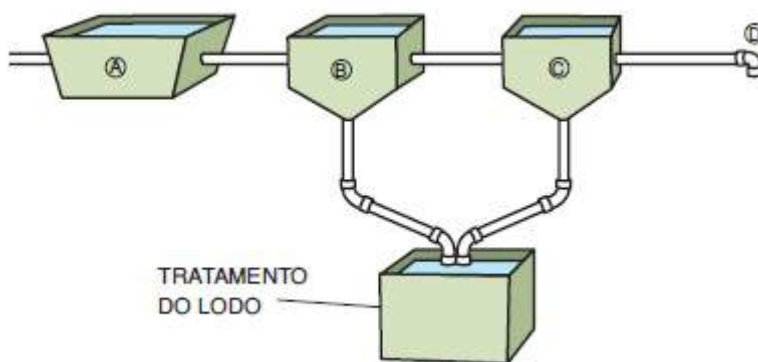
Sistemas de Tratamento Coletivo: A outra solução adotada para coleta, afastamento e tratamento do esgoto com transporte hídrico é o SISTEMA COLETIVO. É o mais recomendado por não despejar no solo qualquer tipo de resíduo de esgoto, visto que é coletado diretamente por uma rede de tubulações, que o encaminha para um adequado tratamento. Os esgotos das casas e comércio em geral são encaminhados pelo coletor predial até uma rede coletora chamada de coletor público. Este passa pelas ruas da cidade, enterrado, encaminhando-se até um local onde se efetua o tratamento do esgoto: a ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE.



Como Funciona uma ETE: Uma Estação de Tratamento de Esgoto tem a finalidade de tornar o esgoto recebido em condições de ser lançado aos rios, lagos ou ao mar.

Os esgotos são encaminhados à ETE, onde inicialmente são retiradas as impurezas maiores (sólidos, gorduras e areia), para depois ser removida a matéria orgânica. O tratamento pode ser complementado adicionando-se cloro como uma forma de desinfecção. Os efluentes são lançados então, por uma tubulação chamada emissário, aos rios, lagos ou ao mar. Neste ponto o esgoto tem um alto índice de purificação.

Veja no esquema os estágios principais do tratamento.



A) Remoção Dos Sólidos Maiores (Grades)

B) Decantação Dos Sólidos Em Suspensão

C) Tratamento Com Micro-Organismos E Decantação

D) Emissários

Dimensionamento das Instalações de Esgoto

Toda a instalação predial de esgoto sanitário deve permitir a coleta e afastamento dos esgotos domésticos, encaminhando-os a uma rede pública ou, na falta desta, para um sistema particular de tratamento.

Projetá-lo e executá-lo corretamente é importante, pois:

- Permite o rápido escoamento dos efluentes e fácil desobstrução das instalações;
- Impede a passagem de gases dos esgotos e insetos para o interior das residências e prédios;
- Evita a poluição da água potável e do meio ambiente em geral.

Todos os aparelhos sanitários (vasos sanitários, pias, box de chuveiro) devem possuir desconectores (dispositivos providos de fecho hídrico, destinados a impedir o retorno de gases do esgoto para o interior dos ambientes, como caixas sifonadas, sifões). Os desconectores podem atender a um aparelho ou a um conjunto de aparelhos de um mesmo ambiente. Por exemplo: uma caixa sifonada pode servir como desconector de um box de chuveiro, de um lavatório e de uma banheira.

Todos os trechos horizontais previstos no sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário devem possibilitar o escoamento dos efluentes por gravidade devendo, para isso, apresentar uma declividade constante.

Exemplo de Dimensionamento das Tubulações de Esgoto: As quantidades (ou vazões) de esgoto que escoam pela instalação predial (tubulações, caixas sifonadas, caixas de inspeção) variam em função das contribuições de cada um dos aparelhos desta instalação.

Para esclarecer este aspecto e demonstrar as etapas de dimensionamento das instalações de esgotos, trazemos um exemplo de uma instalação predial de uma residência onde iremos calcular o diâmetro dos ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de ventilação e subcoletores.

EXEMPLO: Vamos dimensionar o sistema de esgoto e ventilação de uma residência que possui:

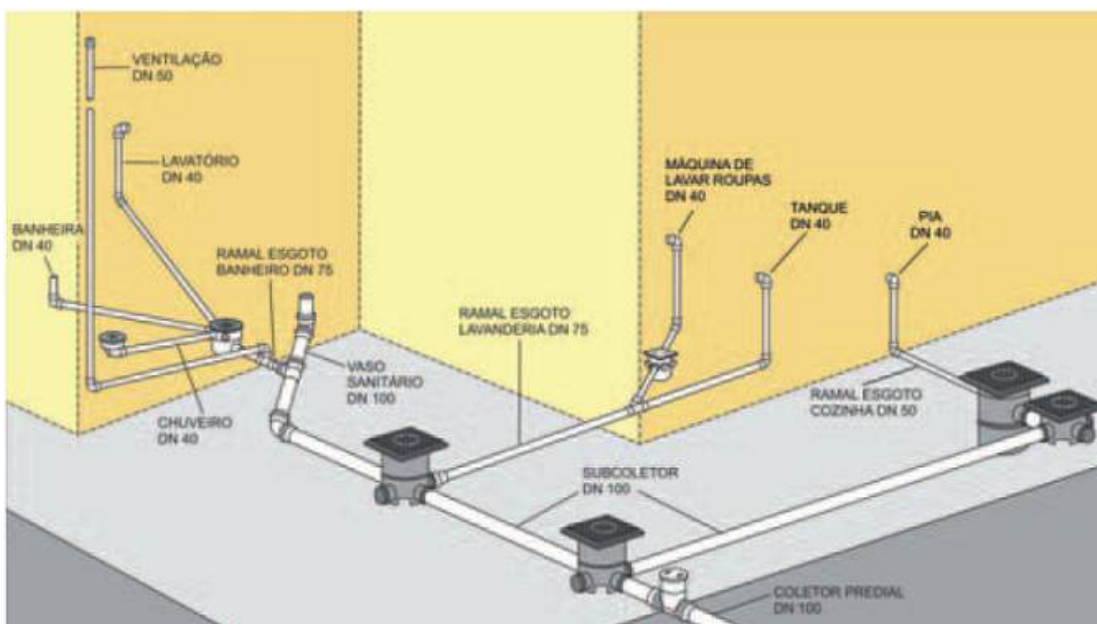
- 1 vaso sanitário;
- 1 lavatório;
- 1 chuveiro;
- 1 banheira;
- 1 pia de 2 cubas na cozinha;
- 1 tanque de 2 cubas;
- 1 máquina de lavar roupas.

Contribuição é a quantidade, ou vazão, de esgoto que cada aparelho despeja na instalação.

É fácil entender, portanto, que cada aparelho possui uma vazão própria.

Por exemplo: a vazão escoada por um vaso sanitário, alimentado por uma válvula de descarga de 1 ½", é muito superior à de um lavatório alimentado por uma torneira de ½".

Dessa forma, para vazões maiores, teremos maiores diâmetros e vice-versa.



Dimensionamento dos Ramais de Descarga: Para determinarmos os diâmetros dos ramais de descarga dos diversos aparelhos, devemos consultar a seguinte tabela:

Aparelho	Diâmetro do Ramal (DN)
Banheira residencial	40
Bidê	40
Chuveiro	40
Lavatório	40
Vaso sanitário	100
Pia de cozinha	50
Tanque de lavar roupa (por cuba)	40
Máquina de lavar roupas	50

Assim sendo, para a instalação de nosso exemplo, teremos os seguintes ramais de descarga para cada aparelho:

banheiro:

1 vaso sanitário DN 100

1 lavatório DN 40

1 chuveiro DN 40

1 banheira DN 40

cozinha:

1 pia de 2 cubas DN 50

lavanderia:

1 tanque de 2 cubas DN 40

1 máquina de lavar roupas DN 50

Dimensionamento dos Ramais de Esgoto: Quando dois ou mais ramais de descarga se encontram, formando uma única tubulação, essa tubulação passa a se chamar ramal de esgoto.

Nos banheiros, por exemplo, os ramais de descarga (exceto o do vaso sanitário) podem ser conectados a uma caixa sifonada, de cuja saída deriva o ramal de esgoto.

Veja que, em nosso exemplo, os ramais de descarga do lavatório, do chuveiro e da banheira estão conectados a uma caixa sifonada, e a partir daí segue o ramal de esgoto.

Para determinarmos os diâmetros dos ramais de esgoto do banheiro, da cozinha, da área de serviço e a caixa sifonada ideal para o banheiro, podemos utilizar a tabela a seguir.

Quantidade de aparelhos	Diâmetro (DN)
Banheiros	
Com 2 aparelhos sem banheira	40
Com 3 aparelhos sem banheira	50
Com banheira mais aparelhos	75
Cozinha (do sifão até a caixa de gordura)	
Com pia de 1 cuba	50
Com pia de 2 cubas	50
Lavanderias	
Com 1 tanque	40
Com tanque e 2 cubas	50
Com máquina de lavar roupas	75
Com máquina de lavar roupas e tanque	75

Em nosso exemplo, o banheiro possui 1 lavatório, 1 chuveiro e 1 banheira. Verificando a tabela, todos estes aparelhos se encaixam no item “com banheira mais aparelhos”. Logo, o diâmetro do ramal de esgoto do banheiro será DN 75.

Assim, a caixa sifonada deverá possuir também uma saída de DN 75, garantindo assim o adequado escoamento do esgoto.

Na cozinha teremos 1 pia com 2 cubas. Olhando este item na tabela acima, o diâmetro do ramal de esgoto será DN 50. Sabemos que o ramal que sai da pia da cozinha não é despejado em uma caixa sifonada, pois, segundo a norma NBR 8160, este ramal deve ser conectado a uma caixa de gordura, fabricada de PVC, com duas entradas (DN 50 e DN 75) e com saída DN 100, conforme a NBR 8160. Na lavanderia teremos 1 tanque de 2 cubas e 1 máquina de lavar roupas. Na tabela acima, identificamos que estes aparelhos correspondem ao item “com máquina de lavar roupas e tanque”. Ou seja, o diâmetro será DN 75, com uma caixa sifonada de saída DN 75.

Dimensionamento da Tubulação de Ventilação: A ventilação em uma instalação de esgoto é extremamente importante, uma vez que impede o rompimento dos fechos hídricos dos desconectores, além de permitir a saída dos gases do esgoto para a atmosfera.

Lembre-se: fecho hídrico é a camada de água que permanece constantemente nos desconectores (aparelhos como o vaso sanitário, sifões e caixas sifonadas) e que veda a passagem dos gases.

Em nosso exemplo, por se tratar de uma residência, não será necessária uma coluna de ventilação. Teremos apenas o ramal e o tubo de ventilação no mesmo diâmetro. Antes de iniciarmos os cálculos, precisamos conhecer um conceito importante: a Unidade Hunter de Contribuição (UHC).

UHC é um número que representa a contribuição de esgoto dos aparelhos sanitários em função da sua utilização habitual. Cada aparelho sanitário possui um valor de UHC específico, conforme pode ser visto na próxima tabela, fornecida pela norma NBR 8160.

Para o nosso exemplo, será necessária 1 tubulação de ventilação para atender ao ramal de esgoto do banheiro. Vamos iniciar fazendo o somatório em UHC de cada aparelho. Tomando os valores fornecidos pela tabela a seguir, temos:

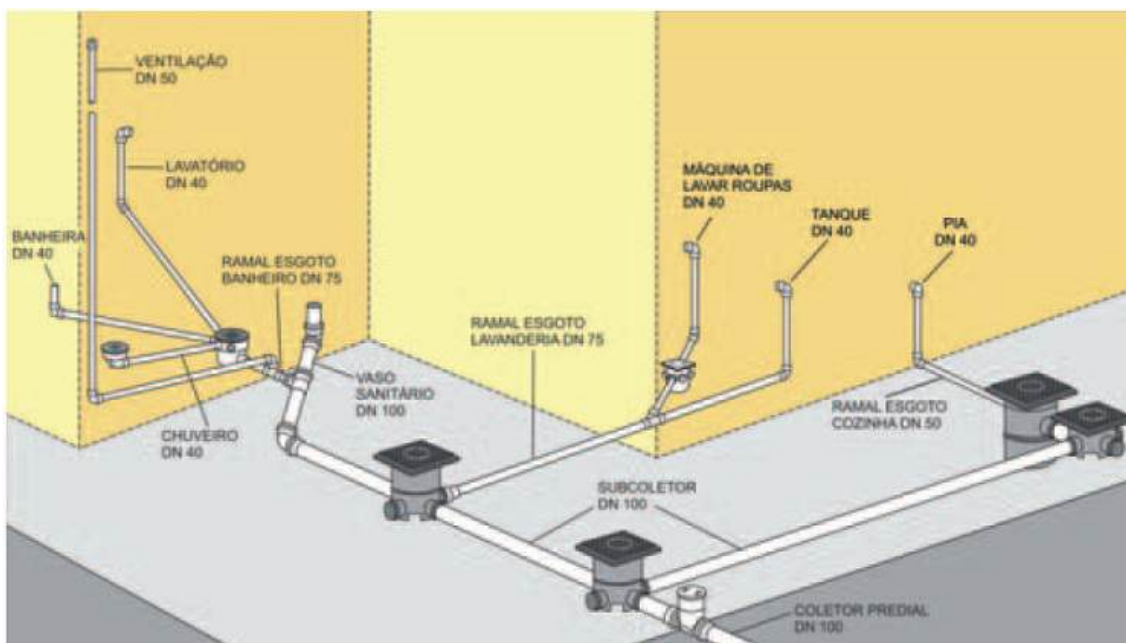
- Lavatório: 1 UHC
- Chuveiro: 2 UHC
- Banheira: 2 UHC
- Vaso sanitário: 6 UHC

Aparelho Sanitário		Número de unidades Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
Bacia sanitária		6	100
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50

É importante saber que para a ventilação funcionar com eficiência, a distância de qualquer desconector (caixa sifonada, vaso sanitário) até a ligação do tubo ventilador que o serve deverá ser de, no máximo, 1,80 metros.

Dimensionamento dos Subcoletores: Os subcoletores são tubulações que levam o esgoto da residência para a rede coletora pública ou para a fossa séptica. Devem possuir diâmetro mínimo de 100 mm, intercalados por caixas de inspeção.

Deve-se prever também uma declividade mínima de 1% para os tubos subcoletores, para o perfeito funcionamento do esgoto. Explicando melhor, 1% significa 1 cm de desnível para cada 1 m de tubulação.



Manutenção de Reparos no Sistema de Esgoto

Execução de reparos: Para resolver os problemas que ocorrem em pontos localizados nos tubos de esgoto em instalações já concluídas, em consequência de pequenos acidentes ou vazamentos em juntas mal executadas, a Luva de Correr, com pequena dimensão e um sistema de acoplamento que permite a interligação entre dois pontos fixos.

O procedimento é simples:

Passo 1: Identifique o trecho da tubulação danificado. O local deverá ser aberto somente num pequeno trecho, junto ao ponto afetado.



Passo 2: Corte o trecho danificado e substitua por outro da mesma tubulação, diâmetro e comprimento. Use duas Luvas de Correr da Linha Esgoto, uma em cada extremidade, aplicando Pasta Lubrificante sobre os anéis.



Passo 3: Finalize movendo as luvas de correr até cobrir totalmente as emendas entre os tubos



Manutenção das Caixas de Inspeção e de Gordura: Para a limpeza das caixas de gordura e de inspeção de esgoto, não é recomendado ferramentas e acessórios com arestas cortantes. Evitar também o uso de produtos químicos, pois podem provocar reação com o PVC. Use apenas água, sabão neutro, pano, balde e esponja.



A Caixa de Gordura é fornecida com uma cesta de limpeza, que facilita a retirada da gordura, tornando-a prática e higiênica. Basta para isto retirar a tampa superior.

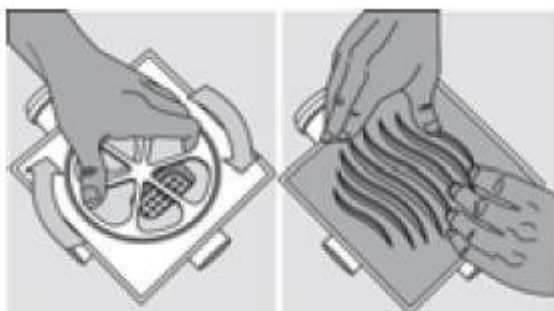
A frequência de limpeza da caixa de gordura dependerá da quantidade de gordura gerada, o que está relacionado com a quantidade de pessoas existentes na casa e seus hábitos e costumes. Por isso, a caixa deve ser observada para se analisar a frequência de limpeza necessária.

Manutenção de Caixas Sifonadas e Ralos:

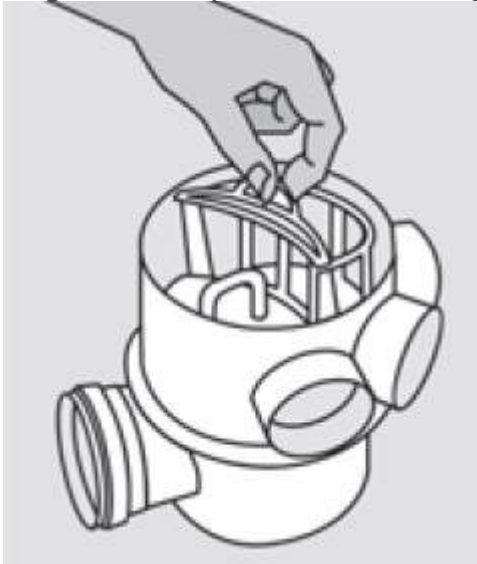
a) Retire a grelha da Caixa Sifonada. Afrouxe a porca do Ante espuma, retire-o e lave em um balde com água.



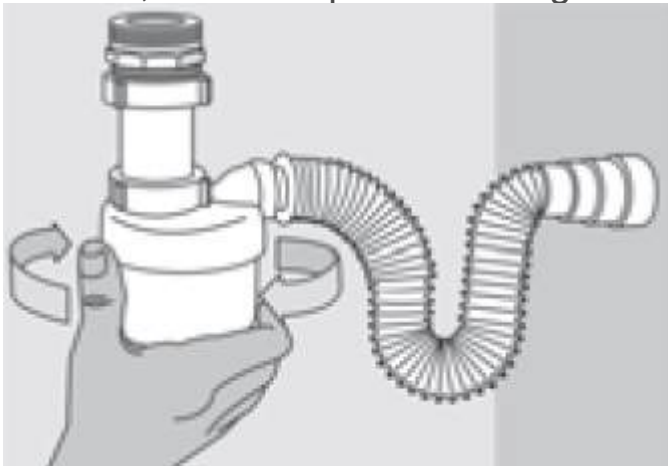
b) Reinstale o Ante espuma na Caixa Sifonada, ajustando-o na caixa através da porca. Em seguida recoloque a grelha.



Manutenção do Ralo: Alguns modelos de ralo possuem uma cesta de limpeza. Basta retirar a grelha e remover esta cesta através da lingueta, limpando-a com água.



Manutenção do Sifão tipo Copo: Na existência de sólidos acumulados que prejudiquem a vazão, retire o copo desrosqueando-o do corpo do sifão, lavando apenas com água.



Sistema Predial de Águas Pluviais e Drenagem

O sistema de águas pluviais e drenagem é o conjunto de calhas, condutores, grelhas, caixas de areia e de passagem e demais dispositivos que são responsáveis por captar águas da chuva e de lavagem de piso e conduzir a um destino adequado. Este sistema é fundamental, pois evita alagamentos, diminui a erosão do solo e protege as edificações da umidade excessiva. Para melhor compreensão deste assunto, vamos tratar sobre alguns conceitos

básicos como o ciclo da água na natureza, o que são águas subterrâneas e águas pluviais, partes de um telhado, drenagem, e conhecer os componentes deste sistema.

Águas pluviais: A palavra “pluvial” vem do latim “pluvium”, que significa chuva.

Portanto, águas pluviais são as águas da chuva. Estas águas, que escoam sobre a superfície do solo, terraços, telhados, etc, precisam ser captadas e conduzidas de forma controlada por sistemas de captação e drenagem pluvial, para evitar alagamentos, reduzir a erosão do solo e proteger as edificações da umidade, garantindo conforto às pessoas.

Por isso são tão importantes os sistemas de Captação de Águas e Drenagem. Eles também podem servir para coleta e armazenamento da água da chuva para ser mais tarde reaproveitada para lavagem de pisos, carros, irrigação de jardins, ou ainda dentro de casa na descarga dos vasos sanitários. Existem sistemas de captação de águas pluviais nas ruas das cidades (sarjetas, bueiros, tubos das redes públicas de coleta e até canalização de córregos urbanos) e também dentro dos terrenos das casas e edifícios (calhas, condutores, caixas, tubos coletores).

Vamos ver agora alguns conceitos básicos muito importantes para a escolha e o dimensionamento dos componentes do sistema de drenagem pluvial.

Telhado: O telhado é a parte de uma construção que a protege da ação do tempo, como chuvas, ventos, neve, calor e frio.

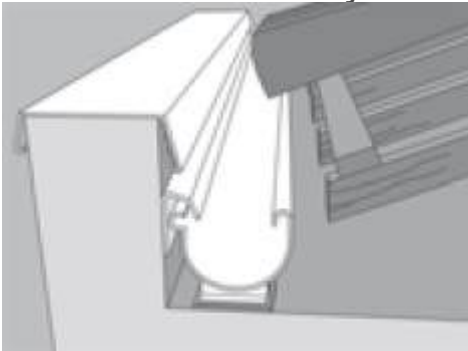


Os telhados são formados por “águas”, que são as áreas planas que conduzem as águas da chuva para uma mesma direção. Os telhados podem ter uma, duas ou mais “águas”. Isso vai depender do formato que o telhado for projetado.

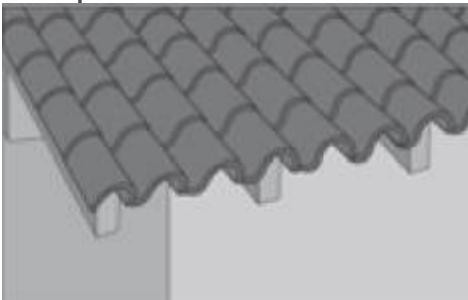


Partes (ou elementos) de um telhado

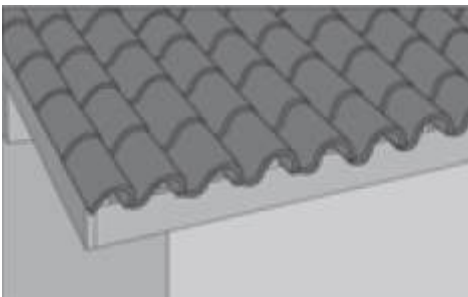
Platibanda: É uma pequena murada utilizada para esconder o telhado das construções.



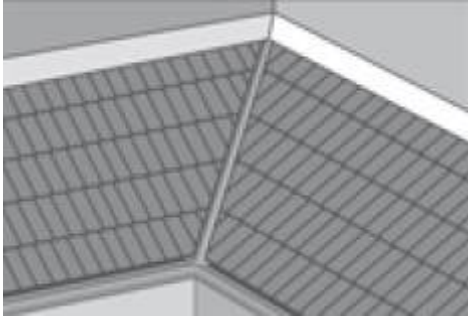
Beiral: É a beirada do telhado, ou o prolongamento do telhado além das paredes.



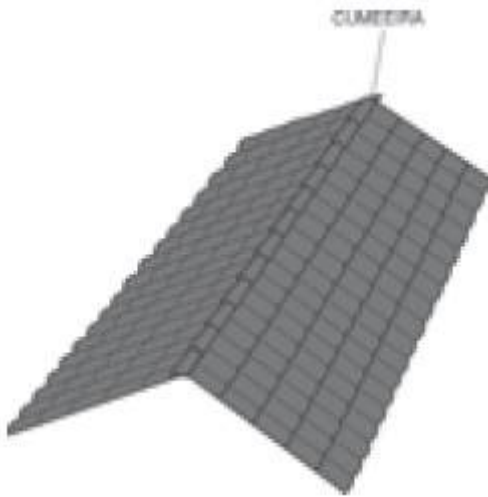
Testeira: Os telhados com beiral podem ser com ou sem testeira. A testeira é uma peça de madeira colocada abaixo do telhado, usada para esconder os caibros, permitindo um melhor acabamento. Essa testeira pode servir para o apoio e fixação dos suportes da calha.



Rincão ou água furtada: Canal entre duas águas de telhado por onde correm as águas das chuvas.



Cumeeira: Parte mais alta do telhado, onde as águas do telhado se encontram. Ali existe uma grande viga de madeira chamada de “terça”, que serve de sustentação para os caibros do telhado.



Mansarda: Sótão com janelas que saem sobre as águas do telhado (muito usado nos estados de SC e RS).



Componentes do Sistema de Coleta de Águas Pluviais



1) **Calhas de beiral:** Tubulação em formato de meia lua ou outro, instalada nos beirais dos telhados, com a finalidade de coletar a água da chuva proveniente dos telhados, encaminhando-a a um condutor vertical.

2) **Condutor vertical:** Tubo de descida que conduz a água do bocal da calha até o piso, ou até a tubulação subterrânea que coleta as águas da chuva.

3) **Caixa de areia:** Caixa enterrada utilizada para recolher detritos contidos nas tubulações de águas pluviais, além de permitir a inspeção do sistema. Esses detritos ficam depositados no fundo da caixa, o que permite a sua retirada periodicamente. Esta caixa pode possuir uma grelha para também coletar águas do piso.

4) **Calha de piso:** Canal que coleta água e outros líquidos que escoam dos pisos dos pátios, jardins, estacionamentos, garagens, praças, piscinas e indústrias, conduzindo a um destino final.

5) **Tubos para drenagem:** Tubo perfurado e enterrado que capta a umidade excessiva do solo, conduzindo a um destino final.

6) **Caixa de passagem:** Caixa normalmente enterrada que serve somente para interligar as tubulações subterrâneas do sistema de águas pluviais, permitindo inspeção do sistema.

7) **Válvula de retenção:** Conexão que impede o retorno das águas pluviais em situações como: inundações, enchentes, refluxo de marés, entupimentos, vazões elevadas em períodos de chuva.

Obs.: A norma de instalações de águas pluviais **NBR 10844** estabelece que o sistema de tubulações de coleta de águas pluviais não deve ser conectado ao sistema de esgoto sanitário. Desta forma, evitam-se transtornos como o retorno de mau cheiro.

Drenagem: Quando a água, geralmente proveniente da chuva, preenche toda a porosidade de um solo deixando-o saturado, e tem dificuldade de escoar naturalmente, ela provoca vários inconvenientes como:

- Prejuízo na estabilidade das construções;
- Formação de um ambiente muito úmido no interior das construções;
- Alagamento no solo, que pode causar transtornos para a passagem de veículos e pessoas;
- Grandes trechos alagados, prejudicando lavouras ou campos esportivos.

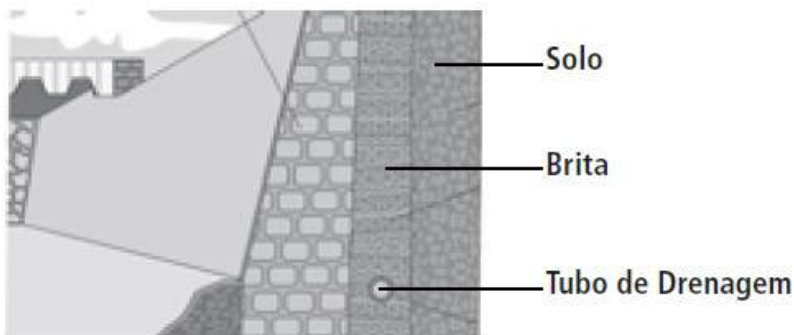
A finalidade da drenagem subterrânea é permitir o escoamento do excesso de água do solo através de um sistema de tubulações perfuradas colocadas a uma certa profundidade. Quando esta água subterrânea existe em grande quantidade no solo (solo saturado), damos o nome de lençol freático.



Como a drenagem reduz a umidade do solo, ela acaba rebaixando a altura do lençol freático através da retirada e afastamento do excesso de água subterrânea. Isto oferece maior segurança para as construções, pois entre outros motivos, evita o recalque (afundamento) do terreno.

Aplicações da drenagem

Construção civil: Muito utilizada em muros de arrimo, que os protege contra rachaduras e tombamentos que poderiam acontecer pelo excesso de pressão lateral no solo em função do acúmulo de água infiltrada. Além disso, gera economia, pois com um sistema de drenagem bem executado, pode-se dimensionar os muros de arrimo mais estreitos e leves.



Outra aplicação é no rebaixamento do lençol freático do solo das construções, para protegê-las do recalque do solo (excesso de umidade de possíveis afundamentos do solo pelo peso das construções).



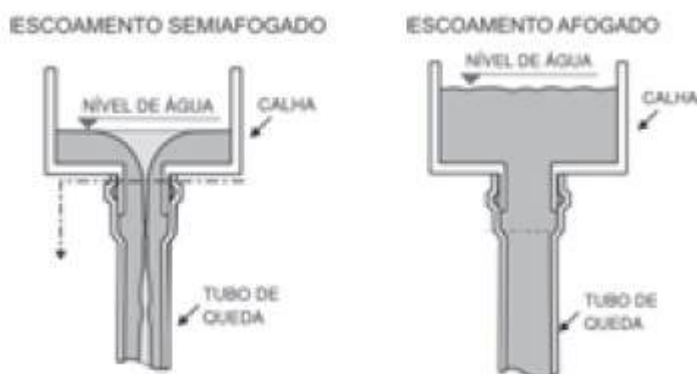
Gramados e campos esportivos: Neste caso a drenagem é importante para se evitar empoçamento e manter saudáveis os gramados, além de permitir a utilização dos campos esportivos após a passagem da chuva.

Agricultura: O uso de sistemas de drenagem em áreas plantadas evita a perda de plantações pelo excesso de umidade, aumenta a produtividade, e ainda facilita o trânsito na superfície do solo. Da mesma forma, em regiões mais secas, a drenagem evita a salinização (grande acúmulo de sais minerais) dos solos que serão irrigados.

Outras aplicações: Em aeroportos, em rodovias, ferrovias, em muros de contenção, túneis, cortes e aterros, na distribuição dos efluentes de fossas sépticas nos sistemas de trincheiras filtrantes ou irrigação subsuperficial, e em áreas públicas e urbanas para a coleta e condução de águas em drenos subterrâneos.

Fenômenos que ocorrem em tubos verticais de águas pluviais: A experiência mostra que nos tubos com maior altura, destinados a conduzir águas pluviais, pode ocorrer fenômenos como pressões negativas em seu interior, ou seja, vácuo. Este fenômeno é nocivo para as instalações, pois causa rompimento na tubulação. Pode ocorrer nas seguintes situações:

a) Quando os tubos de queda são mal dimensionados em relação aos diâmetros, como também em número de condutores, poderão provocar, nos casos de chuvas mais fortes, o acúmulo excessivo de água no interior das calhas. Por este motivo, a entrada do tubo (parte do bocal) permanece afogada, ou seja, não passa ar juntamente com a água para dentro do tubo de queda. Nesses casos, ocorrerá a pressão negativa. Quanto maior for a altura do prédio, maior será essa pressão negativa.



b) Quando existe acúmulo de folhas ou outros materiais na entrada do bocal, que também o afogam e impedem que o ar passe juntamente com a água pela tubulação.

Como estas situações acidentais são praticamente impossíveis de se prever e, para evitar maiores danos nas tubulações, é recomendado utilizar tubulações especiais, capazes de suportar condições de vácuo, sem sofrer qualquer dano.

É importante ressaltar que, segundo a ABNT, norma NBR 5688, somente devem ser empregados tubos e conexões de PVC série reforçada para águas pluviais.

Dimensionamento do Sistema de Águas Pluviais

Conhecendo a importância do sistema de águas pluviais e drenagem, de nada vão adiantar os melhores produtos se não for feito o correto dimensionamento do sistema. No caso do sistema de águas pluviais, isto evitará transbordamentos das calhas e condutores, o que causaria alagamentos, umidades e transtornos para os usuários.

Veremos nesta lição as etapas necessárias para se realizar o dimensionamento de calhas e condutores verticais e de grelhas e calhas de piso.

NORMA TÉCNICA DE PROJETO: A norma que fixa as exigências pelas quais devem ser projetadas e executadas as instalações prediais de águas pluviais, atendendo às condições técnicas mínimas de higiene, segurança, durabilidade, economia e conforto dos usuários, é a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Veja algumas recomendações importantes que esta norma traz:

- Não se admite a ligação das águas pluviais nas redes de esgoto;
- Os tubos de PVC a serem adotados nos sistemas prediais de águas pluviais devem ser da linha esgoto Série Reforçada, de acordo com a norma NBR 5688 – Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação - Requisitos para Tubos e Conexões, pois têm maior resistência às subpressões que podem ocorrer nestas instalações;

- A ligação entre os condutores verticais e horizontais deve ser feita com curva de raio longo, com caixa de inspeção ou caixa de areia, estando o condutor horizontal aparente ou enterrado;
- O diâmetro mínimo (comercial) dos condutores verticais é de DN 75.
- A inclinação das calhas de platibanda e beiral deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%, ou seja, em cada 1 metro de tubo na horizontal, teremos 5 mm de desnível vertical.

Dimensionamento de Calhas de Telhado: Para um desempenho perfeito, é fundamental que a calha seja instalada com a declividade adequada, com o número correto de condutores e com o correto espaçamento entre eles. Alguns dados normalmente utilizados para o dimensionamento do sistema de coleta de chuvas de telhados e coberturas são a capacidade de vazão das calhas e bocais:

Vazão: 418 l/min, quando instalada com 0,5% de declividade, ou seja, 5 mm de inclinação por metro.

Nos cálculos de dimensionamento de sistemas de coleta de águas pluviais, primeiramente é preciso calcular a vazão máxima de contribuição do telhado, que vai depender do regime de chuvas da região onde está a construção.

Segundo a norma NBR 10844, as calhas devem ter capacidade para escoar a água da chuva com intensidade correspondente a 5 anos de período de retorno (chuva que tem a probabilidade de ocorrer 1 vez a cada 5 anos) sobre a área de contribuição de um plano de telhado.

Vamos ver agora como calcular, de forma prática, a vazão de contribuição do telhado e do número de condutores. Cálculo da vazão de contribuição do telhado

Para calcular a vazão de contribuição do telhado, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Q = i * A_c$$

Sendo:

Q: vazão de escoamento

i: intensidade de chuva na região para período de retorno de 5 anos

Ac: área de contribuição

Para facilitar os cálculos, apresentamos a seguir a tabela que apresenta a área máxima de contribuição de telhado, já considerando as chuvas com período de retorno de 5 anos.

Localidades	At - Área de telhado que um bocal retangular pode escoar (m ²)	At - Área de telhado que um bocal circular pode escoar (m ²)
Aracaju - SE	137,7	175,8
Belém - PA	107,01	136,61
Belo Horizonte - MG	74,01	94,49
Cuiabá - MT	88,42	112,89
Curitiba - PR	82,35	105,14
Florianópolis - SC	140	178,74
Fortaleza - CE	107,69	137,49
Goiânia - GO	94,38	120,5
João Pessoa - PB	120	153,2
Maceió - AL	137,7	175,8
Manaus - AM	93,33	119,16
Natal - RN	140	178,74
Porto Alegre - RS	115,07	146,91
Porto Velho - RO	100,6	128,43
Rio Branco - AC	120,86	154,3
Rio de Janeiro - RJ	96,55	123,27
Salvador - BA	137,7	178,8
São Luís - MA	133,33	170,22
São Paulo - SP	97,67	124,7
Teresina - PI	70	89,37
Vitória - ES	107,69	137,49

Manutenção do Sistema de Águas Pluviais

Verificação Geral do Sistema: Depois de verificar que o sistema está desobstruído é preciso checar se está tudo funcionando corretamente, começando pelas calhas.

Verifique a estanqueidade de todas as juntas das calhas, se há ou não vazamento em alguma delas.

Geralmente os vazamentos acontecem quando:

- Falta anel de vedação;
- Algum anel está fora de posição ou retorcido;
- O encaixe entre conexões e calhas foi mal executado;
- Algum anel está danificado.

Em seguida, verifique o espaçamento entre suportes e corrija se algum estiver fora do recomendado. Lembre-se que o espaçamento máximo é de 60 cm. Corrija as posições e faça o reaperto dos suportes caso perceba que algum está frouxo.

Já nos condutores aparentes, o correto é usar um prumo para garantir o seu alinhamento vertical.

Limpeza das Calhas em Telhados: É muito comum, depois de um período de uso, as calhas acumularem sujeiras e folhas no seu interior. Isso é normal, porém afeta o bom desempenho do sistema. Por este motivo é indicado fazer uma limpeza periódica no interior das calhas.



Ao realizar a limpeza, cuidado para não danificar as paredes da calha e suas vedações.

Verifique se tiver uma grelha parecida como na próxima imagem. Caso o sistema não utilize a grelha, observe se o condutor não está entupido.



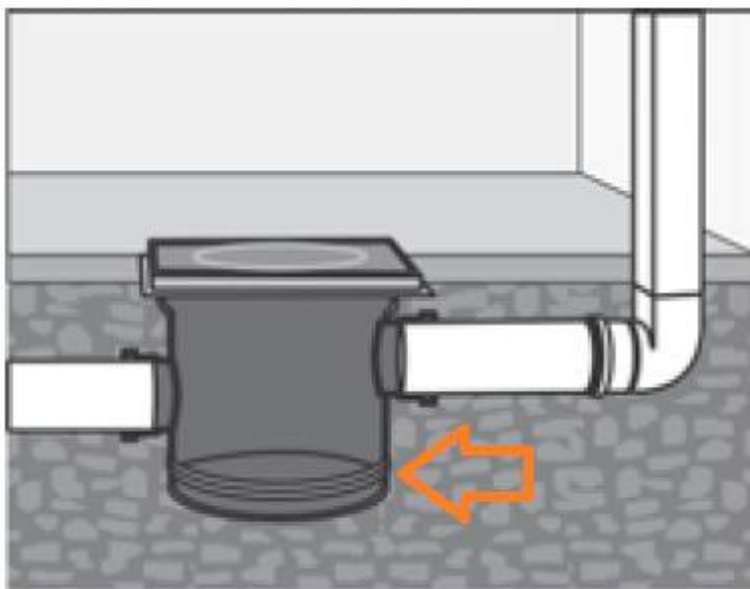
Condutores Verticais: Nos condutores aparentes, em caso de entupimento, o ideal é fazer a desmontagem do trecho, remover a sujeira que se acumulou e, se for possível, fazer uma simples lavagem interna.

Se o condutor for embutido, deve-se utilizar um arame, haste de metal ou algum equipamento que permita o desentupimento, com cuidado para não danificar o condutor.

Certifique-se que foi totalmente desentupido, fazendo o teste com um pouco de água e observando se ela chega até a caixa de areia.

Caixas de Areia e Caixas de Inspeção: Para a limpeza das caixas, basta retirar o excesso de sujeira acumulada no fundo das caixas e desobstruir a passagem para o perfeito funcionamento da rede.

Verifique se a conexão entre o condutor vertical e a tubulação horizontal foi feita utilizando-se o Joelho de Transição, ou se foi improvisada. Dependendo da situação, sugira a substituição pela solução correta.

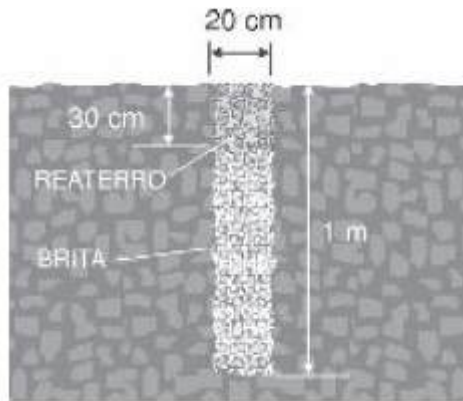


Drenagem Subterrânea: O ideal para se verificar se o sistema de drenagem está funcionando corretamente e conforme previsto no projeto, é analisá-lo durante um período forte de chuvas. Na área com problemas pode-se notar um acúmulo maior de água, o que significa que o solo está saturado e o sistema não está conseguindo escoar a água.

Caso esteja ocorrendo o alagamento de alguma área entre os tubos drenos, o procedimento ideal é fazer drenos verticais, que funcionarão como uma válvula de pia: no momento em que se tira a tampa da válvula a água escoar esvaziando a pia.

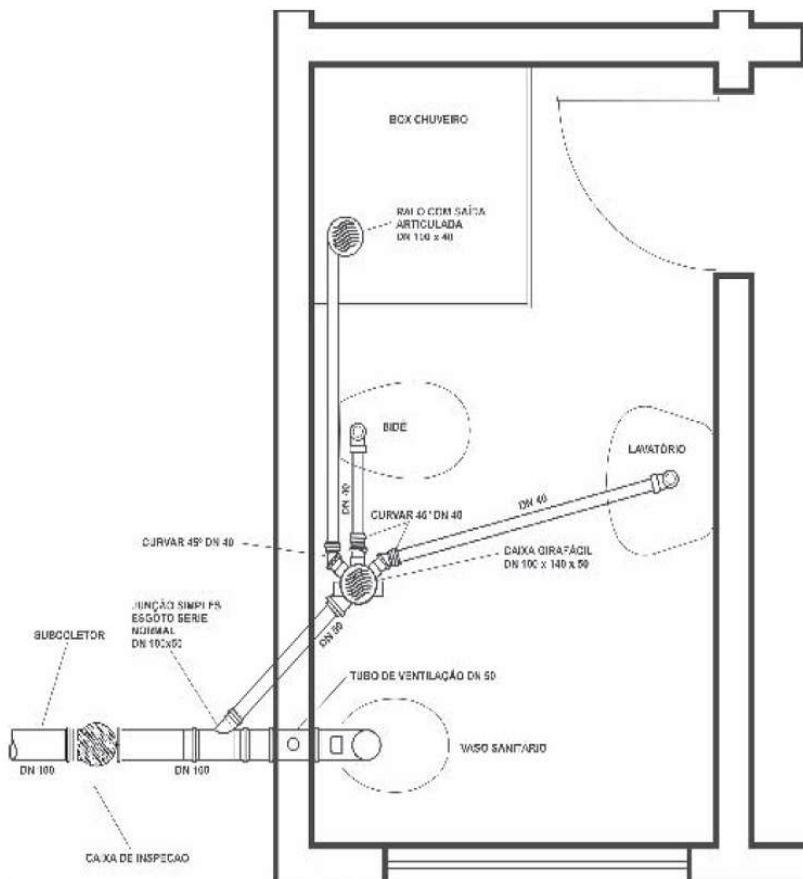
Este dreno vertical é feito da seguinte forma:

1. Furar o solo com aproximadamente 20 cm de diâmetro e 1 metro de profundidade, utilizando escavadeira manual.
2. Preencher o furo com brita Nº2 até 30 cm abaixo do nível da superfície.
3. Recompôr o furo com o próprio solo retirado e recolocar grama.

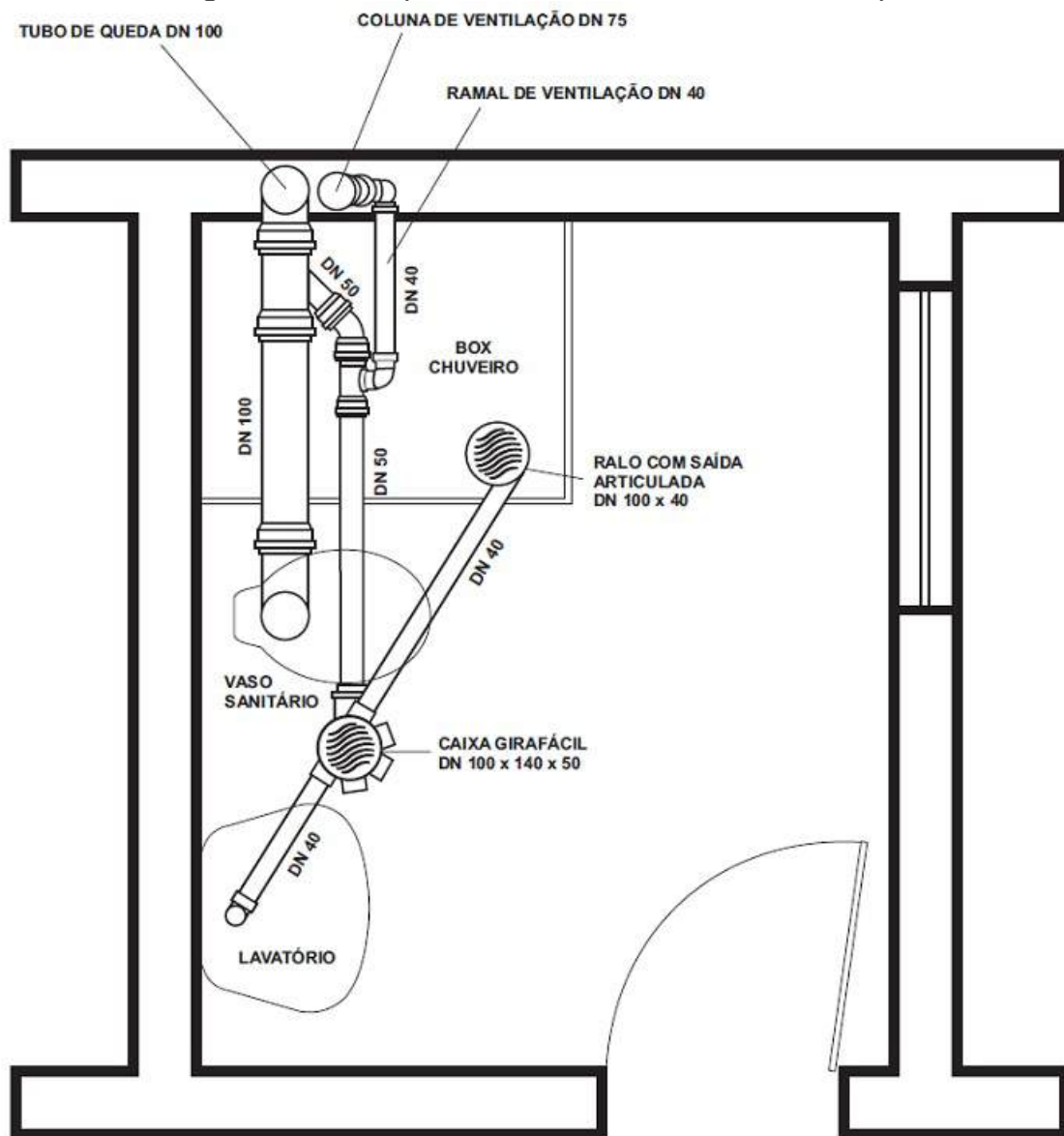


Exemplos de Esquemas de Ligações Hidráulicas

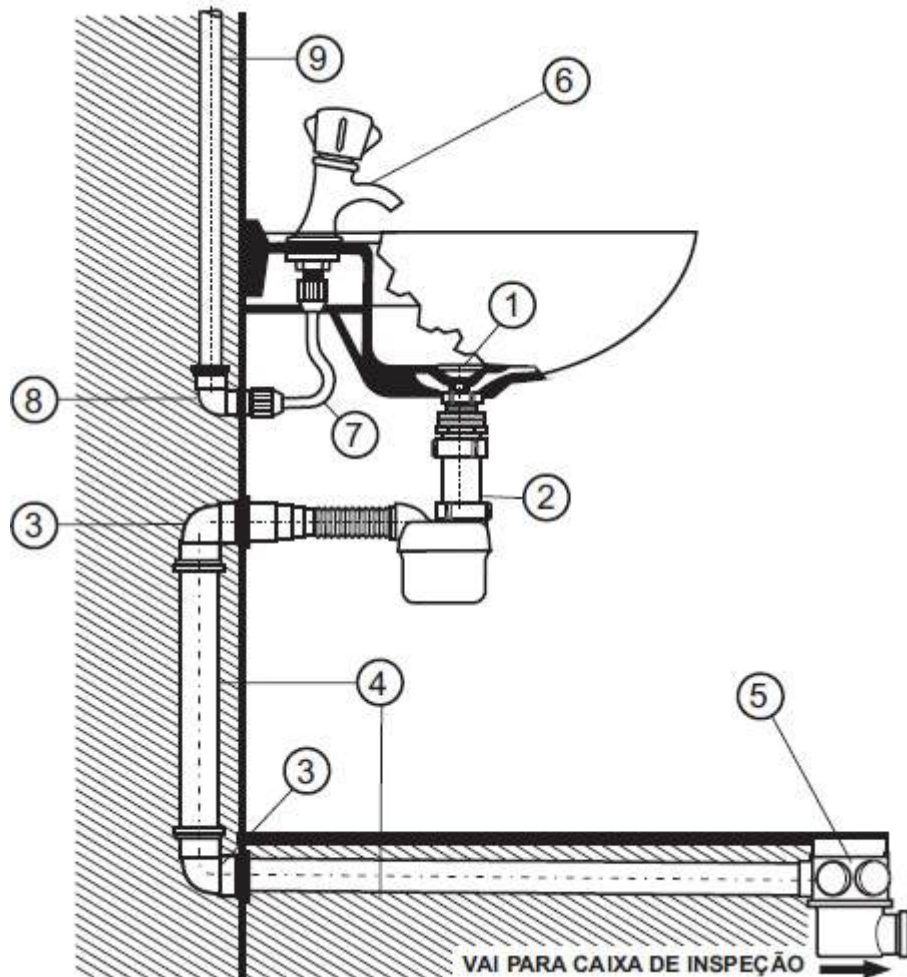
Planta Baixa Esgoto Sanitário (Prédio com Pavimento Térreo):



Planta Baixa Esgoto Sanitário (Prédio com mais de um Pavimento):

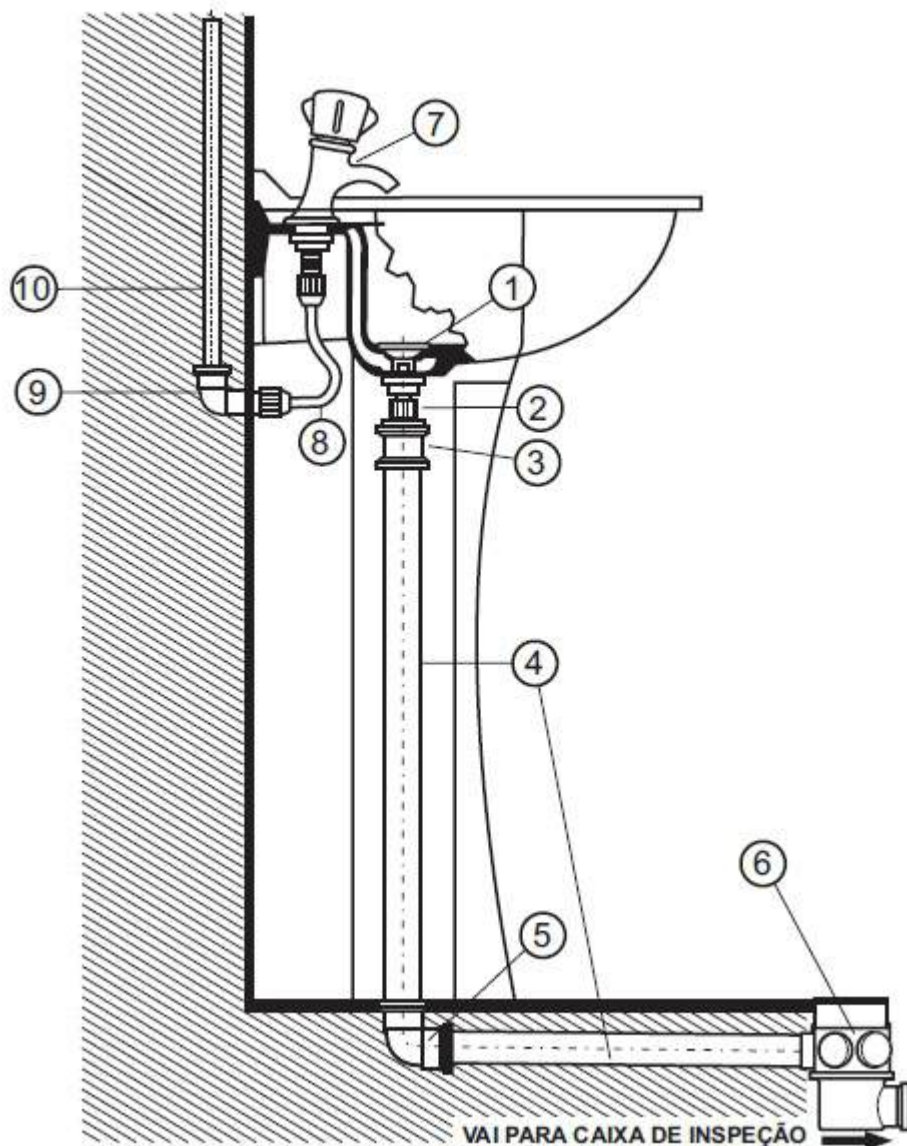


Ligação de Lavatório com Sifão:



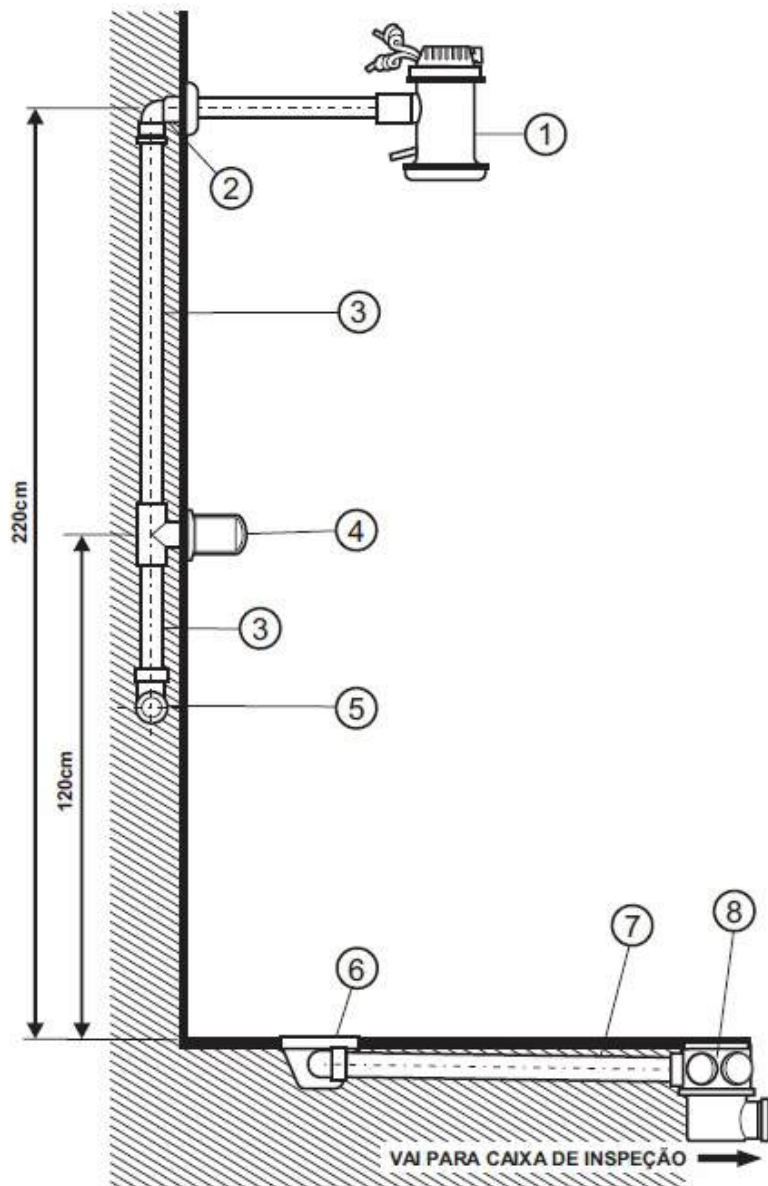
- 1) Válvula para Lavatório 7/8"
- 2) Sifão ajustável Multiuso Copo
- 3) Joelho 90° Esgoto Série Normal DN 40
- 4) Tubo Esgoto Série Normal DN 40
- 5) Caixa Sifonada Girafácil DN 100x140x50
- 6) Torneira para Lavatório
- 7) Engate Flexível de PVC 1/2"
- 8) Joelho 90° Soldável e com rosca DN 25 x 1/2"
- 9) Tubo Soldável Marrom DN 25

Ligação de Lavatório com Coluna:



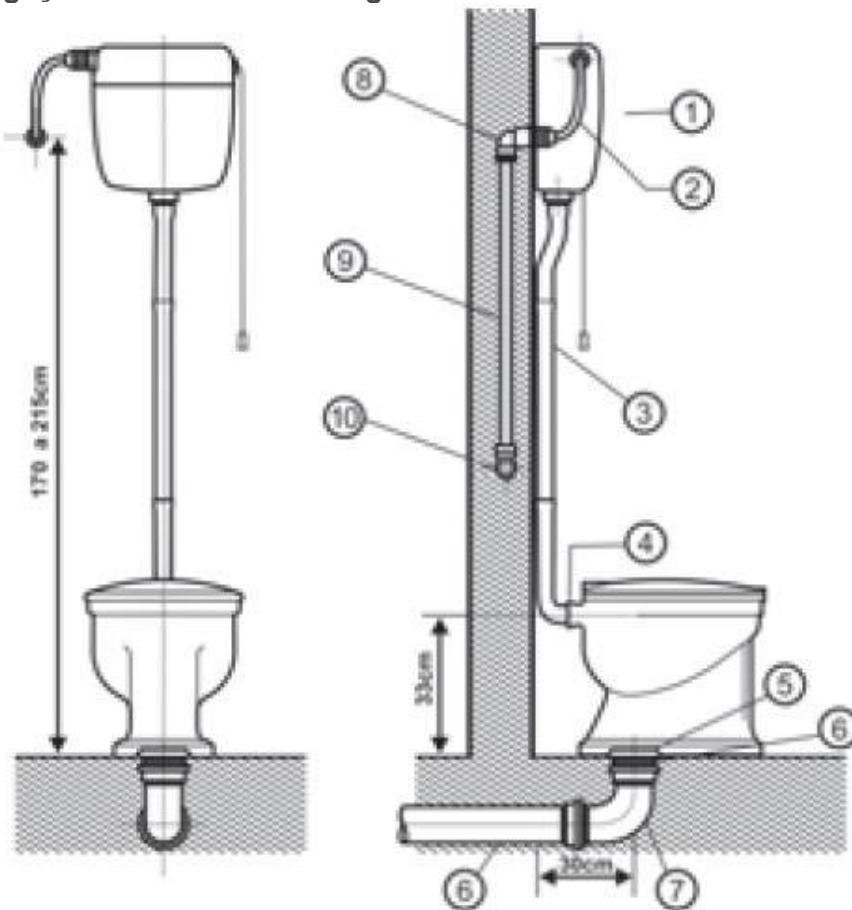
- 1) Válvula para Lavatório 7/8"
- 2) Adaptador para Válvula de Pia e Lavatório DN 40
- 3) Luva de Correr Esgoto Série Normal DN 40
- 4) Tubo Esgoto Série Normal DN 40
- 5) Joelho 90° Esgoto Série Normal DN 40
- 6) Caixa Sifonada Girafácil DN 100x140x50
- 7) Torneira para Lavatório*
- 8) Engate Flexível de PVC 1/2"
- 9) Joelho 90° Soldável e com rosca DN 25 x 1/2"
- 10) Tubo Soldável Marrom DN 25

Ligação de Chuveiro:



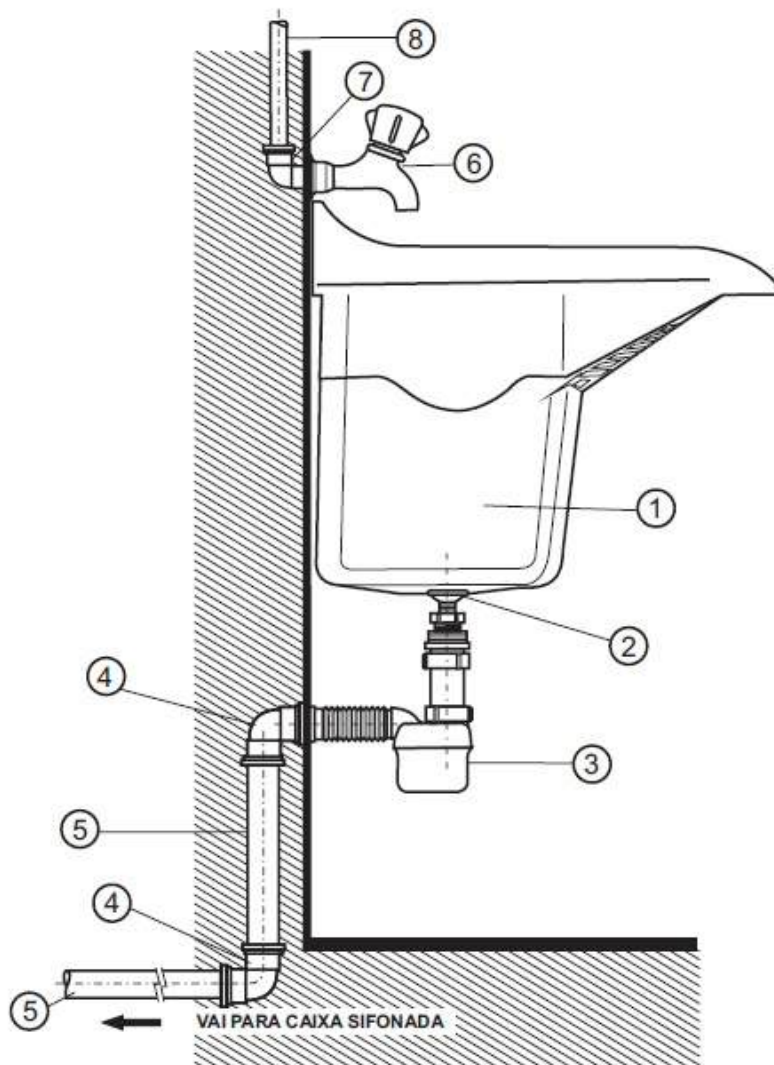
- 1) Chuveiro Elétrico
- 2) Joelho 90° Soldável e com Bucha de Latão DN 25 x 1/2"
- 3) Tubo Soldável Marrom DN 25
- 4) Registro de Chuveiro Soldável DN 25
- 5) Tê Soldável Marrom DN 25
- 6) Ralo com Saída Articulada DN 100x40
- 7) Tubo Esgoto Série Normal DN 40
- 8) Caixa Sifonada Girafácil DN 100x140x50

Ligação de Caixa de Descarga:



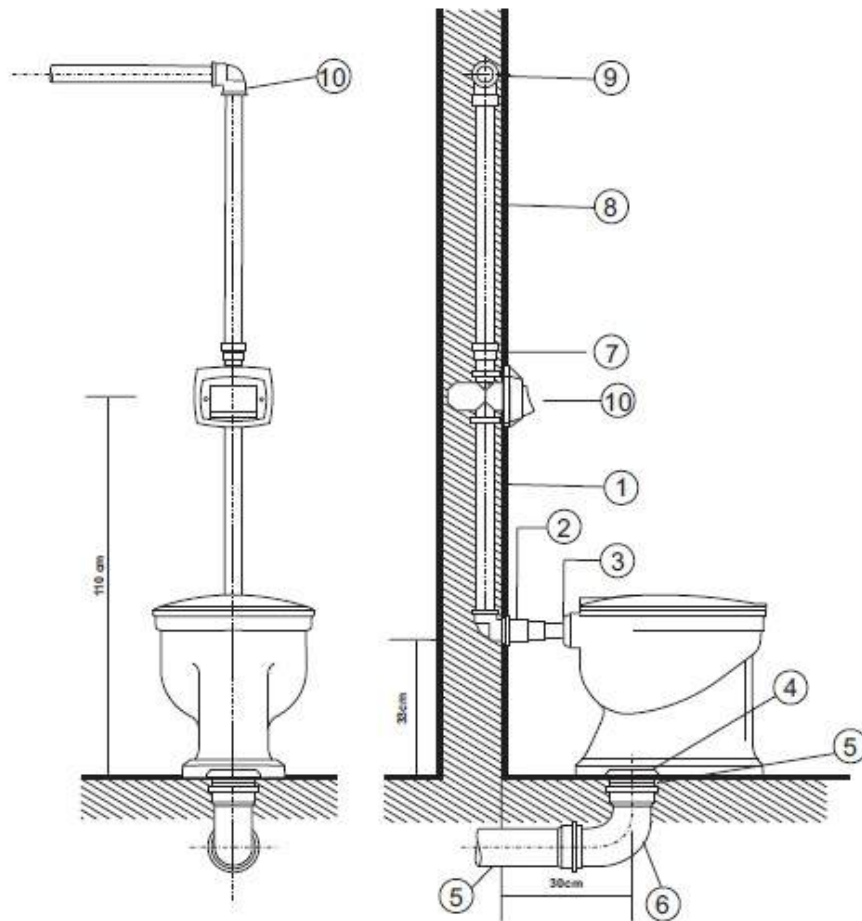
- 1) Caixa de Descarga
- 2) Engate Flexível de PVC ½"
- 3) Tubo de descarga
- 4) Espude
- 5) Anel de Vedação
- 6) Tubo Esgoto Série Normal DN 100
- 7) Curva 90° Curta Esgoto Série Normal DN 100
- 8) Joelho 90° Soldável e com rosca DN 25 x ½"
- 9) Tubo Soldável Marrom DN 25
- 10) Tê Soldável Marrom DN 25

Ligação de Tanque de Lavar Roupas:



- 1) Tanque de Lavar Roupas
- 2) Válvula para Tanque 1 ¼"
- 3) Sifão ajustável Multiuso Copo
- 4) Joelho 90° Esgoto Série Normal DN 40
- 5) Tubo Esgoto Série Normal DN 40
- 6) Torneira para Lavatório
- 7) Joelho 90° Soldável e com Bucha de Latão DN 25 x ½"
- 8) Tubo Soldável Marrom DN 25

Montagem da Válvula de Descarga:



- 1) Tubo de Descarga VDE DN 38
- 2) Tubo de Ligação Ajustável DN 38
- 3) Espude
- 4) Anel de Vedação
- 5) Tubo Esgoto Série Normal DN 100
- 6) Curva 90° Curta Esgoto Série Normal DN 100
- 7) Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro DN 50 x 1 ½"
- 8) Tubo Soldável Marrom DN 50
- 9) Joelho 90° Soldável Marrom DN 50
- 10) Válvula de Descarga

Bibliografia

Manual Técnico Tigre: Orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais

Apostila Instalador Hidráulico
Serviço Autônomo Municipal De Água E Escoto

ABNT. História da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.